

ISSN 1819-4036

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Красноярский государственный аграрный университет

В Е С Т Н И К КрасГАУ

Выпуск 3

Красноярск 2013

Редакционный совет

- Н.В. Цугленок* – д-р техн. наук, проф., чл.-корр. РАСХН, действ. член АТН РФ, лауреат премии Правительства в области науки и техники, международный эксперт по экологии и энергетике, засл. работник высш. школы, почетный работник высш. образования РФ, ректор – *гл. научный редактор, председатель совета*
- Я.А. Кунгс* – канд. техн. наук, проф., засл. энергетик РФ, чл.-корр. ААО, СО МАН ВШ, федер. эксперт по науке и технике РИНКЦЭ Министерства промышленности, науки и технологии РФ – *зам. гл. научного редактора*
- А.С. Донченко* – д-р вет. наук, акад., председатель СО Россельхозакадемии – *зам. гл. научного редактора*

Члены совета

- А.Н. Антамошкин*, д-р техн. наук, проф.
Г.С. Вараксин, д-р с.-х. наук, проф.
Н.Г. Ведров, д-р с.-х. наук, проф., акад. Междунар. акад. аграр. образования и Петр. акад. наук и искусства
С.Т. Гайдин, д-р ист. наук, и.о. проф.
А.Н. Городищева, д-р культурологии, доц.
Г.А. Демиденко, д-р биол. наук, проф., чл.-корр. СО МАН ВШ
Н.В. Донкова, д-р вет. наук, проф.
Н.С. Железняк, д-р юрид. наук, проф.
Н.Т. Казакова, д-р филос. наук, проф.
Н.Н. Кириенко, д-р биол. наук, проф.
М.И. Лесовская, д-р биол. наук, проф.
Н.Н. Лукин, д-р филос. наук, проф.
А.Е. Луценко, д-р с.-х. наук, проф., чл. совета РУМЦ, ГНЦ СО МАН ВШ
Ю.А. Лютых, д-р экон. наук, проф., чл.-корр. Рос. инженер. акад., засл. землеустроитель РФ
А.И. Машанов, д-р биол. наук, проф., акад. РАЕН
В.Н. Невзоров, д-р с.-х. наук, проф., акад. РАЕН
И.П. Павлова, д-р ист. наук, доц.
Н.И. Селиванов, д-р техн. наук, проф.
М.Д. Смердова, д-р вет. наук, проф., акад. советник РАТН, чл.-корр. СО МАН ВШ
Н.А. Сурин, д-р с.-х. наук, проф., акад. РАСХН, засл. деятель науки РФ
Д.В. Ходос, д-р экон. наук, доц.
Г.И. Цугленок, д-р техн. наук, проф.
Н.И. Челелев, д-р техн. наук, проф.
В.В. Чупрова, д-р биол. наук, проф.
А.К. Шлепкин, д-р физ.-мат. наук, проф.
Л.А. Якимова, д-р экон. наук, доц.

Журнал «Вестник КрасГАУ» включен в утвержденный ВАК Перечень ведущих рецензируемых научных журналов, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук

Адрес редакции: 660017, г. Красноярск,
ул. Ленина, 117
тел. 8-(3912)-65-01-93
E-mail: rio@kgau.ru

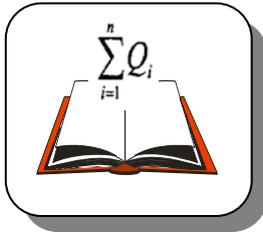
Редактор *В.А. Сорокина*
Компьютерная верстка *А.А. Иванов*

Подписано в печать 15.03.2013 Формат 60x84/8
Тираж 250 экз. Заказ № 434
Усл.п.л. 24,5

Подписной индекс 46810 в Каталоге «Газеты. Журналы» ОАО Агентство «Роспечать»
Издается с 2002 г.

Вестник КрасГАУ. – 2013. – №3 (78).

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № 77-14267 от 06.12.2002 г.
ISSN 1819-4036



ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ И БИЗНЕС, МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

УДК 336.258.2

И.В. Шадрина, В.К. Шадрин

ФОРМИРОВАНИЕ ЦЕН НА НЕФТЕПРОДУКТЫ: НАЛОГОВЫЙ АСПЕКТ

Представлены результаты оценки налоговой составляющей в цене нефтепродуктов и пути ее снижения за счет введения системы плавающих акцизов.

Ключевые слова: налоги, нефтепродукты, цена, причины роста, система плавающих акцизов.

I.V. Shadrina, V.K. Shadrin

THE OIL PRODUCT PRICE FORMATION: TAX ASPECT

The results of the tax component assessment in the oil product price and the ways of its decreasing due to the floating excise tax system introduction are presented.

Key words: taxes, oil products, price, increasing reasons, floating excise tax system.

Введение. Цены на нефтепродукты являются индикатором состояния экономики любой страны, в том числе и России, так как они в первую очередь реагируют на любые предпосылки нестабильности.

В последние годы цены на нефтепродукты неуклонно растут. Причин несколько, это и рост мировых цен на нефть, снижение экспортных пошлин, высокий темп роста автомобильного парка, нестабильность налоговой политики государства.

С 2013 года Правительство РФ намеренно запретить использование на территории страны бензина низкого экологического класса «Евро-2». Кроме того, по словам представителей Минэнерго, 2013 год станет последним для реализации в России бензина класса «Евро-3», с 2015 года планируется переход на топливо класса «Евро-4», а с 2016 года на «Евро-5». В высоком экологическом классе топлива «Евро-5» регулируется содержание вредных примесей в выхлопных газах, «Евро-5», сделан обязательным стандартом в странах Евросоюза с 2009 года.

Эксперты считают, что повышение качества топлива спровоцирует рост цен на нефтепродукты.

Целью исследования является оценка налоговой составляющей в ценах на нефтепродукты и пути ее снижения.

Методика исследования. Для анализа налоговой составляющей в цене нефтепродуктов были выбраны три популярные марки: АИ-92, АИ-95 и дизельное топливо зимнее, так как все расчеты проводились на конец года. Для исследования были выбраны три налога: НДС, акцизы и НДСПИ, остальные налоги приняты на уровне 6,15% к конечной цене нефтепродукта за 1 л [12].

Результаты исследования. Цена на нефтепродукты включает в себя следующее: себестоимость добычи, расходы на транспортировку, переработку, на розничную продажу, налоговую составляющую и прибыль. По оценкам разных специалистов, налоговая составляющая составляет от 45 до 60%. Проведем собственные расчеты и определим, так ли это.

Самые крупные налоги в цене нефтепродуктов – это НДС, акцизы и НДСПИ. Ставка НДС составляет 18%, следовательно, в конечной цене любого нефтепродукта доля налога составляет 15,25% (18/118).

Следующим налогом в розничную цену включается акциз на нефтепродукты, который перешел в нее из оптовой цены. Налоговые ставки акциза дифференцированы и зависят от экологического класса топлива. Кроме того, они из года в год меняются (с 2012 г. 2 раза в год: 1 января и 1 июля), что видно из таблицы 1.

Ставки акцизов с 2011 по 2013 год, руб.

Вид топлива	2011 год	2012 год		2013 год		Экологический класс
		1.01–30.06	1.07–31.12	1.01–30.06	1.07–31.12	
Бензин автомобильный	5672	7382	7882	9750	9750	3 класс
	5143	6822	6822	8560	8960	4 класс
	5143	6822	5143	5143	5750	5 класс
Дизельное топливо	2485	3814	4300	5860	5860	3 класс
	2247	3562	3562	4934	5100	4 класс
	2247	3562	2962	4334	4500	5 класс

При расчете доли акциза в нефтепродуктах будем использовать ставки, соответствующие третьему экологическому классу («Евро-3»), предусматривающему существенное снижение вредных выбросов автотранспорта. «Евро-3» на территории России должны были ввести еще в 2009 году, однако его введение откладывали, так как значительная доля автотранспорта работала на низкокачественном топливе, многие нефтеперерабатывающие компании просто не успели модернизировать производственные мощности.

В расчетах будем использовать следующую плотность нефтепродуктов: АИ-92 – 0,745 г/см³, АИ-95 – 0,755 г/см³, ДТ (зимнее)¹ – 0,825 г/см³ [5]. Величина акциза для бензина класса 3 в 2011 году для АИ-92 составляет 4,23 руб. конечной цены (цена АИ-92 за 1 л – 25,30 руб.), для АИ-95 – 4,28 руб. (цена АИ-95 за 1 л – 27,2 руб.), для ДТ – 2,05 руб. (цена ДТ за 1 л – 26,00 руб.). По аналогии рассчитаем сумму акциза в 1 л нефтепродукта на конец 2012 года, при этом розничную цену за 1 л для АИ-92 примем 27,9 руб., для АИ-95 – 32,00 руб., для ДТ – 31,50 руб.

Для расчета доли акцизов в 2011–2013 гг. необходимо рассчитать прогнозную цену нефтепродуктов в 2013 году, для этого воспользуемся данными таблицы 2, которые рассчитаны на основе динамики розничных цен на нефтепродукты за 2008–2012 гг. [2].

Таблица 2

Расчет прогнозных цен на нефтепродукты на 2013 год

Вид топлива	Коэффициент роста				Средний коэффициент роста	Цена на конец 2012 г., руб.	Прогнозируемая цена на 2013 г., руб.
	2012/2011	2011/2010	2010/2009	2009/2008			
АИ-92	1,0608	1,1272	1,077	1,085	1,087	27,90	30,33
АИ-95	1,0730	1,1207	1,087	1,035	1,078	32,00	34,50
ДТ	1,0999	1,1612	1,342	0,868	1,104	31,50	34,78

Как следует из таблицы 2, прогнозная цена в 2013 году на АИ-92 составит 30,33 руб., АИ-95 – 34,50 руб., ДТ – 34,78 руб.

К 2013 году ставка акциза по сравнению с 2012 годом возрастет до 7,26 руб. в литре АИ-92, до 7,36 руб. в литре АИ-95, до 6,09 рубля в литре ДТ. Проанализируем изменение доли акциза и НДС по видам нефтепродуктов, расчеты представим в таблице 3.

Таблица 3

Доля НДС и акцизов в нефтепродуктах в 2011–2013 гг., %

Год	НДС	Акциз			Доля НДС и акцизов в розничной цене		
		АИ-92	АИ-95	ДТ	АИ-92	АИ-95	ДТ
2011	15,25	16,72	15,73	7,88	31,97	30,98	23,13
2012	15,25	21,04	18,59	11,27	36,29	33,84	26,52
2013 (прогноз) ²	15,25	23,95	21,34	13,9	39,20	36,59	29,15

¹ Плотность дана на зимнее дизельное топливо, так как в расчетах использовались цены на конец года.

² Значения рассчитаны на основе данных таблиц 1 и 3.

Таким образом, доля НДС и акцизов составляет более трети розничной цены автомобильного бензина и более четверти дизельного топлива, что следует из таблицы 3.

Следующим налогом в цене нефтепродукта является налог на добычу полезных ископаемых. Ставка НДС на добычу нефти в 2011 году составляет 419 руб/т, в 2012 году – 446 руб., в 2013 году – 470 руб. за 1 т добытого полезного ископаемого [7]. Ставка НДС умножается на коэффициенты, характеризующие динамику мировых цен на нефть (Кц); степень выработанности конкретного участка недр (Кв); величину его запасов (Кз).

Первый из этих коэффициентов устанавливается налоговой службой (в 2011 г. Кц = 11,1973 [4], в ноябре 2012 г. Кц = 11,2440 [3]), два других коэффициента определяются добытчиком самостоятельно. Что касается 2013 года, коэффициент Кц можно лишь спрогнозировать. Согласно прогнозу цен на нефть Минэкономразвития РФ в 2013 году цена на нефть Urals составит 95 долл. за баррель по основному сценарию, по сценарию более высоких цен – 111 долл. за баррель [11]. Для расчета прогнозных значений возьмем среднюю цену в 103 долл. за баррель. Курс доллара по отношению к рублю на 2013 год прогнозируют к небольшому снижению, примем для расчетов 31 руб. за доллар. Рассчитаем Кц = (103–15) x 31: 261 = 10,4521.

В 2011 году при мировой цене 107,91 долл. за баррель и соответствующему ей курсу 31,4551 руб. за доллар получаем НДС 419 x 11,1973 = 4691,67 руб. за 1 т, при мировой цене 108,44 долл. за баррель и соответствующему ей курсу 31,4071 руб. за доллар в ноябре 2012 года получаем НДС 5014,82 руб. за 1 т, прогнозное значение НДС в 2013 году – 4609,95 руб. за 1 т. Количество литров в тонне может немного варьировать в зависимости от плотности нефти, диапазон колебания возьмем от 1170 до 1240 л в 1 т. Для расчета примем 1159 л в 1 т при плотности 0,863 кг/л, получим 4,05 руб. на литр нефти в 2011 году, 4,33 руб. в 2012 году, 4,91 руб. в 2013 году.

Потери нефти при производстве нефтепродуктов составляют около 5%, то есть налога в цене нефтепродуктов должно быть на 5% больше. Кроме того, оптовая цена высокооктановых бензинов АИ-98 может в 2,5–3,5 раза превышать цену мазута, хотя их плотность (количество литров в тонне) отличается обычно не более чем в 1,35 раза. То есть, доля НДС в цене легких фракций должна быть выше, чем в цене тяжелых.

Для расчета доли налогов в конечной цене примем НДС для дизельного топлива в 2011 году равной 4,25 руб. на 1 л, для бензинов 4,58 руб. В цене топлива АИ-92 доля НДС составит 18,1%, АИ-95 – 16,83%, ДТ – 15,58%. В 2012 году НДС для дизельного топлива – 4,55, в бензинах 4,9 руб. в 1 л. Доля НДС в конечной цене составит в ДТ – 14,44%, в АИ-92 – 17,56 %, в АИ-95 – 14, 3%. В 2013 году – 5,15 руб. в ДТ, в бензинах – 5,54 руб. Динамика доли трех налогов НДС, акцизов и НДС в цене нефтепродуктов за 2011–2013 гг. представлена на рисунке 1.

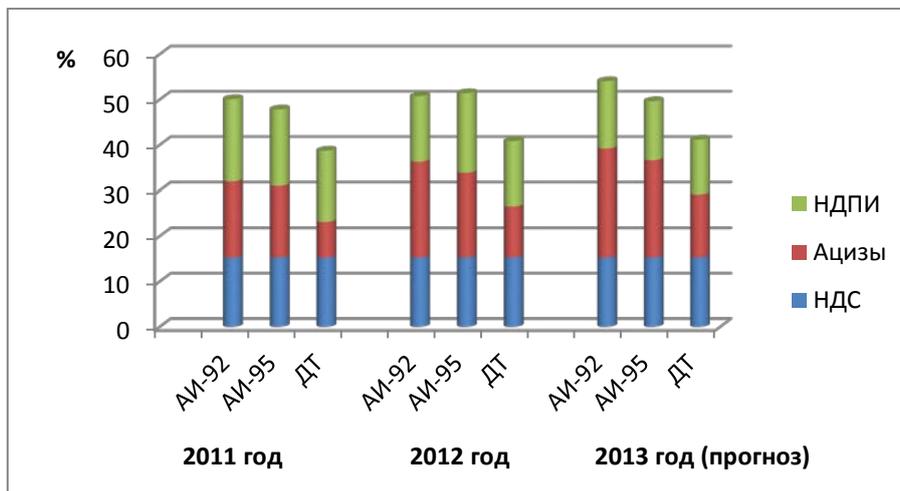


Рис.1. Динамика доли НДС, акцизов, НДС в цене нефтепродуктов за 2011–2013 гг.

Таким образом, в конечной цене нефтепродукта доля НДС, НДС и акцизов в 2011–2013 гг. составляет от 38,71% в 2011 году до 43,96 % в 2013 году в цене дизельного топлива и от 50,07 до 57,47 % в цене автомобильного бензина. Вследствие внесенных в Налоговый кодекс поправок об увеличении ставок акцизов и НДС эта доля должна расти и в последующем и, как следствие, будет расти цена бензина.

Определить долю других налогов, таких как прибыль, транспортный налог, страховые взносы, земельный и других в цене нефтепродуктов сложнее, поэтому возьмем на уровне 6,15 % [12]. Структура цены на нефтепродукты в динамике за 2011–2013 гг. представлена на рисунке 2.

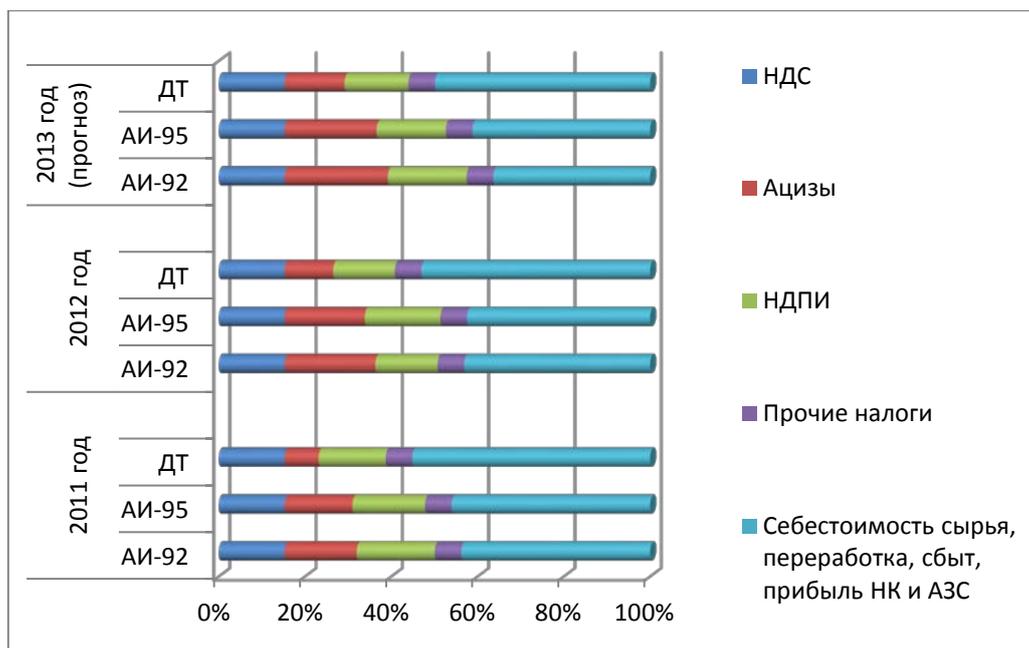


Рис. 2. Структура цены на ДТ, АИ-92, АИ-95 в 2011–2013 гг.

Таким образом, исходя из рисунка 2, следует, что в 2013 году минимум налогов (на уровне 50%), будет содержаться в цене дизельного топлива и 59–64% налогов в цене бензина. Со второго полугодия 2013 года акцизы снова увеличатся для экологического класса 4 по автомобильному бензину на 4,67%, по дизельному топливу на 3,83%, для класса 5 – на 11,8 и 3,83% соответственно, т.е. рост цен на бензин неизбежен.

По данным Министерства транспорта цена на бензин, в 2014 году будет колебаться от 31,3 до 33,7 руб., а к 2015 году от 33,1 и 36,5 руб. за 1 л [8]. Спрогнозируем налоговую составляющую в цене нефтепродуктов до 2015 года, к этому времени Россия должна перейти на реализацию бензина и дизельного топлива экологического класса 4.

Для расчетов возьмем прогнозные значения мировых цен на нефть, курса доллара по отношению к рублю, ставок акцизов в соответствии со статьей 193 НК данные представлены на рисунке 3.

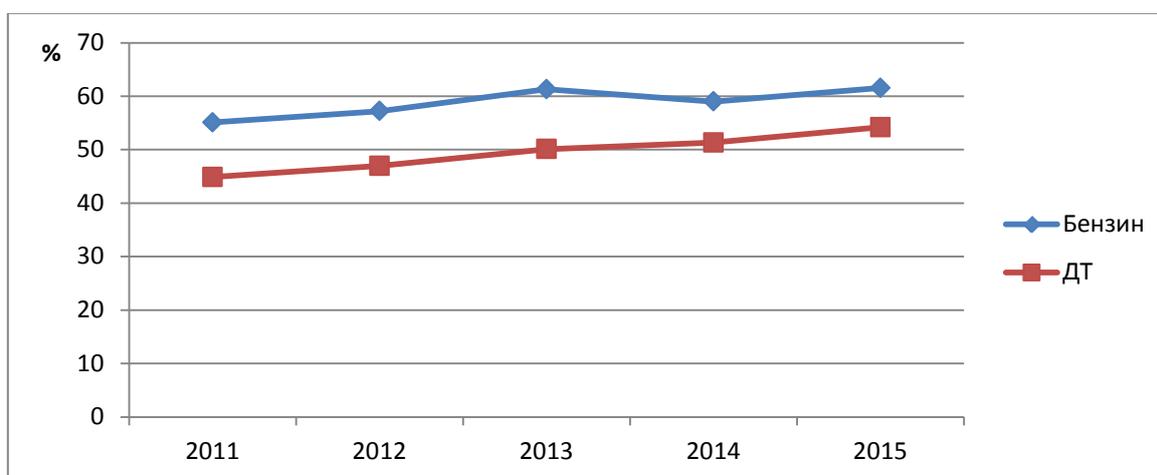


Рис. 3. Прогноз налоговой составляющей в 1 л нефтепродукта до 2015 г

Как следует из рисунка 3, к 2015 году по сравнению с 2011 годом налоговая составляющая в бензине увеличится на 11,71%, в ДТ на 20,78%. Это произойдет за счет роста акцизов в 2014 году на 10% по сравнению с 2013 годом, в 2015 году на 20% к 2014 году. Кроме того, изменится и структура автомобильного парка, в связи с переходом на экологические классы топлива.

Поиск путей сдерживания роста цен на бензин на внутреннем рынке является самым обсуждаемым вопросом как в Правительстве РФ, так и в регионах.

Одним из них является введение системы плавающих акцизов, с такой инициативой выступила Федеральная антимонопольная служба, ее поддержали Минэнерго и ряд нефтяных компаний.

Весной 2012 года в правительстве уже обсуждались поправки в Налоговый кодекс, снижающие акцизы на бензин при росте мировых цен на нефть. Предложено дополнить ст. 193 Налогового кодекса РФ еще одним (пятым) пунктом, который привяжет размер акциза к формуле с двумя переменными.

В настоящее время акциз рассчитывается по формуле с одной переменной:

$$A = NB * Cm,$$

где A – сумма акциза;

NB – налоговая база (в рублях либо в натуральном выражении);

Cm – ставка налога (в процентах или в рублях за единицу продукции).

В соответствии с поправками предлагается менять акцизы на топливо раз в месяц в зависимости от мировых цен, что позволит стабилизировать цены на нефтепродукты на внутреннем рынке при росте цен на нефть. Также в ФАС обсуждали отказ от дальнейшего повышения ставок за счет индексации акцизов в зависимости от темпа инфляции с коэффициентом 0,9.

Минфин и Минэкономразвития против введения плавающих акцизов. Главный аргумент связан с тем, что поступления от акциза формируют дорожные фонды, а система плавающих акцизов поставит под вопрос их наполняемость [6].

Несмотря на противоречия, вопрос о плавающих акцизах отправлен на доработку. К обсуждению правительство привлекло нефтяные компании и профильные ведомства и поручило им до конца I квартала 2013 года проработать вопрос и целесообразность введения плавающей шкалы акцизов на нефтепродукты [9].

О самой шкале в средствах массовой информации практически ничего нет. Имеется лишь информация о приблизительном ценовом диапазоне мировых цен на нефть, при которых необходимо изменять акцизы [10, 13], таблица 4.

Таблица 4

Ценовой диапазон мировых цен на нефть для разработки шкалы плавающих акцизов

Предложения ФАС	Предложения Минэнерго
От 70 до 140 долл. за 1 баррель	Акциз должен меняться при цене нефти выше 100 долл. за 1 баррель

Заместитель председателя правительства РФ Аркадий Дворкович пояснил, что в целом система эффективна, однако не по всем параметрам. Например, при ценах на нефть ниже 100 долл. за 1 баррель она работает эффективно, а при ценах выше стимулы поставок нефтепродуктов только внутри страны становятся меньше.

Если в России введение плавающих акцизов находится в стадии согласования, то в Украине закон о них принят в мае 2012 года. Цель закона – в автоматическом режиме стабилизировать цену на нефтепродукты и защитить рынок от высоких цен на нефть. Согласно закону, к базовой ставке акцизного налога на нефтепродукты, установленной до конца 2012 года, каждую декаду будет добавляться или вычитаться из нее (в зависимости от средней стоимости нефти Brent (DTD), на бирже ICE за предыдущую декаду) корректирующая сумма, которая не может превышать 50% базовой ставки. Шкала плавающих акцизов [1], принятая в Украине, представлена в таблице 5.

Шкала плавающих акцизов в Украине

Средняя цена нефти Brent, долл/баррель	Ставка акциза
Менее 105	Увеличивается
105 – 125	Корректировка не проводится
Более 125	Снижается

Практика применения этого закона показала, что он требует доработки. Эксперты выразили сомнение относительно способности закона влиять на снижение стоимости топлива, по их словам, закон, наоборот, может спровоцировать его удорожание. На практике негативное влияние акциза на цены специалисты рынка стали отмечать уже в июле 2012 года, когда и начал применяться пересчет базовых ставок акцизного налога в зависимости от нефтяных котировок. Он, как и наши поправки к Налоговому кодексу, требуют доработки, так как закон работает только на «повышение» розничных цен на нефтепродукты (за счет увеличения ставок акциза при снижении мировых цен), а не наоборот.

Выводы. Из результатов проведенного исследования вытекает, что налоговая составляющая в цене автомобильного бензина с 2012 по 2015 год увеличится на 7,5% и составит более 60%, по дизельному топливу на 15,4%, доля налогов составит более 50%. Для снижения налоговой составляющей необходимо уменьшать ставки налогов. Что касается НДС, то его снижение планируется на 2% только к 2020 году, акцизы – по ним наблюдается рост, так как в ближайшие годы Россия перейдет на экологическое топливо «Евро-5», кроме того за счет них формируются дорожные фонды. НДС привязан к мировым ценам на нефть, курсу доллара по отношению к рублю и ставке налога, которая увеличивается в среднем в год более чем на 5%. Следовательно, в ближайшие годы цены на бензин не снизятся. Однако выход можно найти в системе плавающих акцизов, которые будут корректировать налоговую составляющую ежемесячно в зависимости от изменения мировых цен на нефть. Эффективно система будет работать при ценах ниже 100 долл. за баррель, но в ближайшее время по прогнозам экспертов цены ниже этой планки не опустятся. Следовательно, цены будут расти.

Литература

1. В России снова задумались над плавающим акцизом. URL: <http://lider-invest.com.ua/news/2012-07-25-7549>.
2. Динамика розничных цен на бензин. URL: <http://azs-partner.ru/gasolineprice>.
3. Информация Федеральной налоговой службы от 23 января 2012 г. «О данных, необходимых для исчисления НДС в отношении нефти, за декабрь 2011 года».
4. Информация Федеральной налоговой службы от 17 декабря 2012 г. «О данных, необходимых для исчисления НДС в отношении нефти, за ноябрь 2012 года».
5. Калькулятор единиц. URL: <http://www.au92.ru/calculator.htm>.
6. Минфин и МЭР по-прежнему против «плавающих» акцизов на топливо. URL: <http://www.audit-it.ru/news/finance/415908.html>.
7. Налоговые ставки НДС. URL: http://taxpravo.ru/faq/statya-140218-nalogovyie_stavki_ndpi.
8. Новые акцизы увеличат цену бензина на четверть к 2015 году. URL: <http://izvestia.ru/news/540177>.
9. Правительство РФ привлекло нефтяников к обсуждению проблемы плавающих акцизов и налоговой системы «60/66». URL: <http://lider-invest.com.ua/news/2012-09-25-7706>.
10. Правительству покажут «плавающие акцизы». URL: <http://www.dailynewslight.ru/ru/?r=ZHFwdXF2b0ZJVGtQUHJNjd4dmdDZWpHR1B2Zk0>.
11. Прогноз цены на нефть от Минэкономразвития РФ. URL: <http://www.investprognoz.ru/oil.htm>.
12. Сколько все-таки налогов в цене бензина? URL: <http://www.far-msk.ru/?p=12076>.
13. ФАС: С переходом на гибкие акцизы топливо не будет резко дорожать. URL: <http://www.dailynewslight.ru/ru/?r=ZHFwdXF2b0ZJVGtQUHJNjd4dmdDZWpHR1B2Zk0>.



СТРУКТУРА РЕГИОНАЛЬНОЙ ЛОГИСТИКИ

Показаны задачи, проблемы, а также принципы региональной логистики, совмещающиеся с принципами региональной экономики. Доказывается необходимость развития в регионах логистической инфраструктуры связующих отраслей хозяйства методом анализа структуры региональной системы.

Ключевые слова: региональная логистика, принципы логистики, логистическая инфраструктура, региональная система.

Ya.Yu. Pavlova

THE STRUCTURE OF THE REGIONAL LOGISTICS

The regional logistics tasks, problems and principles combined with the principles of the regional economy are shown. The development necessity of regional logistic infrastructure of connecting economy sectors by regional system structure analysis method is proved.

Key words: regional logistics, logistic principles, logistic infrastructure, regional system.

Введение. В настоящее время вопросам развития региональной логистики (РЛ) в России уделяется особое внимание, что связано с отходом от сырьевой к инновационной направленности в экономике. Логистика предлагает свои решения оптимального использования ресурсов через интегральные механизмы, связывающие отдельные отрасли хозяйства региона. Теория региональной логистики находится в зачаточном состоянии.

Целью работы является рассмотрение структуры логистики региона как части региональной системы.

Региональная логистика – научное направление в логистике, изучающее цепи поставок, проходящие через определенную административную территорию. Структура региональной логистики состоит из развитой логистической инфраструктуры (ЛИ), являющейся ее основой, материальных и сопутствующих им потоков, субъектов, принимающих и отпускающих потоки (рис.). *Объектами региональной логистики* являются отдельные элементы хозяйства региона как части региональной системы. *Целью региональной логистики* является обслуживание товарных потоков, проходящих через территорию региона, с оптимальными затратами, зависящие от качественных транспортных путей, уровня обслуживания распределительных центров. Среди основных глобальных проблем региональной логистики можно выделить:

- Неравномерно развитая, устаревшая дорожно-транспортная и распределительная сферы деятельности по регионам страны.

- Недостаточное внимание к возвратным материальным потокам, их утилизации, реорганизации и обновлению.

- Неконкурентоспособное сознание регионов в области логистики.

Задачами региональной логистики являются:

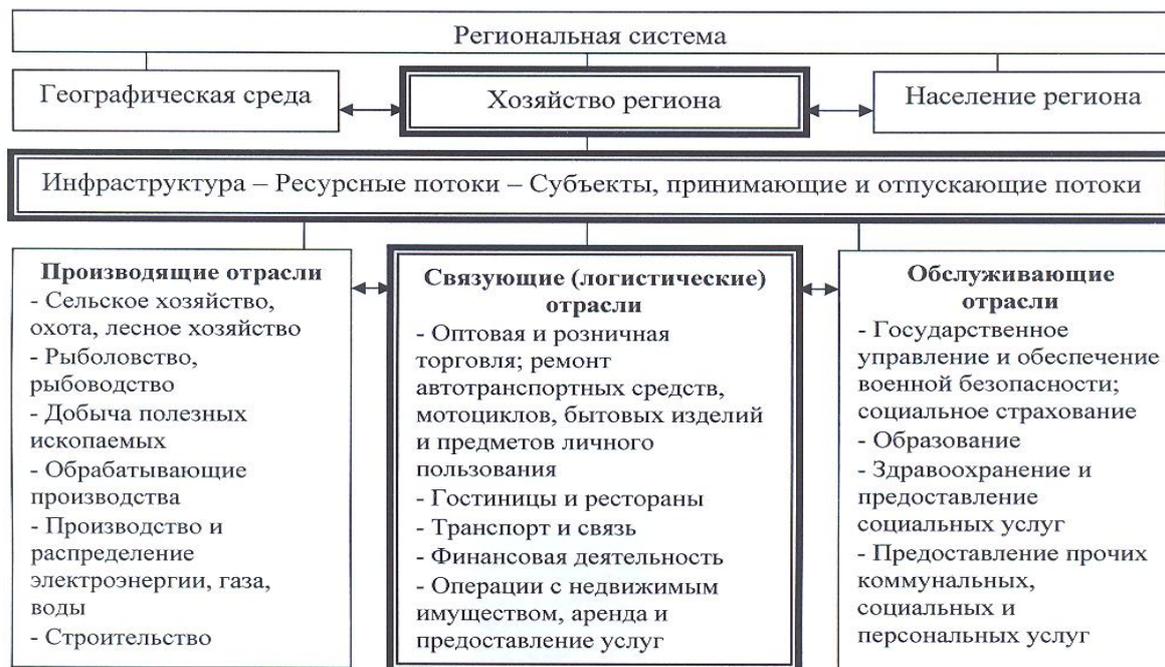
- Выявление закономерностей и принципов развития логистической инфраструктуры в отдельном регионе.

- Установление взаимозависимости логистической инфраструктуры с производственной и социальной инфраструктурами.

- Определение логистического инфраструктурного потенциала региона.

- Выявление уровня и особенностей развития логистических отраслей хозяйства региона.

- Разработка методологических основ исследования логистического развития региона.



Структура региональной логистики как часть региональной системы

Принципы региональной логистики синтезируют принципы региональной экономики и логистики, главная цель которых – «качественное воспроизводство населения – человеческого (интеллектуального) ресурса, который становится определяющим в производстве ВРП и социально-экономическом развитии» [1, с. 31]. По *принципу системного подхода* признается комплексность развития отраслей региона при оптимизации потоков от первичного источника сырья до конечного потребителя. *Принцип тотальных затрат* говорит о том, что, располагая производство ближе к источникам сырья, топлива и энергии или на территории потребления готовой продукции, регион минимизирует затраты на материалы, труд, капитал и информацию. *Принцип комплексности* основан на том, что для освоения наиболее эффективных ресурсов региона необходимо тесное сотрудничество всех участников движения ресурсов. Для достижения *принципа глобального оптимума* элементов региону необходимо ориентироваться не только на локальные (внутренние) цели функционирования, но и на социально-экономические и природные процессы, происходящие в глобальном мире, стране, другом регионе. По *принципу социальной направленности* соблюдаются социальные стандарты, признается и поддерживается самобытность, культура и интересы всех народов как конечных потребителей, которые должны получить товар необходимого качества с достойным сервисом. *Принцип экологичности* основан на защите и улучшении окружающей среды региона, рациональном природопользовании ее ресурсами с доведением отходов производства до сбора, сортировки, транспортировки, утилизации или безопасного хранения, т.е. до обеспечения возвратных потоков. *Принцип гуманизации* технологических решений отвечает за соответствие межотраслевых региональных комплексных программ развития региона эргономическим, социальным, этически требованиям развития региона на благо будущих поколений.

С развитием процессов глобализации в начале XXI века и вступлением России во Всемирную торговую организацию (ВТО) в декабре 2011 года потоки чистого конечного продукта, проходящие через страну, возрастут. В результате снижения таможенных пошлин и выравнивания цен россияне начнут покупать больше товаров за границей, международные транспортно-логистические компании расширят свой бизнес на международных направлениях. Мировой товарооборот, начиная с 2000 года, возрос в 3 раза [2]. В России товарооборот с 2000 года вырос в 6 раз и составлял на конец 2011 года 2% от мирового товарооборота. В Республике Марий Эл товарооборот, начиная с 2000 года, вырос в 10 раз, причем положительное сальдо с каждым годом растет, но составляет всего 0,5% от товарооборота России на конец 2010 года. Такие тенденции в российской экономике, как регионализация, дерегулирование транспорта, кооперация с поглощением мелких компаний, повсеместная технологическая информатизация двигают страну к все близкому сотрудни-

честву с глобализационным миром, связанному с транснациональными корпорациями (ТНК), финансово-промышленными группами (ФПГ), свободными экономическими зонами, которое ведет к изменению структур цепей поставок и характера движения потоков в них:

1. «Возрастает скорость, интенсивность и сложность материальных и информационных потоков, особенно в экспортно-импортных операциях. Усложняются финансовые взаимоотношения международных логистических посредников.

2. Сокращается число звеньев глобальных цепей и каналов. Уменьшается количество организационно-экономических отношений в глобальных логистических системах, но сложность их возрастает.

3. Уменьшается надежность логистических цепей, так как сокращаются или практически исчезают материальные запасы в производстве и глобальных дистрибутивных сетях» [5, с.27].

Данная работа не направлена на раскрытие проблемы глобализации, которая является неизбежным и адекватным процессом современности. Наиболее важной задачей является подготовка страны к увеличивающимся человеческим (трудовым, туристическим), материальным (сырьевым, товарным), информационным (программным управлением, связи) потокам. Российская **логистическая инфраструктура**, основанная на региональных логистических системах, попросту не готова к такому объему и в настоящее время является ограничивающим фактором развития всех отраслей хозяйства. Еще 12 лет назад М.П. Комаров отмечал, что «будущие целостность и мощь государства во многом зависят от правильной региональной политики, одним из инструментов которой является развитие инфраструктуры» [6, с.189]. Понимая под инфраструктурой экономики совокупность отраслей и видов деятельности, обслуживающих производств и хозяйств в целом, создающих для них общий фундамент и условия функционирования, можно разделить ее *по типу сферы деятельности* на: производственную, логистическую и социальную, имеющие различные конечные цели. Часто в литературе логистическую инфраструктуру соединяют с производственной (дорожное строительство, транспортные перевозки) и социальной (оптовая и розничная торговля, трубопроводный транспорт) [6]. На взгляд автора, это ведет к недостаточному вниманию к *функции перемещения*, которая является одной из важных статей затрат, оптимизация которой приводит к созданию цепи поставок с минимальными затратами. **Логистическая инфраструктура (ЛИ)**, как часть региональной логистической системы, – *технические средства связующих отраслей*, которые еще называют сферами услуг: транспортная, оптовая и розничная торговля, связь. Данные отрасли перемещают ресурсы от производителя до потребителя. **Цель использования ЛИ:** минимизация затрат с использованием оптимального перемещения (расстояния, времени между пунктами доставки и габаритов груза) ресурсов. Растет потребность в логистических услугах, к которым относят следующие виды услуг: развитие транспортных (строительство дорог, пассажирские, грузовые перевозки), экспедиторских услуг (организация перемещения грузов и документов для них [7]), услуги хранения на складских площадях, услуги по оптимизации логистических процессов (логистический аудит, аутсорсинг). **Цель использования производственной инфраструктуры (ПИ)** – минимизация издержек на сырье, на потребление энергии во время производства, и как следствие максимальная производительность. **Цель использования социальной инфраструктуры** – удовлетворение населения в качественных социально-бытовых и культурных потребностях, таких как здравоохранение, образование, ЖКХ и т.д.

При анализе экономики региона возникает проблема, какие показатели рассмотреть, чтобы понять уровень развития региональной логистической сферы. В статистических данных, имеющих отраслевую принадлежность, существуют показатели развития транспорта и связи, но анализ остальных трех направлений затруднителен по причине отсутствия отслеживания данной информации, поэтому описание их развития имеет по большей части интуитивно-экспертную основу. Все отрасли хозяйства региона можно разделить на три блока (см. рис.):

1-й блок – *Добывающие, перерабатывающие и производящие отрасли* – добывание и преобразование материальных (вещественных и энергетических) ресурсов в средства производства или потребительские блага. К ним относятся добывание сырья, промышленное производство, сельское хозяйство, рыболовство и рыбоводство, строительство, которые располагаются ближе к источникам сырья, топлива и энергии. Главным объектом оптимизации являются производственные машины и технологии, целью развития изготовление качественного конкурентоспособного товара с наименьшей себестоимостью. Наибольшие затраты приходится на приобретение сырья и материалов, используемых в производстве; приобретение топлива, воды и энергии всех видов; амортизацию основных фондов (табл. 1).

2-й блок – *Обслуживающие отрасли* – потребление чистого конечного продукта на человеческое жизнеобеспечение. Включает здравоохранение, образование, культуру, жилищно-коммунальное хозяйство, военную защиту, инновации. Инновационная деятельность чаще связана с разработкой новых продуктов на базе учреждений науки и в сфере военного дела. Главным объектом управления является человек, целью развития удовлетворение его потребностей. Отрасли размещаются в районах концентрации трудовых ресурсов. Наиболее значимой статьей затрат является оплата труда.

3-й блок – *Связующие отрасли* – перемещение добывающих, производимых ресурсов, а также чистого конечного продукта до потребителя. В них входит транспорт и связь, торговля и услуги, финансы. Объектами управления и оптимизации являются транспортные пути, распределительные центры и транспортные средства, целью развития включает «правило 7 г». Отрасли располагаются в районах потребления продукции. Показатели связующих отраслей отображают уровень развития региональной логистики. Исходя из того, какой блок занимает большую долю в ВВП, ВРП и в какой занято больше всего трудоспособного населения, можно сказать о характере экономики (развитая, развивающаяся, переходная), о стадии экономического развития (доиндустриальная, индустриальная, постиндустриальная, инновационная), технологическом укладе, а также о географическом расположении региона, страны (имеет ли выход к мировым транспортным коридорам) (см. табл.). В будущем с развитием шестого технологического уклада, основанного на биотехнологии, нанотехнологии, проектировании живого вложения в человека, новом природопользовании, новой медицине, робототехнике, высоких гуманитарных технологиях, проектировании будущего и управлении им, технологии сборки и разрушения социальных субъектов, и экономики, основанной на инновациях, *доля обслуживающих отраслей в ВВП стран будет возрастать*. Для достижения этого необходимо пройти историческое развитие пятому технологическому укладу (развитие микроэлектроники, информатики, биотехнологии, геной инженерии, новых видов энергии, материалов, освоение космического пространства, спутниковой связи), при котором наибольшее развитие получают связующие отрасли. *В странах с развитой экономикой* (например, Германия, США, Великобритания) наибольшую долю в ВВП (более 47%) занимают связующие отрасли, где сильно развита финансовая деятельность (свыше 30%). Связующие отрасли участвуют в международных потоках, постоянно совершенствуя скорость передвижения и условия хранения. Считается, что в структуре затрат доля на связующие отрасли по всей цепи поставок может достигать до 70%. Поэтому страны и регионы активно борются за товарные, финансовые, людские потоки и создание международных транспортных коридоров (МТК), проходящих через их территорию.

Таблица 1

Отличительные признаки по блокам отраслей

Признак	Добывающие, перерабатывающие, производящие отрасли	Связующие отрасли	Обслуживающие отрасли
1	2	3	4
Процесс	Добыча, переработка, производство	Доставка	Потребление
Главный объект управления и оптимизации	Производственные машины и производственные технологии	Транспортные пути. Распределительные центры. Транспортные средства	Человек
Цель развития	Изготовление качественного конкурентоспособного товара с наименьшей себестоимостью	Доставка продукта по правилу 7 г: правильные продукт, издержки, количество, качество, время, место, потребитель	Удовлетворение потребностей человека
Факторы размещения [8, с.252]	Отрасли, тяготеющие к источникам сырья, топлива и энергии	Отрасли, тяготеющие к районам потребления продукции	Отрасли, тяготеющие к районам концентрации трудовых ресурсов
Значительная доля по статьям затрат на:	приобретение сырья и материалов, используемых в производстве; приобретение топлива, воды и энергии всех видов; амортизация основных фондов	топливо, оплату труда, амортизацию основных фондов	оплату труда

Окончание табл. 1

1	2	3	4
Стадия экономического развития при большей доле ВВП	Доиндустриальная, индустриальная	Постиндустриальная	Инновационная
Технологический уклад	Четвертый уклад – развитие энергетики с использованием нефтепродуктов, газа, средств связи, новых синтетических материалов	Пятый уклад – развитие микроэлектроники, информатики, биотехнологии, генной инженерии, новых видов энергии, материалов, освоение космического пространства, спутниковой связи	Шестой уклад – биотехнологии, нанотехнологии, проектирование живого, вложения в человека, новое природопользование, новая медицина, робототехника, высокие гуманитарные технологии, проектирование будущего и управление им, технологии сборки и разрушения социальных субъектов

Обслуживающие отрасли, доля которых в структуре ВВП занимает более 20%, действуют в условиях конкурентной среды, когда они вынуждены бороться за клиента и повышать качество услуг, с оптимальным соотношением роли государства и рыночных регуляторов (табл. 2).

В странах с развивающейся экономикой (например, Индия, Китай, Аргентина) наибольшую долю в структуре ВВП занимают добывающие, перерабатывающие производящие отрасли (более 45%), наблюдается небольшой ВВП в социально-обслуживающих отраслях (менее 16%). Деление на выход к морским побережьям (табл. 2) не показывает значительной зависимости структуры ВВП от месторасположения стран, т.е. отставание развивающихся стран обусловлено не столько природными и территориальными, сколько социально-экономическими причинами, особенностями политического, исторического, национального развития. В странах-островах (Кипр, Мальта) наибольшую долю в ВВП занимает финансовая деятельность и торговля в связующих отраслях, это связано с открытием оффшорных зон, а также значительная доля ВВП приходится на обслуживающие отрасли. Отличительная структура ВВП в Японии тем, что все три блока отраслей развиты почти равномерно, а обслуживающие отрасли занимают 31,5%! Россия относится к числу таких стран с переходной экономикой, как Чехия, Словакия, в структуре ВВП которой преобладает блок связующих отраслей, но обслуживающие отрасли занимают до 20%. В нашей стране перерабатывающие и производящие отрасли пока не стали цепочкой добывающих отраслей в оптимальном объеме, особенно в восточной части, а связующие отрасли по причине неразвитости дорожно-транспортной и складской инфраструктуры неконкурентоспособны со странами Западной Европы и АТР. Российская продукция энергоемка, в итоге менее экологична, более затратна. К высоким затратам на энергетику добавляются высокие транспортные затраты, а также высокие ставки по кредитам. Россия как страна, состоящая из 8 федеральных округов, 11 крупных экономических районов, 83 республик, областей и краев, по долям блоков в ВВП достаточно различается (табл. 3). Центральный федеральный округ лидирует по развитию связующих отраслей, Уральский ФО – в добывающих и производящих отраслях, Северо-Кавказский ФО – в обслуживающих, в большей степени социальных областях. Причем наблюдается тенденция снижения во всех ФО 1-го блока отраслей, в некоторых уменьшение части 3-го блока при увеличении 2-го блока.

Таблица 2

Отраслевая структура валового внутреннего продукта, % к итогу

Страна	Год	Добывающие, перерабатывающие производящие отрасли	Связующие отрасли	Обслуживающие отрасли
1	2	3	4	5
Россия	2010	39,4	46,4	14,2
<i>Страны ЕС, имеющие выход к морским путям</i>				
Германия	2005	30,3	47,3	22,4

1	2	3	4	5
Нидерланды	2005	26,4	49	24,6
Бельгия	2005	25,2	51,1	23,7
<i>Страны ЕС, не имеющие выхода к морским путям</i>				
Чехия	2005	41,1	41,8	17,1
Австрия	2005	31,3	47,3	20,5
Словакия	2005	40	44,7	15,3
<i>Страны Азии, имеющие выход к морским путям</i>				
Индия	2004	49,3	36,4	14,3
Китай	2004	59,6	26,7	13,7
Турция	2004	36,5	51,9	11,6
<i>Страны Азии, не имеющие выхода к морским путям</i>				
Киргизия	2004	46,2	38,1	15,7
Армения	2004	52,7	33,3	14
Таджикистан	2004	45,5	31	23,5
<i>Страны-острова</i>				
Великобритания	2005	24,1	52,2	22,2
Япония	2004	30,6	37,9	31,5
Кипр	2005	22,7	52,4	24,9
Мальта	2005	25	48,3	26,7
<i>Америка</i>				
США	2004	23,1	52	24,9
Канада	2004	33,1	46,9	20
Аргентина	2004	45	38,5	16,5

Примечание: Страны Азии, Америки [2, с.84]; Страны ЕС [3, с.62], Россия [4, с.338].

Необходимо повышать долю связующих отраслей в ВРП регионов, для этого необходимо создавать сбалансированные по мощности перемещения мультимодальные транспортно-логистические центры (МТЛЦ) в регионах страны, соответствующие международным стандартам, с целью реализации транзитного потенциала страны; стимулировать регионы на вхождение и участие в евро-азиатских международных транспортных коридорах (МТК), тем самым повысить конкурентоспособность российской части МТК. Регионы должны конкурировать за грузовой поток, проходящий через их территорию с целью интеграции в мировое транспортное пространство; «повысить конкурентоспособность российских перевозчиков и экспедиторов на мировом рынке транспортных услуг» [9, с. 79] с целью развития экспорта транспортных услуг; расширять торговлю продуктами питания собственного производства, для этого необходимо развивать агропромышленный комплекс с целью развития торгово-посреднической деятельности, заключающейся в развитии сетевых магазинов, собственной торговой марки (СТМ); расширять торговлю промышленными товарами собственного производства, основанного на инновациях [10].

Таблица 3

Доля блоков отраслей в ВРП ФО (за 2005 и 2010 гг. [4, с. 338]), %

Федеральный округ	Добывающие, перерабатывающие, производящие отрасли	Связующие отрасли	Обслуживающие отрасли
1	2	3	4
<i>2005 год</i>			
Центральный	29,8	60,8	9,4
Северо-Западный	46,9	40	13,1
Южный	47,1	39,7	13,2
Северо-Кавказский	45,1	36,6	18,3
Приволжский	57,6	32,1	10,3

Окончание табл. 3

1	2	3	4
Уральский	63,6	30,5	5,9
Сибирский ФО	54	33	13
Дальневосточный	47,2	37,4	15,4
2010 год			
Центральный	28,9	58,4	12,7
Северо-Западный	46,1	38,5	15,4
Южный	45,1	39,2	15,7
Северо-Кавказский	41,2%	37,5%	21,3
Приволжский	53,2%	33,9%	12,9%
Уральский	61,8%	29,4%	8,8%
Сибирский	52,3%	32,7%	15%
Дальневосточный	53,2%	30,8%	16%

Развитие элементов и планирование логистической инфраструктуры должно идти с опережением наращивания мощностей социальной и производственной инфраструктуры. Планирование направлений потока ресурсов является основой строительства дорог, трубопроводов, средства связи для развития жилищных условий, производственных нужд. Чем выше уровень развития, стабильность и эффективность работы связующих отраслей региона, тем больше возможностей развития у производственных предприятий и фирм, оказывающих услуги, тем выше качество жизни населения.

Вывод. Региональная логистика – это часть дисциплины регионоведения и научное направление в логистике, изучающее проходящую через регион цепь поставок. В структуру региональной логистики входят логистическая инфраструктура, материальные и сопутствующие им потоки, субъекты, принимающие и отпускающие потоки. Развитие логистической инфраструктуры как технических средств, связующих отраслей региона (транспорт, оптовая и розничная торговля, связь) влияет на оптимизированное перемещение ресурсов от производителей до потребителей, приводит к созданию цепи поставок с минимальными затратами. В настоящее время в регионах России необходимо развивать в первую очередь связующие отрасли для более быстрого перехода к новому шестому технологическому укладу, лежащему в основе социально направленных обслуживающих отраслей.

Литература

1. Курнышев В.В. Региональная экономика. Основы теории и методы исследования. – М.: КНОРУСС, 2011. – 272 с.
2. Россия и страны мира. 2010: стат.сб./ Росстат. – М., 2010. – 372 с.
3. Европейский союз и Россия. Статистические составления 1995–2005: стат.сб. / Росстат – М.: ИИЦ «Статистика России», 2007 – 216 с.
4. Российский статистический ежегодник. 2011: стат.сб. / Росстат. – М., 2011. – 786 с.
5. Сергеев В.И. Глобальные логистические системы. – СПб.: Изд. дом «Бизнес-пресса», 2001. – 240 с.
6. Комаров М.П. Инфраструктура региона. – СПб.: Изд-во Михайлова В.А., 2000. – 347 с.
7. Голубчик А.М. Транспортно-экспедиторский бизнес: создание, становление, управление. – М.: Транслит, 2012. – 320 с.
8. Региональная экономика: учеб. / под ред. В.И. Видяпина и М.В. Степанова. – М.: ИНФРА-М, 2009. – 666 с.
9. Прокофьева Т., Карнаухов С., Архипов А. Развитие логистической инфраструктуры в московском транспортном узле // РИСК. – 2011. – №4. – С.70–83.
10. Логистика и управление цепями поставок. Теория и практика. Управление цепями поставок: учеб. / под ред. Б.А. Аникина и Т.А. Родкиной. – М.: Проспект, 2011. – 216 с.



МОДЕЛИРОВАНИЕ ВРАЩЕНИЯ СТЕБЛЕЙ ЗЛАКОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ПЛИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Представлены результаты моделирования вращательного движения частиц хлебных злаков при изготовлении плитных материалов. Получены зависимости скорости падения частиц от их размеров и высоты падения, позволяющие минимизировать угол ориентирования частиц в брикете.

Ключевые слова: злаки, стебли, цилиндрические частицы, ориентирование, вращающий импульс, аэродинамическое сопротивление.

S.M. Plotnikov, M.S. Lurye

THE CEREAL STEM ROTATION SIMULATION IN THE PLATE MATERIAL MANUFACTURING

The results of cereal particle rotational motion simulation in the plate material manufacturing are presented. The dependences of the particle fall rate on their size and fall height that minimize the particle orientation angle in briquettes are received.

Key words: cereals, stems, cylindrical particles, orientation, rotating impulse, aerodynamic resistance.

Отходы переработки сельскохозяйственных культур, такие как стебли злаковых растений, тростник, костра льна и конопля и т.д., являются недорогим сырьем для производства плитных материалов. Процесс формирования брикета из подобных частиц, имеющих цилиндрическую форму, предусматривает как продольное, так и поперечное ориентирование этих частиц. Это, в свою очередь, связано с необходимостью придания частицам такого вращательного движения, чтобы угол разброса частиц в брикете был минимальным.

При движении частицы в ориентирующем устройстве на нее действуют сила тяжести и силы аэродинамического сопротивления, обусловленные вращением частицы. Движение частицы под действием силы тяжести рассмотрено в работе [1], где определено время падения цилиндрической частицы T_0 с определенной высоты, установлено, что это время зависит от диаметра частицы и не зависит от ее длины, а также найдены отклонения от среднего значения T_0 .

На основании значения T_0 определяется угловая скорость (рад/с), которую следует придать частице для минимизации угла ее укладки в брикет

$$\omega = k \cdot \frac{2\pi n + \alpha_{нач}}{T_0}, \quad (1)$$

где $\alpha_{нач}$ – угол схода частицы с ориентирующих направляющих, зависящий от расстояния между направляющими и длины частицы, рад;

$n = 0$ или 1 – количество оборотов, задаваемое частице;

k – коэффициент, учитывающий замедление частицы при вращении в воздушной среде (коэффициент аэродинамического торможения).

В [1] считалось, что за время T частица разворачивается с постоянной угловой скоростью, т.е. выражение (1) не учитывает торможения частицы в воздушной среде ($k=1$), и, следовательно, является неточным. Для точной оценки вращательного движения частицы необходимо определить тормозящий момент аэродинамических сил, действующих на частицу в процессе вращении.

Пусть частица длиной L и поперечной площадью S (диаметром D) вращается вокруг оси OO' с угловой скоростью ω (рис. 1). Радиус вращения частицы $R = L/2$.

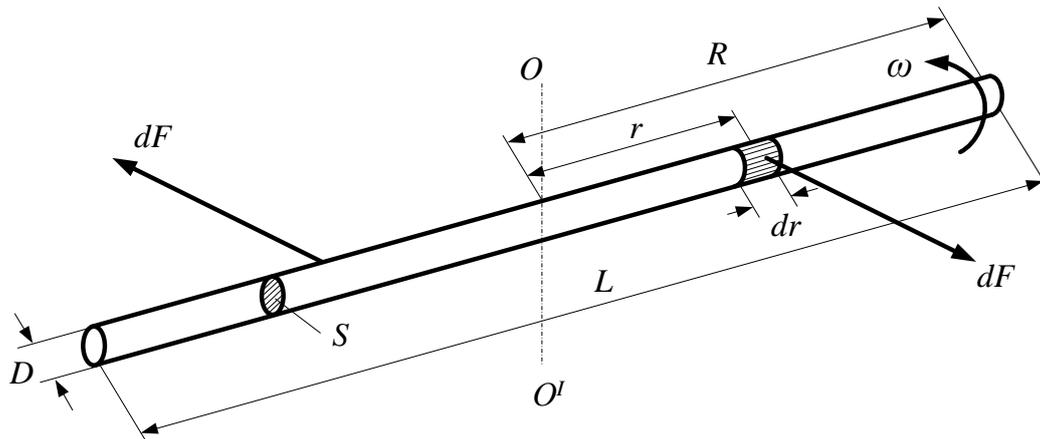


Рис. 1. Свободное вращение цилиндрической частицы в воздухе: r – текущая координата; dr – длина элементарного участка частицы; dF – элементарная сила аэродинамического сопротивления

Сила аэродинамического сопротивления F по длине частицы будет изменяться, поскольку разные ее участки будут двигаться относительно воздуха с разной линейной скоростью.

Рассмотрим бесконечно малый участок частицы длиной dr на расстоянии r от оси вращения. Элементарная сила сопротивления dF , действующая на участок частицы длиной dr и диаметром D определяется по формуле

$$dF = C_x \cdot \rho_B \cdot D \cdot dr \cdot \frac{V^2}{2},$$

где C_x – коэффициент аэродинамического сопротивления частицы;
 ρ_B – плотность воздушной среды;
 V – линейная скорость перемещения краев частицы, м/с.
 Выразив линейную скорость через угловую $V = r \cdot \omega$, получим

$$dF = C_x \cdot \rho_B \cdot D \cdot dr \cdot \frac{\omega^2 r^2}{2}. \quad (2)$$

Элементарный тормозящий момент, считая и силу, действующую на вторую половину частицы, будет равен

$$dM = 2dF \cdot r = C_x \cdot \rho_B \cdot D \cdot \omega^2 \cdot r^3 \cdot dr. \quad (3)$$

Для определения суммарного тормозящего момента необходимо проинтегрировать выражение (3) по длине частицы от оси вращения до ее конца:

$$M = \int_0^R dM = \int_0^R C_x \cdot \rho_B \cdot D \cdot \omega^2 \cdot r^3 \cdot dr = \rho_B \cdot D \cdot \omega^2 \int_0^R C_x \cdot r^3 \cdot dr = K \int_0^R C_x \cdot r^3 \cdot dr, \quad (4)$$

где $K = \rho_B \cdot D \cdot \omega^2$.

В выражении (4) следует учесть, что коэффициент аэродинамического сопротивления C_x зависит от скорости движения частицы относительно воздуха, которая, в свою очередь, определяется текущей координатой рассматриваемого участка r и угловой скоростью ω .

Для общности последующих выводов будем считать, что коэффициент C_x имеет следующий вид:

$$C_x = A + \frac{C}{\sqrt{V}} = A + \frac{C}{\sqrt{\omega \cdot r}} = A + \frac{C}{\sqrt{\omega} \cdot \sqrt{r}}. \quad (5)$$

Важной особенностью движения частиц в устройствах ориентирования является ламинарный характер обтекания частиц воздушной средой. Так, при характерных размерах частиц (длина от 70 до 150 мкм; диаметр от 3 до 6 мкм) и скоростях вращательного движения в пределах от 1 до 8 рад/с число Рейнольдса, характеризующее обтекание частиц потоком, не будет превышать 150, что соответствует ламинарному режиму.

Ламинарный режим движения однородных сред и их взаимодействие с обтекаемыми телами хорошо подчиняется численным методам расчета, поэтому для определения коэффициента аэродинамического сопротивления частиц был применен численный эксперимент.

Он заключался в следующих шагах:

- производился расчет стационарного процесса движения частицы в потоке воздуха при нормальных условиях методом численного моделирования. Для решения данной задачи было использовано численное моделирование с помощью программы Comsol Multiphysics 3.5. Это мощная интерактивная среда для моделирования и решения научных и технических проблем, описываемых дифференциальными уравнениями в частных производных [3]. При расчете определялась погонная суммарная сила, действующая на обтекаемое тело:

- по рассчитанному значению погонной силы определяется коэффициент аэродинамического сопротивления для исследуемого тела (частицы);

- результаты, полученные для тел (частиц) близкой формы, усреднялись;

- усредненные результаты аппроксимировались аналитическими выражениями, которые будут пригодны для дальнейших расчетов движения частиц в установках ориентирования.

Сила взаимодействия потока с обтекаемым им телом описывается известной формулой [4]

$$F = C_x \cdot \rho_B \cdot S \cdot \frac{V^2}{2} = C_x \cdot \rho_B \cdot D \cdot L \cdot \frac{V^2}{2}. \quad (6)$$

Чтобы характеристика носила более общий характер и не зависела от размеров тела (диаметра D и длины L) и условий обтекания, можно использовать погонную силу, т.е. силу, отнесенную к длине тела

$$\frac{F}{L} = C_x \cdot \rho_B \cdot D \cdot \frac{V^2}{2}. \quad (7)$$

Тогда коэффициент аэродинамического сопротивления может быть найден из формулы

$$C_x = \frac{2 \left(\frac{F}{L} \right)}{\rho_B \cdot D \cdot V^2}. \quad (8)$$

Полученные в результате моделирования зависимости погонной силы, действующей на цилиндрические частицы, приведены на рисунке 2.

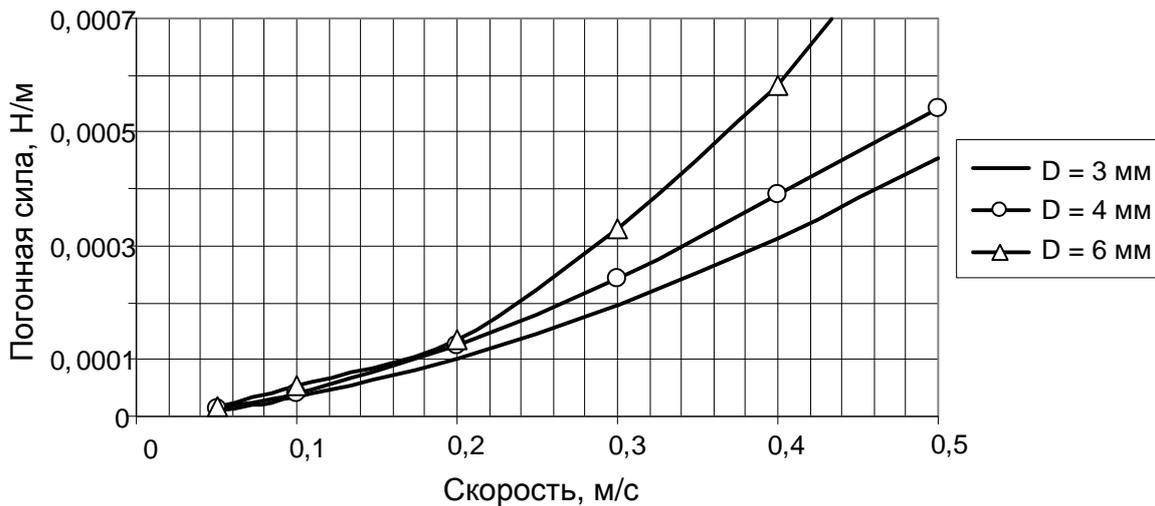


Рис. 2. Погонная сила сопротивления, действующая на частицы

После расчета по выражению (8), усреднению результатов и аппроксимации кривых средствами программы MatLab, получены выражения, позволяющие для каждой из групп частиц с точностью до 10% определять коэффициент аэродинамического сопротивления.

При этом получено следующее выражение коэффициента:

$$C_x = 0,19172 + \frac{11,321}{\sqrt{Re}} \quad (9)$$

В выражении (9) аргументом является число Рейнольдса. Это общепринятый критерий движения потоков среды, однако для практического расчета движения частиц в системах ориентирования он неудобен, так как скрытно содержит размеры частиц и их скорость, которые приходится аналитически интегрировать в процессе расчета. В нашем частном случае для последующего анализа удобнее выразить C_x как функцию скорости движения частиц относительно воздуха

$$C_x = 0,19172 + \frac{0,6683}{\sqrt{V}} \quad (10)$$

Подставив (4) в (3), получаем

$$M = K \int_0^R A \cdot r^3 \cdot dr + K \int_0^R \frac{C}{\sqrt{\omega \cdot \sqrt{r}}} \cdot r^3 dr = K \cdot A \int_0^R r^3 dr + \frac{K \cdot C}{\sqrt{\omega}} \int_0^R \frac{r^3}{\sqrt{r}} dr \quad (11)$$

Выражение (11) содержит два интеграла

$$\int_0^R r^3 dr = \frac{R^4}{4} \quad \text{и} \quad \int_0^R \frac{r^3}{\sqrt{r}} dr = \frac{2}{7} R^3 \sqrt{R} \quad (12)$$

Подставляя (12) в (11), получим

$$M = \frac{K \cdot A \cdot R^4}{4} + \frac{2K \cdot C \cdot R^3 \cdot \sqrt{R}}{7\sqrt{\omega}}.$$

Принимая во внимание (4), получим выражение тормозящего момента

$$M = \frac{\rho_B \cdot D \cdot A \cdot R^4}{4} \cdot \omega^2 + \frac{2\rho_B \cdot D \cdot C \cdot R^3 \cdot \sqrt{R}}{7} \cdot \frac{\omega^2}{\sqrt{\omega}}. \quad (13)$$

Введем обозначения:

$$a = \frac{\rho_B \cdot D \cdot A \cdot R^4}{4}, \quad b = \frac{2\rho_B \cdot D \cdot C \cdot R^3 \cdot \sqrt{R}}{7},$$

тогда окончательно получим зависимость аэродинамического момента торможения от размеров частицы и ее угловой скорости

$$M = a \cdot \omega^2 + b \cdot \frac{\omega^2}{\sqrt{\omega}}. \quad (14)$$

Для определения закона движения частицы запишем второй закон Ньютона для вращающейся частицы

$$J \frac{d\omega}{dt} = -M, \quad (15)$$

где J – момент инерции частицы относительно оси OO' , кг·м².

Для стержня массой m и длиной L момент инерции составляет [2]

$$J = \frac{1}{12} m \cdot L^2 = \frac{1}{12} m \cdot (2R)^2 = \frac{m \cdot R^2}{3}. \quad (16)$$

Подставив (16) в (15), получим

$$\frac{m \cdot R^2}{3} \cdot \frac{d\omega}{dt} = -M, \text{ или } \frac{d\omega}{dt} = -\frac{3}{m \cdot R^2} \cdot M.$$

С учетом выражения (14) имеем

$$\frac{d\omega}{dt} = -\frac{3}{m \cdot R^2} \cdot \left(a \cdot \omega^2 + b \cdot \frac{\omega^2}{\omega} \right). \quad (17)$$

Для решения полученного дифференциального уравнения (17) следует проинтегрировать обе его части

$$\omega = -\frac{3}{m \cdot R^2} \int \left(a \cdot \omega^2 + b \cdot \frac{\omega^2}{\sqrt{\omega}} \right) dt . \quad (18)$$

С использованием полученных в модели значений коэффициента C_x производилось решение нелинейного уравнения (18). Для его интегрирования использовалось имитационное моделирование с помощью пакета Simulink программы MatLab.

Общий вид модели для расчета вращения частиц цилиндрической формы показан на рисунке 3.

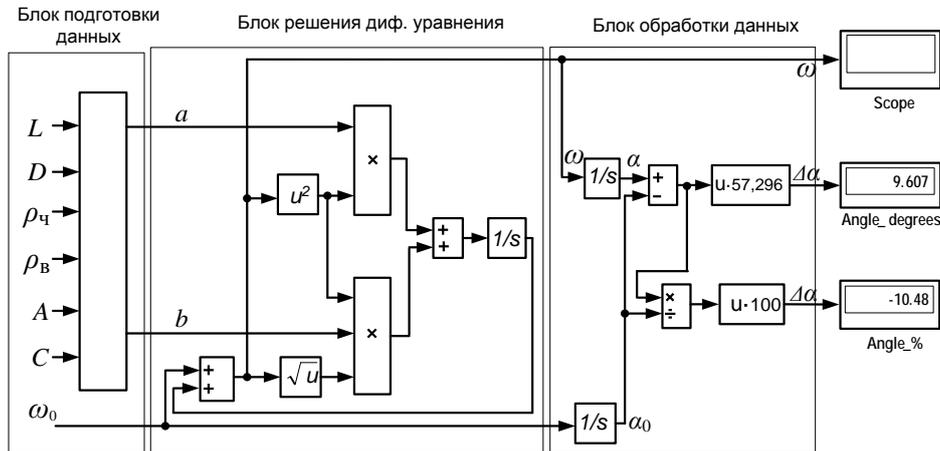


Рис. 3. Общий вид модели

Блок подготовки данных вычисляет значение коэффициентов уравнения (18), блок решения дифференциальных уравнений решает (18), интегрируя его правую часть. Блок обработки данных вычисляет угловую скорость частицы во времени. При этом вычисляются два значения углового отклонения частицы: с учетом сил аэродинамического торможения и идеальное – без учета данных сил. Данные значения индицируются на дисплеях Angle_degrees (в градусах) и Angle_% (в процентах от идеального значения). Осциллограф Scope показывает процесс изменения угловой скорости при движении частицы во времени.

Моделирование проводилось для цилиндрической частицы диаметрами 3, 4 и 6 мм, плотностью 200 кг/см³, для плотности воздуха 1,204 кг/м³, его кинематической вязкости 1,51·10⁻⁵ м²/с и плотности частицы 200 кг/м³. Полученные в результате численного эксперимента на моделях поля скоростей потоков при обтекании частицы представлены на рисунке 4, графики углового отклонения скорости частицы от начальной скорости – на рисунке 5, графики изменения угловой скорости частицы – на рисунке 6.

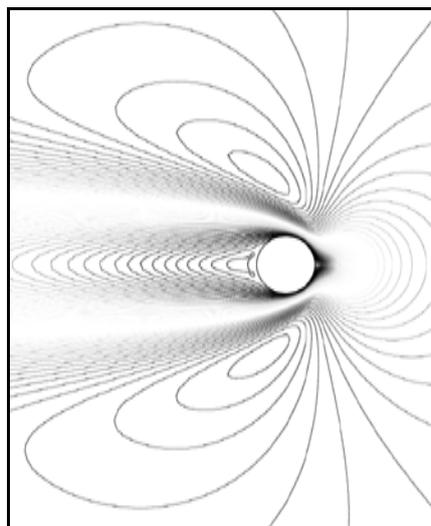


Рис. 4. Поле скоростей при обтекания цилиндрической частицы ($D = 3$ мм, $V = 0,05$ м/с)

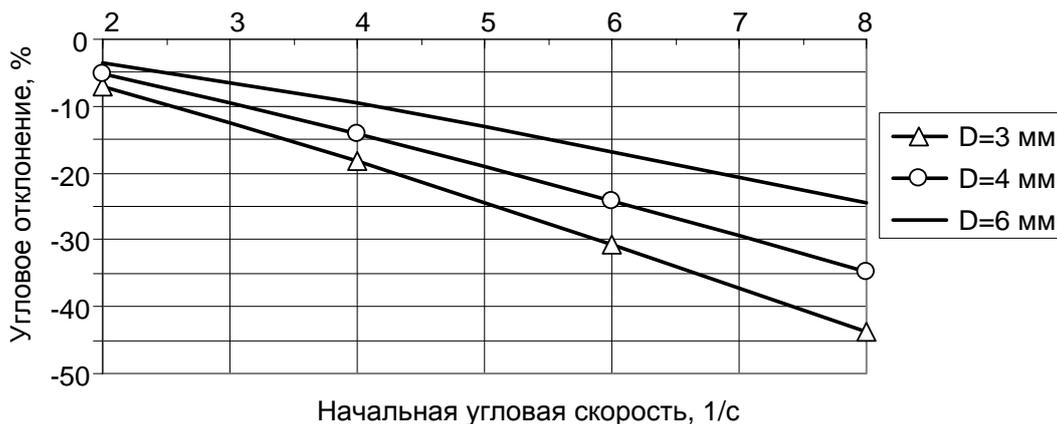


Рис. 5. Зависимость углового отклонения частицы длиной $L = 100$ мм от начальной скорости

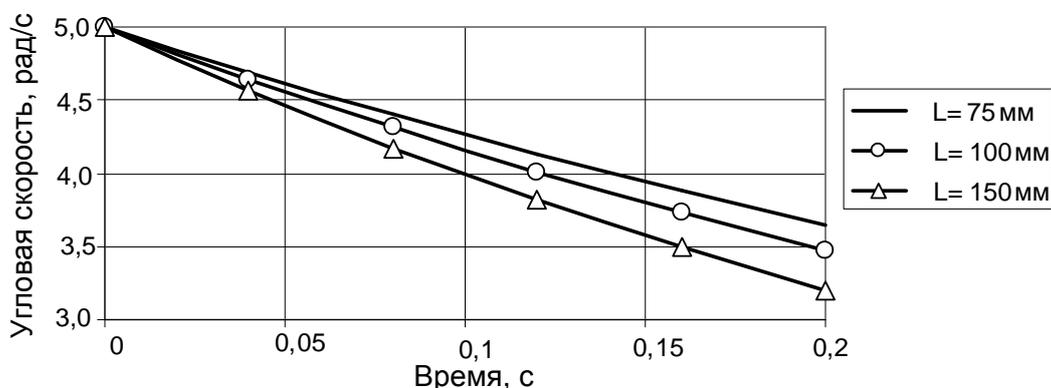


Рис. 6. Зависимость $\omega = f(t)$ для частицы диаметром 3 мм при начальной угловой скорости 5 рад/с

Выводы

По мере продвижения частиц в ориентирующем устройстве погонная сила аэродинамического сопротивления, действующая на частицы, возрастает нелинейно, причем тем больше, чем больше диаметр частицы.

Угловая скорость частиц, заданная направляющими органами, снижается по закону, близкому к линейному. За время ориентирования угловая скорость частиц диаметром 3 мм снижается на 45%, частиц диаметром 6 мм – на 25%, причем данное снижение возрастает с уменьшением плотности частиц.

Значение коэффициента аэродинамического торможения k в выражении (1) зависит от размеров частиц, их плотности, начальной скорости вращения и времени разворота, которое пропорционально высоте ориентирующего устройства. Коэффициент k для стеблей имеет средние значения: пшеница – 1,25; рожь, просо – 1,35; рис – 1,45; конопля, лен – 1,60; камыш – свыше 1,70.

Литература

1. Плотников С.М., Лурье М.С. Моделирование движения частиц хлебных злаков при ориентировании // Вестн. КрасГАУ. – Красноярск, 2011. – Вып. 11. – С.18–24.
2. Фаворин М.В. Моменты инерции тел: справ. – 2-е изд. перераб. и доп. – М., 1977. – 514 с.
3. Шмелев В.Е. Femlab 2.3. Руководство пользователя. – М.: Диалог-МИФИ, 1999. – 442 с.
4. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. – 7-е изд. – М.: Дрофа, 2003. – 840 с.





ПОЧВОВЕДЕНИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК 631.417.2

О.А. Некрасова

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ЮЖНОТАЕЖНЫХ ПОЧВ СРЕДНЕГО УРАЛА И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ*

Изучены гуминовые кислоты бурых и дерново-подзолистых почв южной тайги Среднего Урала и Зауралья.

Показано сходство средних характеристик основных показателей элементного состава и запасов энергии, аккумулированной в химических связях.

Ключевые слова: *гуминовые кислоты, элементный состав, дерново-подзолистые почвы, бурые горно-лесные почвы, южная тайга, Средний Урал, Зауралье.*

O.A. Nekrasova

THE HUMIC ACID ELEMENT COMPOSITION OF CENTRAL URAL SOUTH TAIGA SOILS AND ADJACENT TERRITORIES

The humic acids of brown and sod-podzol southern taiga soils in the Middle Ural and Trans-Ural are studied. The similarity of average characteristics of the main elemental composition indicators and energy reserves accumulated in the chemical connections is shown.

Key words: *humic acids, elemental composition, sod-podzol soils, brown mountain-forest soils, southern taiga, Middle Ural, Trans-Ural.*

Введение. «Природа создала на Земле в форме гумуса богатый источник легкодоступной энергии, связала большую часть необходимого для жизненных процессов углерода и большую часть азота, также столь необходимого для развития растений», – такую характеристику дал важнейшему компоненту почв С.А. Ваксман [1, с. 391]. Гуминовые кислоты являются неотъемлемой частью гумуса, участвующего в обеспечении устойчивости экосистем через реализацию им различных экологических функций. Они играют существенную роль в круговороте веществ и потоке энергии, влияют на рост и развитие живых организмов, связанных с почвой, выступают как регулятор почвенных процессов и режимов, как ингибитор опасных для функционирования экосистем соединений.

Гуминовые кислоты отражают в своем составе, структуре и свойствах особенности биоклиматической обстановки, в которой они формируются [2–4]. Относительно недавно было установлено, что, являясь системой, они сохраняют эти особенности, в том числе элементный состав, во времени [5–8].

Для познания свойств гуминовых кислот, обеспечивающих выполнение ими экосистемных функций, для расширения возможностей использования представлений о свойствах гуминовых кислот, оценки запасенных в них важнейших для функционирования растений элементов С и N, а также энергии, накопленной в химических связях, требуется расширение знаний об элементном составе этого компонента гумуса современных почв различных природных зон и почвенных провинций в разнообразных экологических условиях.

В то же время сведения о составе гуминовых кислот Среднего Урала и прилегающих территорий крайне скудны. Нами получен единообразный статистически значимый массив данных, позволяющий определить параметры и пределы флуктуаций характеристик гуминовых кислот наиболее распространенных в этом регионе южнотаежных почв.

* Исследования выполнены в Уральском федеральном университете и поддержаны грантом Правительства РФ, договор № 11.G34.31.0064».

В материалах, характеризующих гуминовые кислоты почв разных условий формирования, нуждаются не только почвоведы и геохимики, они важны также для экологов, палеогеографов, агрономических и природоохранных служб.

Цель работы: ликвидировать «белые пятна» в изученности очень важного для решения широкого круга вопросов теоретического и прикладного почвоведения элементного состава гуминовых кислот южнотаежных почв Среднего Урала и Зауралья.

Объекты и методы исследования. Объектами настоящего исследования явились почвы южнотаежных условий формирования на Среднем Урале и прилегающих к нему районов Зауралья, входящих в территорию Средне-Уральского региона. Ключевые участки расположены на равнинных и склоновых элементах рельефа в подзоне южной тайги, представленной в настоящее время производными от темнохвойной тайги хвойно-мелколиственными лесами [9]. Проанализированы гуминовые кислоты гумусовых горизонтов дерново-подзолистых и бурых горно-лесных почв Ревдинского, Нижнесергинского, Невьянского, Асбестовского и Талицкого районов Свердловской области.

С целью получения статистически значимого массива данных особое внимание уделялось сохранению единообразия условий отбора почвенных образцов, что подразумевает единые сроки (позднелетний период) и небольшой шаг опробывания с глубиной (сплошной колонкой, послойно каждые 5–10 см в пределах границ почвенных горизонтов).

Выделение гуминовых кислот проводилось в строго стандартных условиях из щелочной вытяжки после декальцирования в ходе анализа состава гумуса методом Пономаревой-Плотниковой в модификации 1968 г. [10]. Гуминовые кислоты осаждались и переосаждались 2н HCl, отделялись от раствора центрифугированием и доводились до сухого состояния при 40°С. Жесткой очистки 6н HCl или смесью HCl и HF не проводилось, поскольку содержание зольных элементов в гуминовых кислотах обусловлено экологическими условиями их формирования [11], кроме того, при жесткой очистке структурные особенности гуминовых кислот различных условий функционирования могут нивелироваться [12].

Элементный состав гуминовых кислот определялся в лаборатории микроанализа НИОХ им. Н.Н. Ворожцова СО РАН на автоматических анализаторах Carlo Erbo, Hewlett Packard и EuroVector mod. EA 3000, а также параллельно-классическим методом по Преглю.

На основе элементного состава гуминовых кислот, согласно предложениям С.А. Алиева [13], рассчитан запас энергии, содержащийся в них.

В общей сложности проанализирован элементный состав более 70 образцов гуминовых кислот дерново-подзолистых и бурых горно-лесных почв, наиболее распространенных в южнотаежной подзоне Среднего Урала и Зауралья.

Результаты исследования и их обсуждение. Элементный состав гуминовых кислот, выделенных из гумусовых горизонтов бурых горно-лесных и дерново-подзолистых почв южной тайги Среднего Урала и Зауралья, представленный в таблице 1, позволил не только определить общее содержание углерода и азота – основных элементов, важных для жизнедеятельности организмов, но и рассчитать энергию, запасенную в этом компоненте гумуса.

Таблица 1

Среднестатистическое содержание и пределы варьирования основных элементов в гуминовых кислотах южнотаежных почв Среднего Урала и Зауралья, % на сухое беззольное вещество

Тип почв	n	C	H	N	O
Бурые горно-лесные	21	<u>54,5±2,1</u>	<u>5,2±0,7</u>	<u>2,7±0,3</u>	<u>37,6±2,7</u>
		50,3–57,7*	4,2–6,3	2,2–3,2	33,9–43,1
Дерново-подзолистые	50	<u>53,0±2,6</u>	<u>5,1±0,7</u>	<u>2,9±0,6</u>	<u>39,1±2,9</u>
		48,4–58,9	3,9–6,6	1,4–4,5	33,0–44,6
$t_{кр(0,01)}=2,65$	$t_{эмл}$	2,6	1,0	1,1	2,1

* Под чертой – пределы варьирования, над чертой – среднестатистическое содержание.

Анализ данных показал, что содержание всех определенных элементов в составе гуминовых кислот бурых горно-лесных почв имеет более узкие пределы варьирования, чем в дерново-подзолистых почвах. Они лежат в рамках колебаний содержания, выявленных для дерново-подзолистых почв.

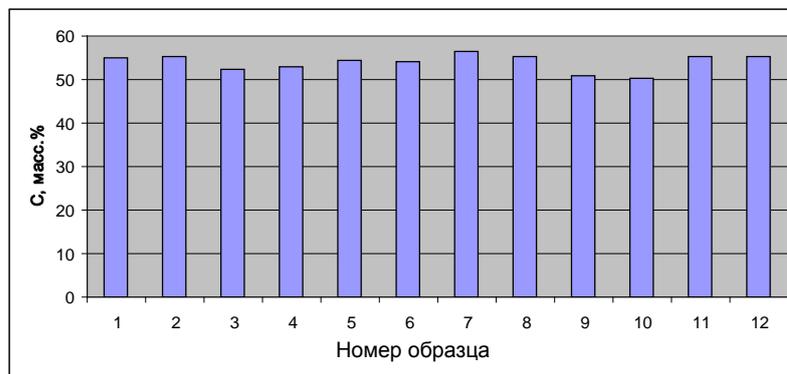
Оценка содержания основных элементов в гуминовых кислотах бурых горно-лесных и дерново-подзолистых почв по t-критерию Стьюдента выявила отсутствие статистически значимых различий между ними.

Запас энергии, содержащийся в гуминовых кислотах, рассчитанный по [13] на основании сведений о содержании элементов в составе гуминовых кислот, составил в среднем для бурых горно-лесных и дерново-подзолистых почв около 4 ккал на 1 г гуминовой кислоты (3988 ± 298 и 3825 ± 318 ккал/г соответственно).

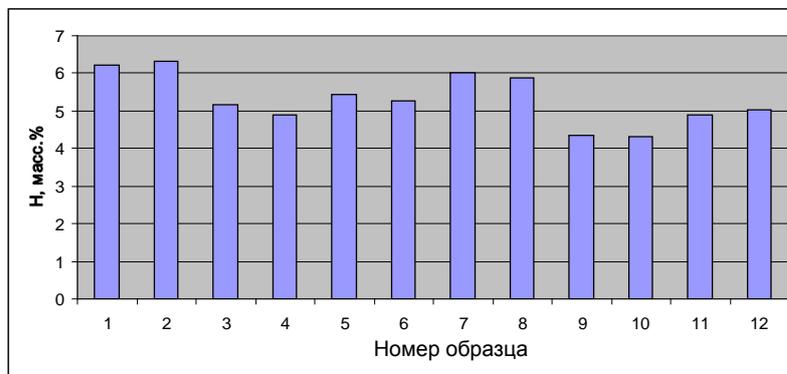
Следует отметить, что местом формирования бурых горно-лесных почв на Среднем Урале являются лесные склоны, сложенные хрящеватыми почвообразующими породами. Особенность их верхних почвенных горизонтов – легкосуглинистый или супесчаный гранулометрический состав, что в совокупности обеспечивает хороший дренаж и способствует формированию специфических черт этих почв [14, 15]. При отсутствии любого из этих условий дренирование поверхности ухудшается, что приводит к формированию в склоновых типах местности под светлохвойным лесом дерново-подзолистых почв. Ввиду небольших перепадов высот склонов, на которых изучались почвы (около 30 м), распространенные на них почвы относятся к одному типу. Сопоставление показателей элементного состава гуминовых кислот бурых горно-лесных и дерново-подзолистых почв, расположенных в разных частях склонов, показало, что количество каждого элемента в составе гуминовых кислот изменяется в близких пределах. В качестве примера приводим индивидуальные характеристики содержания основных элементов в гуминовых кислотах гумусовых горизонтов бурых горно-лесных почв, расположенных на разных участках склона (рис.), которые свидетельствуют об отмеченном выше сходстве.

Различия средних величин содержания основных элементов в гуминовых кислотах бурых горно-лесных почв, расположенных на разных частях склона, согласно t-критерию Стьюдента, не выявлены (табл. 2), что подтверждает сделанный выше вывод. Аналогичные результаты получены и по элементному составу гуминовых кислот дерново-подзолистых почв другого склона, которые представлены в этой же таблице.

На основании имеющегося в нашем распоряжении статистически значимого массива данных можно заключить, что положение по склону в пределах низкогорий Среднего Урала не влияет на элементный состав гуминовых кислот гумусовых горизонтов почв.

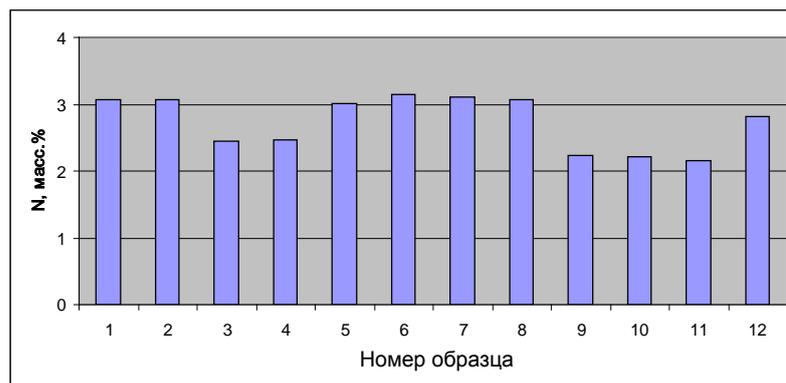


A

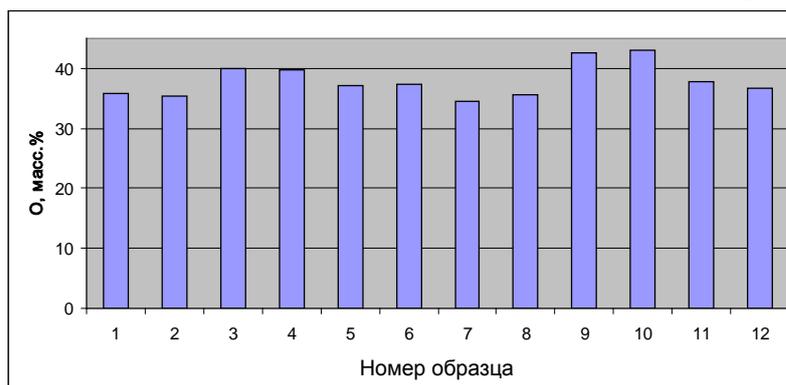


Б

Содержание основных элементов в гуминовых кислотах бурых горно-лесных почв, % на сухое беззольное вещество: А – углерод; Б – водород; В – азот; Г – кислород. Обозначения: образцы 1–4 – верхняя треть склона; образцы 5–12 – нижняя треть склона



В



Г

Окончание рис.

Таблица 2

Среднестатистическое содержание основных элементов в гуминовых кислотах южнотаежных почв склонов, % на сухое беззольное вещество

Положение по рельефу	n	C	H	N	O
<i>Бурые горно-лесные</i>					
Верхняя треть склона	4	53,9±1,4	5,6±0,7	2,8±0,3	37,7±2,5
Нижняя треть склона	8	53,9±2,2	5,2±0,6	2,7±0,4	38,3±3,1
$t_{кр(0,01)}=2,26$	$t_{эмп}$	0,1	1,1	0,2	0,3
<i>Дерново-подзолистые</i>					
Верхняя треть склона	9	53,4±0,6	5,2±0,4	3,7±0,6	37,7±0,7
Нижняя треть склона	7	52,8±4,3	5,1±1,0	2,9±1,1	39,5±4,6
$t_{кр(0,01)}=2,11$	$t_{эмп}$	0,3	0,5	2,0	0,9

Показано, что структурные особенности гуминовых кислот, в частности, соотношение в них основных элементов, несут информацию о состоянии природной среды, в которой они формировались [6–8]. В этом случае используются данные их элементного состава, выраженные в атомных процентах (табл. 3).

Среднестатистическое содержание и отношения основных элементов в гуминовых кислотах южнотаежных почв Среднего Урала и Зауралья. атомные %

Тип почв	n	C	H	N	O	H:C	O:C	C:N
Бурые горно-лесные	21	$\frac{37,3 \pm 1,7}{34,7-40,5}$	$\frac{41,8 \pm 3,4}{36,7-47,0}$	$\frac{1,6 \pm 0,2}{1,3-2,0}$	$\frac{19,5 \pm 2,4}{16,3-23,8}$	$\frac{1,13 \pm 0,13}{0,91-1,36}$	$\frac{0,52 \pm 0,06}{0,45-0,64}$	$\frac{23,79 \pm 3,30}{20,50-30,60}$
Дерново-подзолистые	50	$\frac{36,4 \pm 1,5}{33,3-40,2}$	$\frac{41,5 \pm 3,7}{35,3-48,0}$	$\frac{1,7 \pm 0,4}{0,8-2,8}$	$\frac{20,4 \pm 2,9}{15,2-25,9}$	$\frac{1,14 \pm 0,12}{0,93-1,36}$	$\frac{0,57 \pm 0,08}{0,42-0,71}$	$\frac{22,92 \pm 6,88}{13,75-35,00}$
$t_{кр(0,01)}=2,65$	t эмп	1,9	0,4	1,2	1,5	0,3	2,8	0,6

* Под чертой – пределы варьирования, над чертой – среднестатистическое содержание.

Как показывает анализ данных, обуглероженность гуминовых кислот как бурых горно-лесных, так и дерново-подзолистых почв в большинстве случаев не превышает 40,0%. Средние величины содержания углерода, различающиеся в гуминовых кислотах этих типов почв на 1–1,5%, практически не имеют статистически значимых различий, что выявлено с помощью t-критерия Стьюдента. Содержание водорода чаще всего превалирует над углеродом, поэтому величина отношения H:C превышает 1,00, составляя в среднем 1,13–1,14 в гуминовых кислотах обоих типов почв. Содержание азота в составе этого компонента системы гумусовых веществ колеблется в пределах 0,8–2,8% в дерново-подзолистых почвах и существенно более узких (но не выходящих за указанные пределы) в бурых почвах, характеризуясь в среднем очень близкими величинами. Насыщенность макромолекул этим элементом (величина C:N) варьирует в целом в больших диапазонах, но в среднем составляет около 23. Сравнение показателей элементного состава в гуминовых кислотах бурых горно-лесных и дерново-подзолистых почв с помощью t-критерия Стьюдента выявило статистически значимые различия только для отношения O:C (см. табл. 3).

Таким образом, на изученной нами территории южной тайги в пределах Средне-Уральского региона гуминовые кислоты бурых горно-лесных почв имеют близкие среднестатистические показатели элементного состава к таковым дерново-подзолистым по всем базовым параметрам.

Заключение. Статистически значимый массив данных, отражающий закономерности содержания и соотношения основных элементов в гуминовых кислотах почв южной тайги Среднего Урала и Зауралья, позволил определить среднестатистические параметры и пределы варьирования их характеристик. Гуминовые кислоты бурых горно-лесных и дерново-подзолистых почв, формирующихся в пределах единой биоклиматической зоны при разном положении в рельефе, имеют близкие средние характеристики основных показателей элементного состава, а также запасы энергии, аккумулированной в химических связях.

Полученные данные могут служить основой для оценки земель лесного фонда, а также использоваться в качестве рецентной основы при проведении реконструкций биоклиматической обстановки былых эпох по гуминовым кислотам для Средне-Уральского и аналогичных ему по природным условиям регионов.

Литература

1. Ваксман С.А. Гумус. Происхождение, химический состав и значение его в природе. – М.: СЕЛЬХОЗГИЗ, 1937. – 470 с.
2. Тюрин И.В. Географические закономерности гумусообразования // Тр. Юбилейной сессии, посвящ. столетию со дня рождения В.В. Докучаева. – М.: АН СССР, 1949. – С. 85–101.
3. Кононова М.М. Органическое вещество почв. – М.: АН СССР, 1963. – 314 с.
4. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв. – М.: Изд-во МГУ, 1974. – 410 с.
5. Дергачева М.И. Система гумусовых веществ почв. – Новосибирск: Наука, 1989. – 110 с.
6. Дергачева М.И. Возможность использования гуминовых кислот для реконструкции естественных и агроландшафтов прошлого // Проблемы древнего земледелия и эволюции почв в лесных и степных ландшафтах Европы: тр. междунар. конф. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2006. – С. 6–13.
7. Дергачева М.И. Гумусовая память почв // Память почв: почва как память биосферно-геосферно-антропоферных взаимодействий / отв. ред. В.О. Таргульян, С.В. Горячкин. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – С. 530–560.

8. *Дергачева М.И.* Гумусовые вещества как источник информации о природной среде формирования // Изв. аграрной науки. – 2011. – V 9. – № 2. – P.57–61.
9. *Гафуров Ф.Г.* Почвы Свердловской области. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2008. – 396 с.
10. *Пономарева В.В., Плотникова Т.А.* Методика и некоторые результаты фракционирования гумуса черноземов // Почвоведение. – 1968. – № 11. – С. 104–117.
11. *Dergacheva M.I.* Humic acids of soils of different age and genesis 10th International meeting of international humic substances society, 24–28 July 2000, Toulouse (France). – Toulouse, 2000. – P. 267–270.
12. Анализ изменений состава и структуры гуминовых кислот почв при кислотном и щелочном гидролизе / *В.Д. Тихова* [и др.] // Журн. прикладной химии. – 2008. – Т.81. – №11. – С. 1957–1962.
13. *Алиев С.А.* Почвы Азербайджанской ССР. Экология и энергетика биохимических процессов превращения органического вещества почв. – Баку: ЭЛМ, 1978. – 253 с.
14. *Фирсова В.П., Горячева Т.А., Прокопович Е.В.* Сравнительная характеристика свойств горных почв Среднего Урала // Почвоведение. – 1983. – № 5. – С. 16–25.
15. *Фирсова В.П., Павлова Т.С., Дедков В.С.* Биогеоценологические связи и почвообразование в сопряженных ландшафтах Среднего Урала. – Свердловск: Изд-во УрО АН СССР, 1990. – 135 с.



УДК 630.161.6 (571.6)

Н.М. Воронкова, А.Б. Холина, В.П. Верхолат

БИОМОРФОЛОГИЯ, ПРОРАСТАНИЕ И КРИОКОНСЕРВАЦИЯ СЕМЯН НЕКОТОРЫХ ДЕКОРАТИВНЫХ КУСТАРНИКОВ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ

Изучены биоморфологические и размерные характеристики, режимы проращивания и выяснена ответная реакция семян 13 видов кустарников, кустарничков и полукустарничков на действие сверхнизких температур (минус 196°С) с целью выяснения возможности их долгосрочного хранения в жидком азоте для создания банка семян. Для большинства видов криоконсервация не оказала отрицательного действия, семена сохранили свою жизнеспособность на первоначальном уровне.

Ключевые слова: кустарники, морфология семян, прорастание семян, криоконсервация, дальний Восток.

N.M. Voronkova, A.B. Kholina, V.P. Verkholat

BIOMORPHOLOGY, GERMINATION AND CRYOPRESERVATION OF SOME ORNAMENTAL SHRUB SEEDS IN THE RUSSIAN FAR EAST

Biomorphological, metric characteristics, germination conditions are studied, the response reaction of 13 shrub, undershrub and dwarf semishrub species to ultralow temperature (-196°C) influence in order to evaluate the possibility of their long-term storage for creating the seed bank is revealed. For most species cryopreservation did not have the negative effect; the seeds retained their viability at the initial level.

Key words: shrubs, seed morphology, seed germination, cryopreservation, Far East.

Введение. Решение задач охраны разнообразия растительных ресурсов невозможно без детального изучения вопросов семенного размножения отдельных видов, и, прежде всего, биологии прорастания и хранения семян с целью создания их фонда. Необходимость подобных исследований для конкретных видов диктуется их видоспецифическими биологическими особенностями, поскольку процессы стратификации и прорастания семян являются частью жизненного цикла растений. В связи с высокой антропогенной нагрузкой актуальность исследований возрастает не только в отношении редких и эндемичных видов, но и для довольно распространенных растений, красиво цветущих, декоративных, пищевых и лекарственных, запасы которых сокращаются в результате пожаров, а также изъятия их из природы для хозяйственных целей. Природная флора российского Дальнего Востока богата видовым разнообразием кустарников, кустарничков и полукустарничков, многие из которых обладают ценными свойствами. Анализ литературных данных указывает на недостаточную изученность многих сторон семенного размножения для большинства дальневосточ-

ных видов, в том числе и для кустарников. Особый интерес вызывают данные, имеющие значение для создания банков долговременного хранения семян без потери жизнеспособности. Известно, что общепринятые режимы хранения семян при низкой положительной температуре не обеспечивают длительного хранения семян; наиболее надежным, экологически чистым и сравнительно недорогим способом считается хранение семян в жидком азоте при минус 196°С (криоконсервация) [1–3]. Однако необходимо изучение реакции семян на этот способ хранения, а также разработка режимов проращивания для мониторинга жизнеспособности семян. В наших работах приведены такие комплексные характеристики для ряда видов Дальнего Востока России, в основном травянистых [4–7].

Целью настоящей работы является изучение морфологии, морфометрии, биологии прорастания семян, разработка режимов проращивания семян и изучение реакции семян на криохранение для 13 видов кустарниковых растений Дальнего Востока России.

Материалы и методы исследования. Жизненные формы растений охарактеризованы по классификации А.Б. Безделева и Т.А. Безделева [8]. Для получения морфометрических характеристик отбирали только хорошо выполненные семена. Описание формы и характеристику поверхности семян и односемянных плодов проводили согласно рекомендациям З.Т. Артюшенко и А.А. Федорова [9, 10]. Невскрывающиеся односемянные плоды, как генеративные диаспоры, характеризовали так же, как семена. Для описания морфологических признаков семени просматривали под бинокулярной лупой. Мелкие семена измеряли под микроскопом с помощью окуляра с измерительной сеткой. Массу семян определяли взвешиванием 3 проб по 100 шт., размеры – измерением 25 шт. в каждом образце. Режим проращивания подбирали индивидуально для каждого вида, при этом следовали рекомендациям М.Г. Николаевой с соавт. [11]. Проращивание семян проводили при комнатной температуре (18–25°С) в чашках Петри на увлажненной фильтровальной бумаге с подстилкой из ваты. Если семена в течение 1 месяца не проросли, их подвергали холодной стратификации при температуре 2°С в течение 1–4 месяцев, затем снова проращивали при комнатной температуре. Семена ряда видов сразу ставили на стратификацию без предварительного проращивания в тепле. Реакцию семян на криоконсервацию определяли путем их проращивания после прямого погружения в жидкий азот (1 мес.), жизнеспособность семян оценивали по лабораторной всхожести (отношение числа проросших семян к числу заложенных на проращивание, выраженное в %). Для семян *Rhododendron schlippenbachii* определяли энергию прорастания (всхожесть за 10 дней, %).

Результаты исследования и обсуждение. Виды, места сбора, морфометрические параметры, конфигурация и характеристика поверхности семян или односемянных плодов представлены в таблице 1. Большинство представленных видов многосемянные с мелкими и легкими семенами.

Таблица 1

Морфометрическая характеристика семян исследуемых видов кустарниковых растений

Вид (семейство)	Жизненная форма*	Место сбора	Описание семян	Размеры семян, мм		Масса 1000 семян, г
				Длина	Шири- на	
1	2	3	4	5	6	7
<i>Artemisia glomerata</i> (Asteraceae)	Летнезеленый полукустарничек	П-ов Камчатка, влк. Авачинская сопка (р-н г. Козельская), шлако- вое поле	Семянки узко- обратнойцевидные, слегка вытянутые, ко- ричневые, слегка же- лезистые, морщини- стые	2,69±0,07	0,87±0,02	0,63±0,01
<i>Chamaeper- icyclenum canadense</i> (Cornaceae)	Зимнезеленый полукустарничек	Северный Сихотэ- Алинь, верховья реки Катэн, окрестности горы Ко	Косточки эллипсои- дальные, светло- коричневые, голые, слегка морщинистые	2,64±0,07	1,87±0,04	6,37±0,29
<i>Dryas punc- tata</i> (Rosaceae)	Летнезеленый кустарничек	П-ов Камчатка, вулк. Ключевская сопка, заросшая лава, верес- ковая тундра	Орешки ланцетовид- ные, опушенные, с апикальным извили- стым носиком	3,61±0,07	0,65±0,02	0,70±0,10

1	2	3	4	5	6	7
<i>Phyllodoce caerulea</i> (Ericaceae)	Вечнозеленый кустарничек	П-ов Камчатка, вулк. Ключевская сопка, древняя лава, вересково-голубичная тундра	Семена эллипсоидальные, светло-коричневые, голые, мелко продольно бороздчатые	0,47±0,01	0,28±0,01	<0,05
<i>Rhododendron aureum</i> (Ericaceae)	Вечнозеленый стланец или стланичек	П-ов Камчатка, сопка Плоская, горные тундры, 1460 м над ур.м.	Семена от желтых до коричневых, окруженные узким крылом желтого цвета, голые, мелко продольно-бороздчатые	1,50±0,03	0,56±0,01	1,23±0,01
<i>Rhododendron camtschaticum</i> (Ericaceae)	Летнезеленый кустарничек	П-ов Камчатка, вулк. Авачинская сопка, горные тундры	Семена удлинено-овальные, иногда неравнобокие, светло-коричневые, голые, мелко продольно бороздчатые	0,64±0,01	0,31±0,01	<0,05
<i>Rhododendron schlippenbachii</i> (Ericaceae)	Летнезеленый кустарник	Южное Приморье, заповедник "Кедровая падь"	Семена удлинённые, иногда неравнобокие, коричневые, голые, продольно бороздчатые	2,27±0,05	0,88±0,02	0,52±0,03
<i>Ribes triste</i> (Grossulariaceae)	Летнезеленый кустарник	П-ов Камчатка, каменистые склоны у скалистых обнажений по левой стороне долины р. Быстрой	Семена округло-овальные, красновато-коричневые, голые, морщинистые	2,46±0,04	1,89±0,03	4,00±0,01
<i>Rosa maximowicziana</i> (Rosaceae)	Летнезеленый кустарник	Южное Приморье, заповедник "Кедровая падь"	Семена клиновидные, от кремовых до коричневых, голые, слегка морщинистые	5,0±0,11	2,77±0,07	12,93±0,13
<i>Spiraea betulifolia</i> (Rosaceae)	Летнезеленый кустарник	Северный Сихотэ-Алинь, верховья р. Катэн, окрестности г. Ко	Семена продолговатые, желтовато-коричневые, голые, точечные	2,01±0,06	0,30±0,01	<0,05
<i>Vaccinium praestans</i> (Ericaceae)	Летнезеленый кустарничек, стланичек	О-в Монерон, юго-восточная часть, бухта Изо	Семена неравнобокие, красновато-коричневые, голые, продольно-бороздчатые	1,08±0,02	0,57±0,01	0,2±0,002
<i>Vaccinium vulcanorum</i> (Ericaceae)	Летнезеленый кустарничек	П-ов Камчатка, вулк. Ключевская сопка, древняя лава, вересково-голубичная тундра	Семена неравнобокие, коричневые, голые, продольно-бороздчатые	0,87±0,01	0,56±0,01	0,13±0,03
<i>Weigela middendorffiana</i> (Caprifoliaceae)	Летнезеленый кустарник	Северный Сихотэ-Алинь, верховья р. Катэн, окрестности г. Ко	Семена овальные коричневые, окруженные светло желтым сетчатым крылом, без опушения	1,49±0,13	0,78±0,02	0,3±0,029

Проращивание семян дикорастущих видов в отличие от культурных представляет значительные трудности из-за наличия органического покая, различной глубины, поэтому считается, что разработать стандартные способы оценки качества их семян невозможно [12]. В результате режимы проращивания для каждого дикорастущего вида устанавливаются индивидуально опытным путем. В таблице 2 представлены оптимальные результаты по проращению семян изученных видов, полученные в условиях наличия или отсутствия стратификации.

Режимы проращивания и всхожесть семян исследуемых растений

Вид, срок хранения семян до опыта, мес.	Всхожесть, %	Стратификация, мес.	Всхожесть после стратификации, %
<i>Artemisia glomerata</i> , 9	93±1	–	–
<i>Chamaepericlymenum canadense*</i> , 15	–	4,0	76±4
<i>Dryas punctata</i> , 8.5	18±1	4,5	23±2
<i>Phyllodoce caerulea</i> , 8.5	64±14	–	–
<i>Rhododendron aureum</i> , 5	31±1	3,0	77±4
<i>Rh. camtschaticum</i> , 5	45±2	3,0	77±4
<i>Rh. schlippenbachii</i> , 1.5	90±1	–	–
<i>Ribes triste*</i> , 10	–	4,0	51±2
<i>Rosa maximowicziana*</i> , 2	–	4,0	85±1
<i>Spiraea betulifolia</i> , 19	91±2	–	–
<i>Vaccinium praestans</i> , 3	0	2,5	98±1
<i>V. vulcanorum</i> , 8.5	0	4,5	87±3
<i>Weigela middendorffiana</i> , 19	93±1	–	–

* Семена без стратификации не проращивали.

Как показали проведенные исследования, глубина покоя у семян исследованных видов различна. Наименее глубоким покоем и высоким уровнем всхожести (90% и более) отличаются семена *Artemisia glomerata*, *Rhododendron schlippenbachii*, *Spiraea betulifolia*, *Weigela middendorffiana*. Они не нуждаются в холодной стратификации, активно прорастают на свету. Для семян *Spiraea betulifolia* и *Weigela middendorffiana* необходимо отметить, что при меньшем сроке хранения (до года) всхожесть была существенно ниже [13]. Прорастание семян *Phyllodoce caerulea* без стратификации менее активно, но всхожесть является достаточно высокой для дикорастущего вида (более 60%). Семена видов рода *Vaccinium* без стратификации не прорастают. Холодная стратификация при низкой положительной температуре (2°C) вызывает активное их прорастание с высоким окончательным результатом. Наиболее интенсивно семена *Vaccinium vulcanorum* прорастают на 4–5 день, а *V. praestans* – на 10–11 день. Семена *Dryas punctata*, *Rhododendron aureum*, *Rh. camtschaticum* прорастают как без стратификации, так и после нее, но в последнем случае процент проросших семян выше. Более половины семян *Rosa maximowicziana* проросли к концу стратификации в стратификационной камере. В итоге 12 видов из 13 имеют всхожесть более 50% (см. табл. 2).

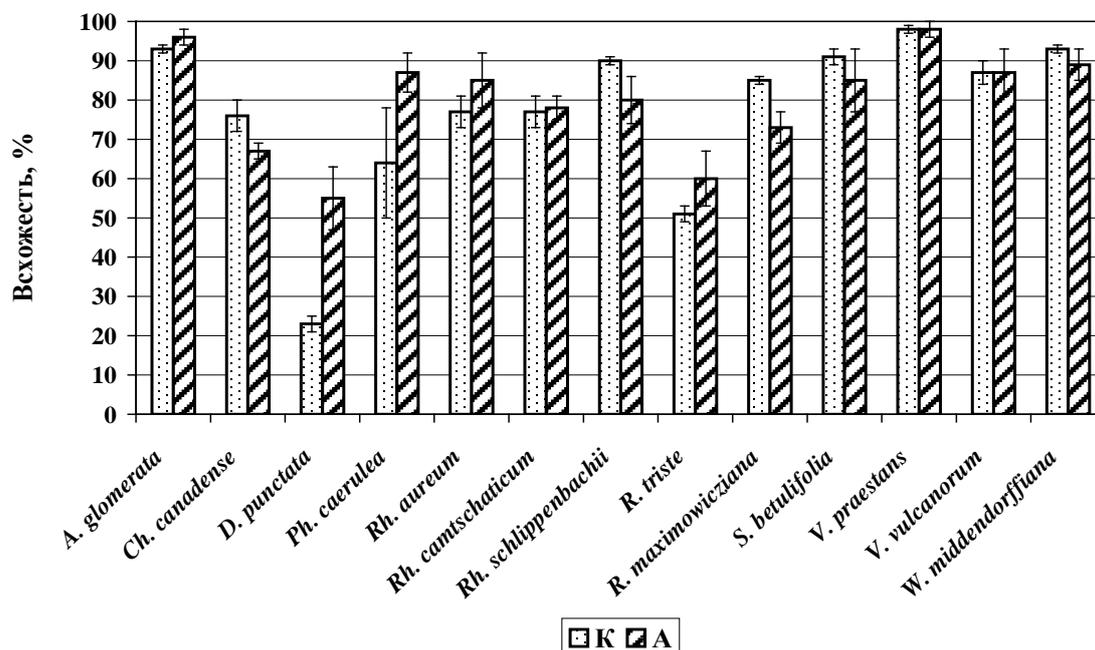
Естественный процесс старения семян приводит к потере их жизнеспособности. Продолжительность периода, в течение которого они сохраняют способность к прорастанию, варьирует в зависимости от вида, рода и семейства [14], а также зависит от многих факторов, и, прежде всего, от температуры хранения. Так, согласно нашим данным, семена изученных видов рододендронов после 5 лет хранения в условиях лаборатории не проросли. Хранение семян при низкой положительной температуре (5–7°C) увеличивало срок жизнеспособности семян, что подтверждается данными для *Rhododendron schlippenbachii* (табл. 3).

Таблица 3

Влияние температуры хранения на прорастание семян *Rhododendron schlippenbachii*

Температура хранения семян, °С	Период хранения семян, г	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
20–25	0,1	89,3±0,1	90,0±1,3
	3	0	2,3±0,9
	5	0	0
	6	0	0
5–7	2	47,7±4,4	61,8±1,6
	3	43,0±4,0	51,7±4,9
	4	41,0±6,0	51,5±2,9
	6	45,0±2,5	58,7±3,8

Для более длительного и надежного хранения семян изучали их реакцию на сверхглубокое замораживание в жидком азоте (рис.). Результаты показали, что семена исследуемых видов после криоконсервации не теряют своей всхожести, в большинстве случаев ее показатели статистически не отличаются от контроля.



Влияние криоконсервации (минус 196°С) на прорастание семян кустарников: К – контроль (без предпосевной обработки); А – азот (предпосевное замораживание семян в жидком азоте)

Для трех видов (*Dryas punctata*, *Phyllodoce caerulea*, *Rhododendron aureum*) конечная всхожесть семян повысилась, особенно для первого вида, имеющего низкие показатели в контроле. Небольшое снижение для ряда видов (*Chamaepericlymenum canadense*, *Rhododendron schlippenbachii*, *Rosa maximowicziana*, *Weigela middendorffiana*) или повышение всхожести (*Artemisia glomerata*, *Ribes triste*) статистически не подтвердилось.

Заключение. При изучении биоморфологических и морфометрических особенностей, режимов проращивания и выяснения ответной реакции семян 13 видов кустарников, кустарничков и полукустарничков на действие сверхнизких температур (минус 196°С) с целью выяснения возможности их долгосрочного хранения в жидком азоте для создания банка семян выявлена их видоспецифичность. В зависимости от видовой принадлежности семена прорастали либо без стратификации, либо после предварительного воздействия низкими положительными температурами (2°С). При этом имела место видовая специфичность в отношении длительности периода стратификации. Для большинства видов криоконсервация не оказала отрицательного действия, семена сохраняли жизнеспособность на первоначальном уровне или повышали ее.

Литература

1. Roos E.E. Long-term seed storage // The national plant germplasm system of the United States: plant breeding reviews. – 1989. – V. 7. – P. 129–158.
2. Jorgensen J. Conservation of valuable gene resources by cryopreservation in some forest tree species // J. Plant Physiol. – 1990. – V. 136. – P. 373–376.
3. Тихонова В.Л. Долговременное хранение семян // Физиология растений. – 1999. – Т. 46. – № 3. – С. 467–476.
4. Воронкова Н.М., Холина А.Б., Якубов В.В. Прорастание семян растений полуострова Камчатка и их реакция на глубокое замораживание // Вестн. КрасГАУ. – 2009. – № 1. – С. 62–68.
5. Воронкова Н.М., Холина А.Б. Хранение семян: популяционная изменчивость ответной реакции семян на замораживание // Вестн. КрасГАУ. – 2008. – № 3. – С. 125–130.

6. Воронкова Н.М., Холина А.Б. Морфология, биология прорастания и криорезистентность семян представителей флоры острова Сахалин // Вестн. КрасГАУ. – 2010. – № 4. – С. 30–36.
7. Воронкова Н.М., Холина А.Б. Биология прорастания и криохранение семян некоторых пищевых и лекарственных видов растений Дальнего Востока России // Вестн. КрасГАУ. – 2011. – № 9. – С. 55–59.
8. Безделев А.Б., Безделева Т.А. Жизненные формы семенных растений российского Дальнего Востока. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – 296 с.
9. Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Семя. – Л.: Наука, 1990. – 204 с.
10. Артюшенко З.Т., Федоров А.А. Атлас по описательной морфологии высших растений. Плод. – Л.: Наука, 1986. – 392 с.
11. Николаева М.Г., Тихонова В.Л., Далецкая Т.В. Долговременное хранение семян дикорастущих видов растений. Биологические свойства семян. – Пущино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1992. – 37 с.
12. Николаева М.Г., Лянгузова И.В., Поздова Л.М. Биология семян. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 1999. – 232 с.
13. Воронкова Н.М., Верхолат В.П. Морфобиологические, морфометрические особенности, режимы прорастания и криоконсервация семян некоторых кустарников Дальнего Востока России // Леса российского Дальнего Востока: Мониторинг динамики лесов российского Дальнего Востока: мат-лы V Всерос. конф. – Владивосток: ЛАИНС, 2012. – С. 36–39.
14. Бартон Л. Хранение семян и их долговечность. – М.: Колос, 1964. – 240 с.



УДК 633.14: 631.52

В.И. Полонский, А.В. Сумина

МЕТОД ОЦЕНКИ СТЕКЛОВИДНОСТИ ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ

На 28 образцах ярового ячменя изучали физические и технологические параметры зерна. Установлена достоверная позитивная корреляция ($r = 0,726$) между величиной плотности зерна и показателем его стекловидности. Показана возможность разделения образцов ячменя на две контрастные группы, отличающиеся по стекловидности зерна на основе его измеренной плотности.

Ключевые слова: ячмень, параметры зерна, стекловидность, твердость, метод оценки.

V.I. Polonskiy, A.V. Sumina

THE ASSESSMENT METHOD OF BARLEY GRAIN GLASSINESS

The physical and technological parameters of barley grain are studied on spring barley 28 samples. The reliable positive correlation ($r = 0.726$) between the grain density size and its glassiness indicator is determined. The possibility of barley sample division into two contrast groups differing on grain glassiness on the basis of its measured density is shown.

Key words: barley, grain parameters, glassiness, solidity, assessment method.

Зерно ячменя широко используется в сельском хозяйстве в качестве корма для животных, в пивоваренной промышленности как сырье для получения солода, а также в пищевой промышленности для изготовления перловой и ячневой крупы. При определении качества этой крупы существенное значение имеет стекловидность зерна. Как известно, зерно может быть мучнистым, стекловидным и полустекловидным. Злаки, содержащие повышенное количество стекловидных зерен, имеют, как правило, более высокое содержание белка [1]. При изготовлении крупы наибольший выход ее получают при переработке стекловидного ячменя [2].

В последние годы сформировался раздел современной селекции ячменя на качество зерна, в том числе на показатель стекловидности, который базируется на использовании молекулярных маркеров и комплекса физических, биохимических и молекулярно-генетических лабораторных методов [3]. На практике же сегодня селекция сортов ячменя по стекловидности зерна основана на применении стандартного метода определения этого показателя [4]. Стандарт устанавливает методы определения стекловидности либо при помощи прибора диафаноскопа просвечиванием исследуемого зерна направленным световым потоком, либо по результатам осмотра среза зерна. Последний метод состоит в использовании 100 штук разрезанных на две части зерновок и дальнейшей визуальной оценке степени стекловидности эндосперма.

К сожалению, стандартные методы анализа зерна на стекловидность весьма трудоемки и длительны, что усложняет оценку образцов в процессе селекции, а также при заготовке и размещении зерна на элеваторе. Одним из путей решения проблемы может быть поиск и внедрение новых методов экспресс-контроля показателя стекловидности зерна ячменя.

В литературе описаны следующие подходы к оценке стекловидности зерна злаковых культур:

1. Определение стекловидности пшеницы [5] и кукурузы [6,7] методом спектроскопии исследуемого образца в ближней инфракрасной области спектра и последующем количественном расчете определяемых показателей по ранее созданным градуировочным моделям.

2. Автоматизированный метод определения стекловидности зерна пшеницы, ячменя, риса, сорго на основе ближней инфракрасной спектроскопии [8].

К достоинствам указанных подходов относятся экспрессность, отсутствие какой-либо пробоподготовки и повреждения зерна, простота выполнения измерений, отсутствие необходимости в реактивах и расходных материалах. В качестве недостатка метода следует выделить высокие капитальные затраты на приобретение необходимого лабораторного оборудования (ИК-анализатор, компьютер, программное обеспечение и другое).

Альтернативным подходом к оценке образцов ячменя может быть определение простого косвенного показателя, коррелятивно связанного с величиной стекловидности зерна. Одним из таких показателей является твердость зерна ячменя, которая тесно коррелирует с уровнем его стекловидности [9]. Твердость индивидуальных зерновок ячменя может быть определена путем измерения усилия при их раздавливании с помощью прибора Single Kernel Characterisation System 4100 [10]. Кроме этого метода недавно предложен иной подход к определению твердости индивидуальных зерновок ячменя, основанный на использовании газового потока [11].

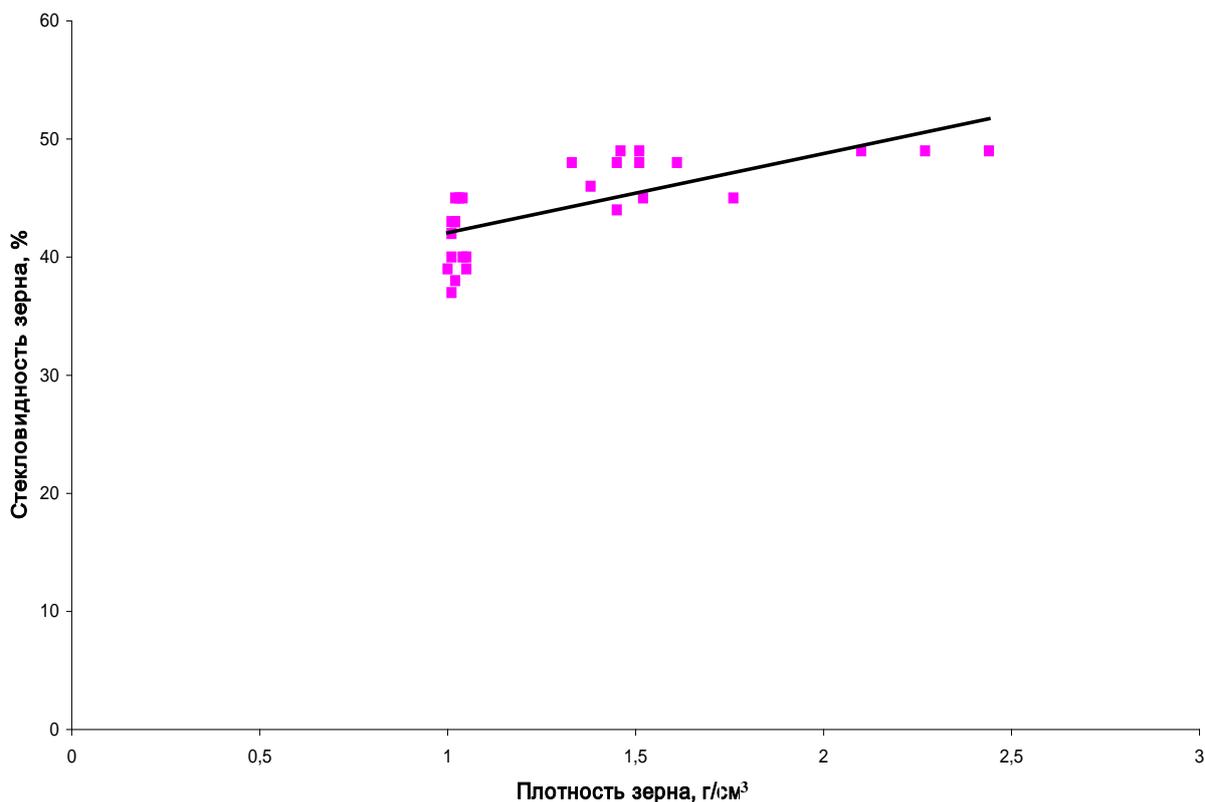
В качестве другого косвенного показателя, служащего для оценки степени стекловидности, по-видимому, может выступать величина плотности зерна. Действительно, как показано на кукурузе, твердость зерна тесно связана с его плотностью [12] и является хорошей косвенной мерой стекловидности зерна [13]. Что касается ячменя, то прямых данных, демонстрирующих наличие связи между стекловидностью зерна и его плотностью, в литературе нам встретить не удалось.

Цель данного исследования состоит в анализе взаимосвязи между плотностью зерна ячменя и показателем его стекловидности.

В качестве **объекта исследования** использовались 28 образцов ярового ячменя (*Hordeum vulgare L.*), которые выращивали по паровому предшественнику в ОПХ Минино Красноярского НИИ сельского хозяйства СО РАСХН в 2011 году. Селекционный материал был любезно предоставлен сотрудниками лаборатории серых хлебов КНИИСХ СО РАСХН.

Измерение стекловидности зерна было выполнено по стандартной методике [3] в Хакасской агрохимической лаборатории (Абакан). Образцы были проанализированы в трехкратной повторности. Параллельно этой операции определяли величину плотности зерна для каждого образца. Плотность зерна находили путем деления массы (навеска около 10 г, точность измерения 0,01 г) зерна на его объем. Для измерения объема навески зерно помещали в мерную пробирку с водой (цена деления 0,2 мл). По разнице конечного и начального объемов воды в пробирке рассчитывали объем зерна. Относительная ошибка определения объема зерна составляла не более 2%, а его массы – 0,1%.

Связь между исследуемыми параметрами зерна была найдена с помощью стандартной статистической программы Microsoft Excel 2003.



Зависимость стекловидности зерна ячменя от его плотности

На рисунке показана зависимость значения стекловидности зерна ячменя от его плотности. Рассчитанный коэффициент корреляции между этими показателями составил существенную величину: $r = 0,726 \pm 0,135$ (достоверно для уровня значимости 0,001).

В таблице 1 представлены результаты, касающиеся разделения образцов на две крайние группы по показателю стекловидности зерна. Судя по приведенным в ней данным, группы из 5 образцов с минимальным и максимальным значением стекловидности достоверно различались между собой по величине плотности зерна. Как следует из таблицы 2, из пяти образцов с минимальным значением плотности три имели наименьший уровень стекловидности, из пяти образцов с максимальной плотностью три обладали наибольшей стекловидностью.

Таблица 1

Физическая и технологическая характеристика зерна исследуемых групп образцов ячменя

Группа образцов	Среднее значение	
	плотности зерна, г/см ³	стекловидности зерна, %
Все образцы (n = 28)	$1,33 \pm 0,08^*$	$44,2 \pm 0,7$
Пять образцов с минимальной стекловидностью	$1,02 \pm 0,01 \text{ a}^{**}$	$38,6 \pm 0,5 \text{ a}$
Пять образцов с максимальной стекловидностью	$1,96 \pm 0,45 \text{ б}$	$49,0 \pm 0 \text{ б}$

* Стандартное отклонение; ** значения с разными буквами различаются существенно между группами образцов ячменя при $P \leq 0,05$.

Название образцов, вошедших в контрастные группы по стекловидности и плотности зерна

Название образцов в группах с		Название образцов в группах с	
минимальной стекловидностью	минимальной плотностью	максимальной стекловидностью	максимальной плотностью
Г 20487	Г 20487	ГДГ 6h 949	ГДГ 6h 949
Кузнецкий	Кузнецкий	Л 24 КО	Омский 91
Миг 16	Миг 16	Лука	2860 h 63
11/5	Ц 1	Нудум 4762	Нудум 4762
Л 23 КО	Омский 89	Рикотензе 4673	Рикотензе 4673

Таким образом, измерив значение плотности образцов ячменя, можно провести их оценку по величине стекловидности зерна. При этом будет осуществлено достаточно точное разделение образцов на две контрастные группы по показателю стекловидности зерна. Предложенный подход к отбору ячменя на стекловидность зерна является экспрессным (для оценки одного образца требуется не более 2 мин вместо нескольких часов по стандартному методу), неповреждающим (что очень важно для сохранения уникального селекционного материала), простым (не требуется персонал с высокой квалификацией), низкочастотным (не требуется приобретение дорогостоящего лабораторного оборудования). Метод может быть реализован практически в любой лаборатории обычного селекционного учреждения.

Литература

1. *Dowell F.E.* Differentiating vitreous and nonvitreous durum wheat kernels by using near-infrared spectroscopy // *Cereal Chemistry*. – 2000. – Vol. 77. – № 2. – P. 155–158.
2. *Борисоник З.Б.* Ячмень яровой. – М.: Колос, 1974.
3. *Рыбалка А.И., Копусь М.М., Донцов Д.П.* Современные направления улучшения качества зерна ячменя // *Аграр. вестн. Юго-Востока*. – 2009. – № 3. – С. 24–27.
4. ГОСТ 10987-76. Зерно. Методы определения стекловидности. – М.: Госстандарт, 1976.
5. www.LUMEX.ru.
6. Relationship between corn vitreousness and ruminal in-situ starch degradability / *C.E.S. Correa* [et al.] // *Journal of Dairy Science*. – 2002. – Vol. 85. – P. 3008–3012.
7. Relationships between kernel vitreousness and dry matter degradability for diverse corn germplasm. I. Development of near-infrared reflectance spectroscopy calibrations / *D. Ngonyamo-Majee* [et al.] // *Animal Feed Science and Technology*. – 2008. – Vol. 142. – P. 247–258.
8. *Dowell F.E., Baenziger P.S., Maghirang E.B.* Automated single kernel sorting for enhancing grain quality in breeding lines // *ASABE Annual International Meeting, Book of Technical Papers*. – 2007. – P.7–14.
9. Variation in Kernel Hardness and Associated Traits in U.S. Barley Breeding Lines / *S. Nair* [et al.] // *Cereal Chemistry*. – 2010. – Vol. 87. – № 5. – P. 461–466.
10. *Lazaridou A., Chornick T., Biliaderis C.G.* Composition and molecular structure of polysaccharides released from barley endosperm cell walls by sequential extraction with water, malt enzymes, and alkali // *Journal of Cereal Science*. – 2008. – Vol. 48. – P. 304–318.
11. *Walker C.K., Panozzo J.F.* Development of a small scale method to determine volume and density of individual barley kernels, and the relationship between grain density and endosperm hardness // *Journal of Cereal Science*. – 2011. – Vol. 54. – № 3. – P. 311–316.
12. *Bergquist R.R., Thompson D.L.* Corn grain density characterized by two specific gravity techniques // *Crop Science*. – 1992. – Vol. 32. – P. 1287–1290.
13. *Philippeau C., Le Deschault de Monredon F., Michalet-Doreau B.* Relationship between ruminal starch degradation and the physical characteristics of corn grain // *Journal of Animal Science*. – 1999. – Vol. 77. – P. 238–243.

ИЗУЧЕНИЕ СТАДИЙ РАЗВИТИЯ ЗАРОДЫША МОЖЖЕВЕЛЬНИКА СИБИРСКОГО И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН

В статье рассматриваются проблема низкой всхожести семян можжевельника сибирского, причины и возможная альтернатива традиционной стратификации. Описаны стадии развития зиготических зародышей, изучена их цитология на постоянных препаратах, показана зависимость стадий развития зиготических зародышей от сроков сбора шишкочагод (шишек) в естественных и искусственных популяциях.

Ключевые слова: можжевельник сибирский, семена, всхожесть, стратификация, зиготические зародыши, стадии развития, постоянные препараты.

Ju. V. Zyryanova, E. N. Aeshina

THE STUDY OF JUNIPERUS SIBIRICA GERM DEVELOPMENT STAGES AND THEIR INFLUENCE ON SEED GERMINATION

The problem of Juniperus sibirica seed low germination, the reasons and possible alternative to traditional stratification are considered in the article. The zygotic germ development stages are described, their cytology on constant preparations is studied, the dependence of zygotic germ development stages on galberries (cones) harvesting terms in natural and artificial populations is shown.

Key words: Juniperus sibirica, seeds, germination, stratification, zygotic germs, development stages, constant preparations.

Введение. *Juniperus sibirica* Burgsd. – вечнозеленый низкорослый, стелющийся хвойный кустарник семейства кипарисовых. В диком виде растет в горных районах Средней Азии, Крыму, Алтае-Саянской горной области, на Кавказе, Дальнем Востоке и в Сибири [1].

Можжевельник сибирский – вид, который нуждается в защите и изучении [1–3], имеет высокие декоративные качества, отличается медленным ростом.

Актуальность исследований. Можжевельник сибирский – уникальный биологический вид. Природная форма очень привлекательна благодаря темно-зеленой игольчатой хвое с яркими белыми устьичными полосками. Очень декоративен. Морозостоек и неприхотлив, растет медленно. Можжевельники приобретают все большую популярность в ландшафтном дизайне и могут смело конкурировать с другими хвойными растениями. Однако для большинства видов характерна одна проблема – низкая всхожесть семян.

Цель исследования. В связи с вышеизложенным целью исследования является поиск причин низкой всхожести семян можжевельника сибирского и путей решения этой проблемы.

Задачи исследования. В задачи исследования входило изучение литературных источников по данной проблеме, наблюдение стадий развития зиготических зародышей можжевельника сибирского в разные периоды цикла развития в естественных и искусственных популяциях, цитологический анализ собранных образцов, установление причин долгого непрорастания семян можжевельника сибирского, изучение эффективности традиционной стратификации в решении данной проблемы и предложение альтернативного метода.

Объекты и методы исследований. Объектом исследования является можжевельник сибирский, произрастающий в разных районах Красноярского края.

Для изучения стадий развития зиготических зародышей были собраны образцы шишкочагод можжевельника сибирского, произрастающего в нескольких районах Красноярского края в разные периоды цикла развития. Для цитологических исследований семена, извлеченные из шишкочагод с удаленной кожурой, фиксировали в смеси Навашина [4]. Дальнейшую обработку материала проводили по общеизвестной методике [5]. Парафинированные образцы резали на ротационном микротоме. Толщина срезов 7–12 мкм.

Срезы окрашивали проционовыми красителями [6, 7]. Окрашивание проводили на депарафинированных срезах. Комбинированная окраска белков и углеводов осуществлялась проционом ярко-синим RS и проционом ярко-красным 2 RS [6]. Промытые водой срезы помещали в 0,1 % раствор проционового ярко-синего в фосфатном буфере с pH 5,6–6,0 в течение 1 ч при температуре 56–60°C. Срезы промывали и окрашивали 0,1% содовым (Na₂CO₃) раствором проционового красного в течение 25 мин при комнатной температуре. Далее их промывали дистиллированной водой, обезвоживали и бальзамировали. Приготовление постоян-

ных препаратов проводили в Институте леса имени В.Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук в лаборатории лесной генетики и селекции.

Просмотр микроскопических образцов осуществляли на микроскопе «Olympus», Япония. Морфологические изменения фиксировали цифровой видеокамерой «Nikon», Япония.

Результаты исследований и их обсуждение. Основным препятствием для естественного и искусственного возобновления можжевельников является низкая всхожесть семян. Согласно данным разных ученых, всхожесть семян можжевельника варьируется от 0 до 5,2% [8–11]. Одной из основных причин долгого непрорастания семян можжевельника многие авторы называют глубокий физиологический покой [8, 11–14]. Покой семян можно отнести к комбинированному типу, при котором задержка прорастания вызывается и свойствами покровов, и состоянием внутренних частей семени (низкое содержание физиологически активных веществ и слабая активность ферментов). На прорастание семян оказывают влияние и семенные покровы (семенная кожура, эндосперм).

Некоторые авторы склоняются к другой точке зрения и основной причиной низкой всхожести семян можжевельника называют недоразвитие зародыша [14, 15].

Для нарушения состояния покоя семян, полученных из зрелых шишкочкогод, чаще всего используют стратификацию. Однако, по данным многих исследователей, всхожесть семян можжевельника увеличивается незначительно. Так, после холодной стратификации в течение трех месяцев этот показатель достиг максимума в 9,3% [16, 17]. Холодная стратификация и стратификация переменными температурами в течение 9 месяцев увеличила всхожесть семян можжевельника до 35% [8, 9].

В связи с вышеназванными проблемами (глубокий физиологический покой и недоразвитие зародыша) целесообразно рассмотреть стадии развития зиготического зародыша можжевельника.

Зиготические зародыши в семенах можжевельника, как и других голосеменных растений, проходят несколько последовательных стадий развития: глобулярную, сердцевидную, торпедовидную («торпедо»), стадию инициации семядолей и стадию зрелого зародыша (рис. 1).



Рис. 1. Стадии развития зиготического зародыша можжевельника сибирского

Весь цикл развития (от закладки мегастробиллов до созревания семян) протекает за 3–4 года [8, 13]. В первый вегетационный период закладываются мегастробилы, во второй происходит их опыление. Весной третьего вегетационного периода мегастробилы, опыленные в предыдущем году, с наступлением положительных температур начинают быстро развиваться. Семенные чешуи разрастаются и образуют шишкочкогоды, созревающие на следующий год.

В данной работе мы наблюдали стадии развития зародышей можжевельника сибирского, произрастающего в разных районах Красноярского края (естественные и искусственные ареалы произрастания) в разные периоды. Следует отметить, что один и тот же период сбора шишкочкогод показал разное состояние зародышей в семенах в зависимости от района произрастания. Например, в семенах можжевельника сибирского, ягоды которого собраны в третьей декаде июля 2012 года в Якутии (пойма р. Витим), зародыши находились в сердцевидной стадии и стадии раннего «торпедо», а в семенах можжевельника сибирского, ягоды которого собраны в этот же период в пригороде г. Красноярска (дендрарий СибГТУ), зародыши находились уже в стадии позднего «торпедо» и даже в стадии инициации семядолей. Сравнение состояния зародышей семян можжевельника сибирского, ягоды которого собраны в пригороде Красноярска – дендрарий

СибГТУ (третья декада июля 2012) и в питомнике Института леса им. В.Н. Сукачева «Погорельский бор» – 38-й км от г. Красноярска (третья декада сентября) показало, что все зародыши находились в стадии позднего «торпедо» и стадии инициации семядолей, несмотря на разницу в два месяца. Стадию зрелого зародыша зафиксировали во второй декаде октября 2011 и 2012 годов в питомнике «Погорельский бор».

Из вышеизложенного можно сделать вывод о том, что зиготические зародыши семян можжевельника сибирского находятся на разных стадиях развития в зависимости от места произрастания. В более суровых условиях развитие зародышей замедляется значительно. Это является одной из причин долгого непрорастания семян. Однако наблюдения за стадиями развития зародышей в конце первой – начале второй декады октября 2011–2012 гг. в питомнике «Погорельский бор» и дендрарии СибГТУ показали, что в это время зародыши уже сформированы полностью. Проблема недоразвития зародыша имеет место до тех пор, пока зародыши развиваются (примерно до конца первой декады октября). А далее, когда зародыши сформировались, наступает глубокий физиологический покой, являющийся серьезным препятствием для прорастания семян можжевельника.

Для цитологического анализа образцы фиксировали, резали на микротоме, окрашивали проционовыми красителями [7], приготовление постоянных препаратов вели по общеизвестной методике [4]. Просмотр микроскопических образцов осуществляли на микроскопе «Olympus», Япония. Морфологические изменения фиксировали цифровой видеокамерой «Nikon», Япония. Цитологические исследования проводили в лаборатории лесной генетики и селекции Института леса им. В.Н. Сукачева.

На рисунке 2 представлен срез зрелого семени можжевельника сибирского.



Рис. 2. Срез зрелого семени можжевельника сибирского (вторая декада октября 2011 г.)

На срезе представлен зрелый зиготический зародыш, окруженный эндоспермом. Четко видны сформированные семядоли, точка роста побега, гипокотиль, корешок. Зародыш полностью занимает коррозийную полость (зародышевый канал). На данном этапе наблюдается состояние глубокого физиологического покоя, процент прорастания стремится к нулю.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что главной причиной долгого непрорастания семян можжевельника сибирского является состояние глубокого физиологического покоя. Формирование зароды-

ша заканчивается к концу первой – началу второй декады октября. Зародыши из зеленых шишкочкогод или частично черно-синих (третья декада сентября) еще недоразвиты (стадия позднего «торпедо», реже стадия инициации семядолей), вследствие чего прорастание семян растягивается на 2–3 года. Следовательно, целесообразнее использовать шишкочкогоды, достигшие полной морфологической зрелости (черно-синие шишкочкогоды). А для выведения зародыша из состояния покоя применять технологию стратификации *in vitro*.

Выводы

Проведенные исследования показали, что одной из основных причин долгого непрорастания семян можжевельника сибирского является состояние глубокого физиологического покоя комбинированного типа. Недоразвитие зародыша характерно для семян примерно до конца первой декады октября, хотя эти сроки могут меняться в зависимости от места произрастания можжевельника. По нашим наблюдениям, зародыши в семенах из зеленых (недозрелых) или частично черно-синих шишкочкогод недоразвиты (стадия позднего «торпедо», реже стадия инициации семядолей) (конец третьей декады сентября). Зародыши в синих шишкочкогодах (конец первой – начало второй декады октября) на этапе полной морфологической зрелости полностью сформированы. Однако в этот период процент прорастания семян очень незначителен. Поскольку традиционная стратификация недостаточно эффективна, в качестве альтернативы может выступать более современный и прогрессивный метод – стратификация *in vitro*.

Литература

1. Воробьев Д.П. Дикорастущие деревья и кустарники Дальнего Востока. – Л., 1987. – 277 с.
2. Носов А.М. Лекарственные растения. – М.: ЭКСМО-Пресс, 2001. – 350 с.
3. Мухамедшин К.Д., Таланцев Н.К. Можжевельниковые леса. – М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 184 с.
4. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1980. – 304 с.
5. Прозина М.Н. Ботаническая микротехника. – М.: Высш. шк., 1960. – 206 с.
6. Иванов В.Б., Литинская Т.К. Одновременная окраска белков и углеводов проционовыми красителями // Цитология. – 1967. – Т.9. – №9. – С. 1163–1165.
7. Иванов В.Б. Активные красители в биологии. – М.: Наука, 1982. – 214 с.
8. Рубаник В.Г., Жеронкина Т.А. Развитие шишек *J. virginiana L.* и *J. communis L.* в Алма-Ате // Бот. журн. – 1969. – Вып. 54. – №3. – С. 464–470.
9. Бакланова Е.Г. Можжевельник обыкновенный на Среднем Урале // Ботанические исследования на Урале: информ. мат-лы. – Свердловск: Изд-во УрО АН СССР, 1988. – С. 10–11.
10. Барзут О.С. Эколого-географическая изменчивость можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis L.*) в лесах Архангельской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Архангельск, 2007. – 18 с.
11. Харламова С. В. Размножение можжевельника обыкновенного в Республике Марий Эл: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Йошкар-Ола: Изд-во МарГТУ, 1997. – 23 с.
12. Истратова О.Т. Размножение можжевельников // Тр. Сочинской научно-исследовательской опытной станции субтропического лесного и лесопаркового хозяйства. – М.: Лесн. пром-сть, 1968. – Вып. 5. – С. 90–114.
13. Мухамедшин К.Д. Арча. – М.: Лесная пром-ть, 1980. – 96 с.
14. Николаева М.Г. Физиология глубокого покоя семян. – Л.: Наука, 1967.
15. Иванова З.Я. Декоративные кустарники для Новосибирской области и способы их размножения. – Новосибирск: Западно-Сибирское кн. изд-во, 1974.
16. Germination of *Juniperus procera* seeds in response to stratification and smoke treatments, and detection of insect-damaged seeds with VIS + NIR spectroscopy / M. Tigabu [et al.] // New Forest. – 2007. – Vol. 33. – P. 155–169.
17. Ezz AL-Dein Al-Ramamneh, Susan Dura, Nidal Daradkeh. Propagation physiology of *Juniperus phoenicea L.* from Jordan using seeds and *in vitro* culture techniques: Baseline information for a conservation perspective // African Journal of Biotechnology. – 2012. – Vol. 11(30). – P. 7684–7692.

**АДАПТАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ КЛЕЙКОВИННЫХ БЕЛКОВ У БИОТИПОВ СОРТОВ
TRITICUM AESTIVUM L. В УСЛОВИЯХ ПРЕДБАЙКАЛЬЯ**

Показана перспективность использования метода получения биотипов, позволяющего значительно глубже изучить качество клейковины зерна у культурных растений мягкой пшеницы. Выявлены биотипы, адаптированные по комплексу показателей к экологическим условиям Предбайкалья.

Ключевые слова: сорт, микроэволюция, биотип, зерновка, запасные белки, глиадины, клейковина, Предбайкалье.

A.V. Polnomochnov, V.V. Parygin,
S.V. Polovinkina, I.E. Illi

**THE ADAPTATION PECULIARITIES OF GLUTEN PROTEIN ACCUMULATION IN SORT
TRITICUM AESTIVUM L. BIOTYPES IN THE PREBAIKALIA CONDITIONS**

The perspective of the biotype obtaining method use allowing to study grain gluten quality of soft wheat crop more closely is shown. The biotypes adapted according to the range of Prebaikalia environmental conditions indicators are revealed.

Key words: sort, micro-evolution, biotype, weevil, reserve proteins, gliadin, gluten, Prebaikalia.

Сорта мягкой пшеницы, формирующие в зерне клейковину высокого качества, называют сильными сортами. Создать сорт сильной пшеницы, по ряду генетических причин, задача весьма сложная. Достаточно сказать, что в настоящее время на земном шаре ежегодно производится около 250 млн. тонн зерна мягкой пшеницы, более половины, из которого зерно сортов слабой пшеницы, сорта со средним по качеству зерна в два раза меньше (25–30%), а зерно сортов сильной пшеницы составляет всего лишь 15–20% [4]. Предбайкалье, традиционно считается поставщиком слабой пшеницы. В климатических условиях Предбайкалья в период онтогенеза этот вид должен обладать одновременно тремя генетическими программами устойчивости: устойчивостью к весенней засухе; устойчивостью к обильным осадкам в июле и августе и устойчивостью к дефициту тепла, наблюдаемого во второй половине августа и далее в сентябре. Таким образом, все три генетические программы устойчивости растений данного вида в условиях Предбайкалья разобщены во времени и в пространстве. Таким образом, поиск путей создания сортов сильных пшениц является теоретически и практически важным аспектом исследований данной проблемы.

Известно, что технологические качества клейковины во многом обусловлены показателем соотношения низко- и высокомолекулярных белков глиадинов [6]. Известно также [9], что в зерне мягкой пшеницы вначале интенсивно накапливаются α и β -глиадины и лишь в последующий период γ и ω – глиадины. В литературе имеются достоверные данные [7], о том что оптимальная температура для биосинтеза α и β – глиадинов составляет 15–20°C, а γ и ω – глиадинов 22–25°C. В Предбайкалье этот процесс происходит при постоянном снижении температуры воздуха, что негативно сказывается на качестве клейковины.

Целью наших исследований было получить биотипы из сортов пшеницы и выявить биотипы, адаптированные по комплексу показателей к экологическим условиям Предбайкалья. Для использования в практике подбора родительских пар при создании сортов с качественной клейковиной.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований служили два сорта западносибирской селекции, возделываемые в Предбайкалье – Новосибирская 15 и Новосибирская 29. Для получения семенного материала, необходимого как объект исследований, растения выращивали в течение трех лет (2008-2010 г.), в эти годы существенных отклонений от средних многолетних гидротермических условий не наблюдалось. В мае-июне наблюдалась обычная сухая, жаркая погода. Лето было достаточно теплым. Основное количество летних осадков выпало в августе-сентябре. Исследования проводили на опытном поле ИрГСХА. Опыты закладывали по общепринятой методике [3].

Для изучения аспектов этой проблемы был избран, разработанный нами метод элиминирования биотипов из сортов Предбайкалья, отличающихся качеством клейковины.

В основу метода было положено физиологическое свойство запасных белков, способных при набухании семян поглощать значительно больше воды, чем углеводов. Следовательно, после проведения щадящей процедуры набухания тяжелее оказываются те семена, у которых содержание белка выше. Эту физиологическую гетерогенность семян по массе технически возможно идентифицировать, используя растворы веществ с различной плотностью. В частности нами был использован раствор сахарозы с различной плотностью от 1.300 до 1.240 г/см³ с шагом в 10 единиц. Это позволило из каждого сорта выделить по 7 биотипов.

Общее содержание белка у зерновок пшеницы определяли по методике, разработанной В.И. Сичкарем, В.Ф. Марьюшкиным и Б.С. Музыченко [8].

При проведении электрофореза белков глина зерна пшеницы нами был принят метод В. Бушука и Р. Зильмана [1] в модификации Г. Лохарда и Б. Джонса [2].

Вариационно-статистическую обработку полученных данных проводили по Доспехову (1985) на IBM PC Pentium IV с использованием статистического пакета программного обеспечения EXEL.

Результаты исследований

Результаты наших исследований показали (табл. 1), что в зерновках изучаемых сортов суммарное содержание белка составляло 18% у сорта Новосибирской 15 и 25% у сорта Новосибирская 29. Количество клейковины во многом зависит от суммарного содержания белка, так как далеко не все белки входят в состав клейковинного комплекса, то мы не наблюдали тесной связи между количеством белков и количеством клейковины в зерновках (табл. 1).

Таблица 1

Количество и качество белков в зерновках мягкой пшеницы в условиях Предбайкалья

Сорт	Общее содержание белка, %	Количество сырой клейковины, %	Индекс $(\alpha+\beta)/(\gamma+\omega)$
Новосибирская 15	18,79	39,20	0,96
Новосибирская 29	25,60	35,00	1,32

Нами также предпринята попытка определить особенности адаптации этих растений на уровне биотипов, так как изучение их микроэволюционного потенциала имеет важное теоретическое значение в плане развития научного направления – популяционной биологии. Наряду с этим, такие исследования крайне важны и в практике создания новых сортов, так как биотипы с перспективными для данного экологического региона признаками адаптации могут быть использованы как самостоятельные линии, так и как родительские пары при селекционной гибридизации. Результаты наших исследований показали, что содержание белка в зерновках у различных биотипов в условиях Предбайкалья весьма гетерогенно. Так, у сортов Западносибирской популяции Новосибирская 15 и Новосибирская 29 показатель содержания белка был в пределах от 18,79 до 25,60%, то есть разница между ними составляла более 6%. Это означало, что биотипы существенно отличались по уровню адаптации к низкотемпературному фактору.

У сорта Новосибирская 15 наименьшее содержание белка наблюдалось у зерновок второго биотипа, а наибольшее у зерновок седьмого биотипа. Это означает, что особи седьмого биотипа были наиболее адаптированы к низкотемпературной среде обитания. В отличие от этого сорта у сорта Новосибирская 29 наибольшее содержание белка мы наблюдали у третьего биотипа, а наименьшее у шестого биотипа. В связи с этим, содержание белка а, следовательно, и адаптация в зерновках биотипов были специфичны. Для каждого биотипа, это упомянутое различие в содержании суммарного белка было достаточно существенным и по сравнению с сортом превышение составляло от 4 до 11%.

Сравнение электрофоретических спектров белков глин на уровне **биотипов** показало, что внутри каждого сорта у биотипов присутствует полный набор полипептидов, свойственных сорту у биотипов сорта Новосибирская 15 в той или иной степени были задействованы все четыре группы глин как маркерные белки.

Различия между биотипами заключались лишь в количественном накоплении тех или других полипептидов. Наличие особей в биотипах, способных при низкотемпературных условиях накапливать большое ко-

личество полипептидов свидетельствует об уровне адаптации к данному фактору среды. Генетические свойства адаптации здесь проявляются, по всей вероятности, на уровне возникновения различных изогенных ферментов.

В отличие от предыдущего сорта у сорта Новосибирская 29 данной популяции маркерные белки для биотипов в группе α – глиадинов не были обнаружены, они были сосредоточены в группах ω , γ и β – глиадинов.

Таким образом, можно с большей долей вероятности утверждать, что электрофоретический спектр белков глиадинов отражает генетическую индивидуальность каждого биотипа любого сорта.

Результаты исследований, представленные в таблице 2, свидетельствуют о разнообразии величины показателя соотношения индекса $\alpha+\beta / \omega+\gamma$. Ранее [6] нами было показано, если индекс $\alpha+\beta / \omega+\gamma$ равен единице и меньше, то технологическое качество клейковины лучше, чем, если это соотношение больше единицы. Обычно у высококачественной клейковины это соотношение равно 0,75 – 1,0. У низкокачественной клейковины оно равно 1,0 – 1,65.

Таблица 2

Соотношение низко- и высокомолекулярных белков глиадинов у сортов Западносибирской популяции

Биотип	Новосибирская 15		Новосибирская 29	
	$(\alpha+\beta) / (\gamma+\omega)$	Качество клейковины	$(\alpha+\beta) / (\gamma+\omega)$	Качество клейковины
Контроль (сорт)	0,96±0,017	сильная	1,32±0,012	слабая
1	0,93±0,013	сильная	1,39±0,011	слабая
2	0,99±0,015	сильная	1,63±0,012	слабая
3	0,98±0,011	сильная	1,00±0,014	средняя
4	1,00±0,017	сильная	1,16±0,012	слабая
5	0,99±0,012	средняя	0,93±0,011	сильная
6	1,20±0,010	слабая	1,09±0,018	средняя
7	1,67±0,014	слабая	1,06±0,013	средняя

Результаты исследований показали (табл. 2), что у сорта Новосибирская 15 у биотипов с первого по пятый соотношение низко и высокомолекулярных белков было либо равно единице, либо меньше этой величины. Отсюда следует, что сорт Новосибирская 15 относится к группе мягких пшениц с высоким качеством клейковины. Среди них важно выделить первый биотип, у которого этот показатель был наилучшим.

У второго Западносибирского сорта Новосибирская 29 (табл. 2) качество клейковины в зависимости от биотипов было чрезвычайно гетерогенным: от высококачественной клейковины (индекс 0,93 у пятого биотипа) до низкокачественной (индекс 1,63 у второго биотипа).

Результаты исследований показали, что разработанная нами методика разделения сортов на биотипы позволила получить в плане интересующего нас вопроса, то есть технологического качества клейковины в каждом из сортов биотипы, микроэволюция которых привела их к улучшению качества клейковины. И наоборот, **биотипы** с предельно низким качеством клейковины. Таким образом, полученные нами биотипы представляют собой самостоятельные генетические формы, возникшие в процессе естественного отбора на уровне микроэволюции, генетической базой которой является эффект дрейфа генов, который усиливается тем, что растения мягкой пшеницы гексаплоиды.

В заключении следует отметить, что использование метода получения биотипов позволяет значительно глубже изучить механизмы адаптации растений, реализующиеся на уровне микроэволюции, чего нельзя установить при обычном способе сравнения показателей на уровне сортов. В этой связи использование биотипов полученных из сортов значительно расширяет возможности подбора родительских пар в селекционной практике.

Литература

1. Buschuk W., Zilman R. Wheat cultivar identification by gliadin electrophoregrams. – Canad. J. Plant Se., 1979. – V.59. - №2. – P.281-298.

2. *Loohart G.L., Jones B.L.* An improved method for standardizing polyacrilamide gel electrophoresis of wheat gliadin proteins // *Chereal Chem.* – 1982. – V.59. – №3. – P.178–181.
3. *Гуляев Г.В., Гужов Ю.Л.* Селекция и семеноводство полевых культур. – М.: Агропромиздат, 1987. – 447 с.
4. *Деревянко А.Н.* Погода и качество зерна озимых культур. – Л.: Гидрометиониздат, 1989. – 127 с.
5. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. *Илли И.Э.* Способ определения статуса зерна пшеницы по показателю качества его клейковины: пат. 2295236 Рос. Федерация: МПК А01Н 1/04 / И.Э. Илли, Г.Д. Назарова, В.В. Парыгин, С.В. Половинкина; заявитель и патентообладатель Иркутск. ФГОУ ВПО ИрГСХА. - №2005113436; заявл. 03.05.05; опубл. 20.03.07, Бюл. №8
7. *Конарев В.Г.* Белки пшеницы. – М.: Колос, 1980. – 351 с.
8. *Сичкарь В.И., Марьюшкин В.Ф., Музыкаченко Б.С.* Цитология и генетика. – 1973. – Т.7. – №1. – С.77–78.
9. *Соболев А.М.* Запасные белки в семенах растений. – М.: Наука, 1985. – 113 с.





ЭКОЛОГИЯ

УДК 630*266:630*232

В.П. Бобринев, Л.Н. Пак

РОСТ, ФОРМИРОВАНИЕ И УСТОЙЧИВОСТЬ СОСНЫ КРЫЛОВА В ЛЕСНЫХ ПОЛОСАХ

Рассматриваются возрастная динамика роста, формирования и устойчивости сосны Крылова в лесных полосах сухостепной зоны Забайкальского края.

Результаты исследований свидетельствуют, что сосна Крылова в 40 лет продолжает хорошо расти в высоту и по диаметру, имеет достаточно высокий текущий прирост, хорошую охвоенность, не повреждается вредителями и болезнями, имеет хорошее возобновление рядом с полосой.

Ключевые слова: сосна Крылова, лесные полосы, рост, формирование, устойчивость, Забайкальский край.

V.P. Bobrinev, L.N. Pak

THE KRYLOV PINE GROWTH, FORMATION AND STABILITY IN FOREST BELTS

The age dynamics of the Krylov pine growth, formation and stability in dry-steppe zone forest belts of Transbaikalia Region is considered.

The research results testify that 40 year old Krylov pine continues to grow well in height and on the diameter, has rather high current amount of growth, good covering needles, it is not damaged by timber worms and diseases, it has good renewal near the forest belt.

Key words: Krylov pine, forest belts, growth, formation, stability, Transbaikalia Region.

Введение. Исследования проводились в совхозе «Красная Ималка» Ононского района Забайкальского края, территория которого отнесена к сухостепной зоне [1]. Первые лесные полосы здесь были посажены в 1967 году. Всего на полях совхоза за 1967–1992 гг. было посажено 1145 га лесных полос с использованием различных древесных пород [2]. Наибольший интерес представляют лесные полосы из сосны Крылова (*Pinus sylvestris L., ssp. krylovii (Serg. et Kondr.) Busik*), которая после длительной засухи (2001–2008 гг.) имеет наилучшее состояние по сравнению с лесными полосами из других лиственных пород (более половины лиственных пород в лесных полосах погибло).

В засушливых условиях климата лесные полосы улучшают микроклимат и экологические условия. Они повышают урожай сельскохозяйственных растений, продуктивность животных и улучшают качество жизни человека.

Сосна Крылова – степная форма сосны обыкновенной. Дерево достигает высоты до 30 м, диаметра до 1,5 м, имеет широко раскидистую крону, хвоя растет 6–8 лет, длина хвои 9–12 см, средний вес 1000 шт. семян 8–10 г. Особенностью ее роста является ветвление от основания ствола. Она хорошо растет преимущественно на светло-каштановых песчаных почвах надпойменной террасы р. Онон. Это сосна островных боров, ее ареал изолирован от лесной зоны. В Агинском районе Забайкальского края сосна Крылова образует бор Цирик Нарасун (на левом берегу р. Онон), в Ононском районе – Цасучейский бор (на правом берегу р. Онон). Первый бор занимает площадь 9,3 тыс. га, второй около 96,7 тыс. га.

Актуальность темы исследования – подбор долговечных жизнестойких древесно-кустарниковых пород для защитного лесоразведения в сухостепной зоне Забайкальского края.

Цель исследований – определить биологическую устойчивость и долговечность сосны Крылова в лесных полосах.

Задача исследований – изучить рост и формирование и жизнестойкость сосны Крылова для использования ее при посадке лесных полос в засушливой степи края.

Характеристика объекта и методика исследований. Сухостепная зона характеризуется резко континентальным климатом: неравномерным распределением осадков в годичном цикле, большими колебаниями температуры в течение года и суток, низкой относительной влажностью воздуха, особенно в апреле–июне. Это наиболее засушливая и теплая зона Забайкальского края. Среднегодовая температура воздуха составляет минус 0,7°С. Самый холодный месяц – январь со среднемесячной температурой минус 25°С, минимальная температура может опускаться до минус 48–52°С. Самый теплый месяц июль со средней температурой плюс 20,6°С. Наиболее высокие температуры доходят до плюс 41–42°С. Продолжительность периода с температурой воздуха выше плюс 10°С – 122 дня, выше плюс 15°С – 83 дня. Средняя продолжительность безморозного периода составляет 110 дней. Весенние заморозки отмечены в начале июня, а осенние в конце августа. Средняя высота снежного покрова составляет около 6–8 см, что отрицательно сказывается на промерзании почвы до 300–350 см. В течение года выпадает 250–310 мм осадков, из них около 50–60% выпадает в июле–августе. В апреле–июне влажность воздуха в полдень опускается до 16–20%. В засушливое время года (май, июнь) преобладают сухие южные (со стороны Гоби) и юго-восточные ветры, среднегодовая скорость ветра 5–8 м/с. В апреле–мае скорость ветра превышает 10–15 м/с. В это время наблюдаются пыльные бури.

Территория сухостепной зоны достаточно выровнена, приподнята на 670–700 м над уровнем моря. Для нее характерно чередование плоских безсточных котловин и холмисто увалистых равнин. Здесь формируются и преобладают каштановые и дерново-серые почвы с содержанием гумуса до 3%, легкого механического состава. В котловинах преобладают свежие почвы, на равнинах – сухие. В профиле указанных почв отсутствует гипс, карбонатный горизонт мучнистый, содержится много камней и щебня. Почвы имеют различную степень солонцеватости. Травянистая растительность представлена различными степными ассоциациями от типчаково-пыльняных до ковыльных.

Исследования проводили в 4-рядной лесной полосе, заложенной осенью 1969 года трехлетними саженцами сосны Крылова. Лесные 4-рядные полосы посажены были по черному пару с доуглублением перед посадкой на 70 см 3-летними саженцами вручную под меч Колесова с размещением в ряду через 2,0 м, между рядами 4,0 м. По обе стороны были оставлены закрайки шириной 2 м, которые перед пожароопасными периодами бороновали. В первые два года проводили агротехнические уходы по одному шириной в 1 м возле ряда. В центре междурядья шириной 1 м оставляли почву без ухода для защиты ее от эрозии и снегозадержания в полосе. Изучение лесных полос проводили с использованием маршрутного и стационарного исследований. Раз в десять лет (1979, 1989, 1999, 2010 гг.) проводили учет сохранности, изменения диаметра, высоты дерева, кроны. С 1982 по 1992 год проводили стационарные исследования, кроме таксации изучали микроклимат в полосах и на окружающих полях, а также влияние лесных полос на урожай пшеницы и овса. Для анализа хода роста сосны Крылова брали средние модельные деревья в каждом ряду. У основания дерева, через 1 м делали поперечные спилы для изучения хода роста по высоте и диаметру. По спилам измеряли диаметр дерева, ширину годичных колец вдоль и поперек ряда. Диаметр ствола и кроны измеряли в каждом ряду поперек и вдоль ряда. У 200 деревьев в каждом ряду измеряли высоту очищения деревьев от сучьев. На моделях измеряли текущий прирост верхушечного и боковых побегов в середине дерева, длину хвои по годам. В междурядьях измеряли толщину опада, видовой состав травянистых растений, ее высоту, степень покрытие по шкале Друде. Влажность почвы определяли весовым методом до глубины 1,5 м, температуру воздуха – термографами, температуру почвы – почвенными термометрами. Осадки – осадкомером Третьякова, влажность воздуха гигрометром ВИТ-1.

Морфологическая характеристика и химический анализ почвы (табл. 1) светло-каштановой мучнисто карбанатовой почвы лесной полосы приведены ниже.

Горизонт А – 0–12 см. Белесовато-коричневый легко суглинистый, пылевато-комковатый, сухой рыхлый, сильнощебнистый, переход ясный.

Горизонт В – 13–20 см. Серовато-коричневый средне суглинистый, комковато-пылеватый сухой рыхлый, сильнощебнистый, переход ясный.

Горизонт ВС – 21–43 см. Сероватый, пятнообразный, тяжело суглинистый, комковатый сухой плотный, сильно щебнистый. Переход постепенный.

Горизонт С – 44–50 см. Белесый, тяжело суглинистый комковатый, сухой плотный, сильнощебнистый.

Результаты исследований. О росте сосны Крылова в 4-рядной сосновой полосе свидетельствуют основные морфологические показатели (табл. 2). Из приведенных данных видно, что средняя высота сосны в 40-летнем возрасте при среднем диаметре в 21 см на высоте 1,3 м составляет 12,5 м. Наблюдаются достоверные различия в высоте деревьев, произрастающих в разных рядах лесной полосы. Раздельная таксация деревьев по рядам показала, что лучший рост по высоте и диаметру получают деревья в крайних рядах

и особенно в наветренном ряду. Средние два ряда в 4-рядной полосе имеют относительно одинаковый рост в высоту. Диаметр этих деревьев на срезе имел эллипсовидную форму, вытянутую поперек ряда. У наветренного и заветренного рядов диаметры имеют слегка эллипсовидную форму. На изменение диаметра средних рядов сказались размещение деревьев в ряду и между рядами, а также ассиметрия кроны.

Таблица 1

Результаты химического анализа каштановой мучнисто-карбанатовой почвы под сосновой лесной полосой

Горизонт и глубина, см	рН водная	Поглощение		P ₂ O ₅ , мг/100 г	K ₂ O, мг/100 г	Гумус, %
		Ca	Mg			
A (0–12)	7,4	10,0	6,4	1,0	7,5	0,8
B (13–20)	7,8	9,8	6,0	1,8	9,8	0,3
BC (21–43)	9,1	8,4	5,3	3,4	9,0	-
C (44–50)	9,4	7,8	4,0	4,0	12,0	-

У деревьев в лесной полосе наблюдается ассиметрия в формировании годичных колец, что связано с разным размещением деревьев в ряду (2 м) и между рядами (4 м). В итоге средняя толщина кольца вдоль ряда равна 3,4 мм, поперек 3,7 мм.

Линейный прирост побегов в длину в крайних рядах (по нашим наблюдениям) начинается при достижении почвы на глубине 20–25 см температуры 7–8°С и суммы активных температур порядка 300–350°С. В средних рядах лесной полосы почва прогревается позже и начало роста побегов на 5–7 дней позже. В сухостепной зоне начало роста сосны Крылова наблюдается в период с 15 по 25 мая одновременно с началом роста побегов начинает расти хвоя. В начале роста хвоя скрыта чешуей и ее не видно. Побеги растут 45–55 дней. Рост побегов заканчивается 15–25 июля. Причем у боковых побегов рост заканчивается на несколько дней позже. Хвоя растет дольше побегов и заканчивает рост в начале августа. Растут побеги неравномерно – скачками. Наиболее интенсивный рост побегов наблюдается в первой половине июня, он связан с наличием влаги и накоплением активных температур.

Таблица 2

Основные морфометрические показатели сосновой лесной полосы

Показатель	Ряд, X+m			
	наветренный	центральный	центральный	заветренный
Высота дерева, м	12,6 _{+0,2}	12,2 _{+0,2}	12,3 _{+0,2}	12,4 _{+0,3}
Средний диаметр ствола на высоте 1,3 м	20,9 _{+0,4}	20,5 _{+0,5}	19,8 _{+0,3}	21,3 _{+0,4}
Диаметр кроны, см	3,8 _{+0,1}	3,2 _{+0,1}	3,3 _{+0,1}	4,0 _{+0,1}
Высота очищения от сучьев, м	1,6 _{+0,1}	2,3 _{+0,1}	2,4 _{+0,1}	1,8 _{+0,1}

Прирост сосны по диаметру начинается спустя 12–18 дней после начала роста побегов и продолжается до конца августа. Наиболее интенсивный рост по диаметру отмечается со середины июня до середины августа.

В сосновой полосе заметна ассиметрия и в строении кроны деревьев в зависимости от их произрастания в рядах. Средний диаметр кроны вдоль ряда в наветренном ряду составляет 3,2 и 3,3 м возле заветренного ряда. Поперек ряда диаметр кроны был соответственно в наветренном ряду 4,0, в заветренном 4,2 м. В среднем ряду имеет конусовидную форму, а с возрастом крона приобретает эллипсовидную форму за счет уменьшения роста побегов в высоту и усиленного роста боковых побегов. Деревья очищаются от нижних сучьев быстрее в средних рядах, чем в крайних. В 40-летнем возрасте деревья с наветренной стороны очистились от нижних сучьев быстрее в средних рядах, чем в крайних. В 4-летнем возрасте деревья с наветренной стороны очистились на высоту 1,6 м, с заветренной 1,8 м, средние ряды 2,3 и 2,4 м. Таким образом, в конечном профиле высота очищения стволов сосны Крылова от сучьев носит параболический характер, в средних рядах она выше, чем в крайних. Такое очищение объясняется сомкнутостью полога лесных полос, нижние ветви в крайних рядах получают больше света, чем ветви в средних рядах. В результате такого дисбаланса в освещении отмирание нижних сучьев идет быстрее в центре лесной полосы.

За 40 лет в сосновой лесной полосе сформировалась лесная подстилка толщиной до 2–3 см, состоящая из хвои, мелких веточек, старых шишек и отмерших растений. Живой напочвенный покров разрежен вдоль ряда проектное покрытие составляет 20–30%, в междурядьях до 40–50%. Это связано с разной освещенностью почвы вдоль ряда и поперек ряда. Средняя высота травяного покрова составляет 35–45 см, живой напочвенный покров представлен степными сорными видами. В его составе около 30 видов. В настоящее время травянистая растительность междурядьев находится в угнетенном состоянии, отмечается удлинение периода вегетации у них, отставание в ритме развития по фазам вегетации в сравнении в теми же видами на открытых участках. По мере увеличения возраста лесных полос уменьшается участие в травяном покрове лугово-степных видов и соответственно увеличивается число сорных. Наиболее злостными и распространенными сорными в лесных полосах являются: морковник, липучка, пырей ползучий, марь остистая, волоснец сибирский, ярушка полевая, грушанка выюнквая, хвощ полевой.

Исследования показали, что видовой состав травянистых растений в сосновых лесных полосах зависит от возраста лесной полосы, сомкнутости кроны, флористического состава, сопредельных участков. В лесных полосах сосна Крылова начинает плодоносить с 18–20 лет. Урожай шишек колеблется от плохого до среднего. Несмотря на наличие семян в самой полосе, подрост отсутствует, хотя всходов появляется весной много, но в июне они погибают от иссушения, вытаптываются скотом. Кроме того в густом насаждении ощущается недостаток света даже травянистыми растениями.

За полосой с заветренной стороны обычно один раз 3–5 лет формируется хороший снежный покров высотой до 0,5–0,6 м и длиной до 60–80 м от лесной полосы. В этой достаточно хорошо увлажненной зоне хорошо возобновляется и растет сосна Крылова. Самый большой возраст подроста возле лесной полосы, при удалении от полосы возраст подроста уменьшается и на окраине произрастает 1-, 2- и 3-летний подрост, причем чем старше, тем гуще. Полнота подроста возле лесной полосы более 1. Здесь необходимо проводить рубки ухода. Естественное возобновление по годам неравномерное. Это связано не только с урожаем семян, но и с экологическими условиями.

На графике хода роста по высоте и диаметру показано, что рост сосны продолжается стабильно. Однако, как показывают исследования, площадь питания 8 м² под одно дерево не достаточна, в возрасте 40 лет крона начинает формироваться эллипсоидной формы. Целесообразно в этом возрасте иметь 950–1000 деревьев на 1 га. При сплошном перечете на пробных площадях можно вырубать отстающие в росте деревья, причем вырубать их нужно равномерно, чтобы не образовывались сквозные просветы в полосе. Можно вырубать по диагонали квадратов и довести площадь питания до 9,5–10,5 м². Все деревья, намеченные в рубку, должны быть отмечены до начала рубки.

Выводы

1. Общее состояние 4-рядной лесной полосы хорошее, ее можно отнести к первому классу жизнестойчивости. Об этом свидетельствуют следующие показатели:

- средний текущий прирост составляет 15–22 см;
- хвоя на дереве держится 5–7 лет, длина хвои 11–12 см;
- повреждения деревьев вредителями и болезнями не наблюдается;
- у деревьев ежегодно отмечается семеношение;
- по обе стороны от лесной полосы выросли естественные насаждения.

2. Оптимальные условия для роста сосны Крылова были созданы при следующей агротехнике их посадки:

- почва под посадку была подготовлена по черному пару со щелеванием осенью на глубину 65–70 см;
- посадка проводилась трехлетними саженцами по схеме 2 м в ряду и 4 м между рядами из расчета 1250 посадочных мест на 1 га;
- впервые два года создавали кулисы с наветренной стороны из горчицы белой, а в последующие два года оставляли высокую стерню шириной в один проход комбайна (6–8 м);
- в рядах последние уходы проводили в конце июля, это позволяет оставлять травяную растительность для сдерживания ветропесчаного потока и задержания снега зимой.

Литература

1. Бобринев В.П., Пак Л.Н. Рекомендации по созданию лесных полос в юго-восточной части Забайкальского края // Вестн. КрасГАУ. – 2010. – №11. – С. 87–91.

2. Бобринев В.П. Экология лесных полос в Восточном Забайкалье. – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1988. – 159 с.



УДК 630*182.47:581.55

И.А. Гончарова, Р.С. Собачкин

ВЛИЯНИЕ ГУСТОТЫ ДРЕВОСТОЯ НА СТРУКТУРУ НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В РАЗНОГУСТОТНЫХ МОЛОДНЯКАХ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ ИСКУССТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Приведены результаты исследования видового состава напочвенного покрова в разнотравных ценозах лиственницы сибирской (*Larix sibirica* L.). Проанализировано изменение биоразнообразия, проективного покрытия, синузальной структуры травяно-кустарничкового яруса с плотностью древостоя.

Ключевые слова: лиственница, травяно-кустарничковый покров, плотность древостоя, видовой состав.

I.A. Goncharova, R.S. Sobachkin

THE FOREST STAND DENSITY INFLUENCE ON GROUND LAYER STRUCTURE IN YOUNG LARCH ARTIFICIAL PLANTATIONS OF DIFFERENT DENSITY

The research results of the species composition of ground layer in different planting density cenosis of Siberian larch (*Larix sibirica* L.) are presented. The bio-diversity change, project cover, grass-shrub tier structure with forest stand density are analyzed.

Key words: larch, grass-shrub cover, forest stand density, species composition.

Введение. Структура травяно-кустарничкового яруса (видовой состав, обилие и проективное покрытие живого напочвенного покрова) в лесных сообществах определяется комплексом экотопических и биотопических факторов, среди которых большое значение имеет качественный и количественный состав древостоя. Последнему фактору, по нашему мнению, уделяется недостаточное внимание.

В настоящее время имеется довольно обширная литература о росте, развитии и продуктивности ценозов лиственницы разной густоты посадки [6–8, 10, 11 и др.]. Исследования, посвященные влиянию древесного полога на видовой состав и структуру напочвенного покрова, носят единичный характер [1, 2].

Цель работы: изучить влияния густоты древостоя на структуру травяно-кустарничкового яруса в молодняках лиственницы искусственного происхождения.

Объекты и методы. Исследования проводились на 25-летних культурах лиственницы сибирской (*Larix sibirica* L.), созданных в 1982 году сотрудниками Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН под руководством А.И. Бузыкина в подзоне южной тайги (Большемуртинский лесхоз Красноярского края) на серых лесных почвах в однородных лесорастительных условиях с использованием 18 вариантов густоты (от 0,5 до 128,0 тыс. шт/га), т.е. крайние варианты густоты различались в 256 раз.

Для посадки по квадратной схеме использовали двухлетние сеянцы (табл. 1). На участке каждого варианта густоты высаживали не менее 500 растений; причем для вариантов с густотой от 48,0 до 128,0 тыс. шт/га число посадочных мест на участках увеличивалось соответственно на 10–40%. Площадь каждого участка определялась густотой и равнялась 0,007–1,0 га, по конфигурации она близка к квадратной. Участки примыкали друг к другу без разрывов, образуя целостный блок.

Таксационные показатели молодняков лиственницы сибирской

Номер секции	Начальная густота, тыс. шт/га	Фактическая густота, тыс. шт/га	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Относительная полнота
1	0,5	0,2	16,5	9,4	0,2
2	0,8	0,3	17,1	10,7	0,3
3	1,0	0,4	18,4	11,9	0,4
4	1,5	0,7	17,7	12,0	0,6
5	2,0	0,8	16,1	11,7	0,5
6	3,0	1,3	15,3	13,2	0,8
7	4,0	1,9	13,5	13,7	0,8
8	6,0	2,8	11,6	13,7	0,9
9	8,0	2,3	11,7	12,6	0,8
10	10,0	2,8	11,0	11,7	0,9
11	12,0	5,5	8,7	12,0	1,1
12	16,0	6,1	8,9	12,4	1,2
13	24,0	7,7	7,9	11,8	1,2
14	32,0	6,3	8,6	11,6	1,2
15	48,0	7,7	8,6	12,4	1,4
16	64,0	10,2	8,2	11,4	1,8
17	96,0	11,3	7,0	11,5	1,4
18	128,0	18,0	6,8	11,5	2,1

Площадь под опытные посадки, на которой в прошлом произрастали темнохвойные древостои с участием сосны и лиственницы сибирской, длительное время находилась в сельскохозяйственном обороте.

Исследования разнототных насаждений лиственницы сибирской проводились по общепринятым методикам [4, 5]. Для установления влияния густоты на основные биометрические показатели отдельных деревьев и ценозов в целом на участках каждого варианта густоты была проведена сплошная таксация с замером модельных деревьев. В периферийных рядах и примыкающих к редким посадкам вариантах опыта опушечные ряды исключались из общего перечета и замера высот.

Для характеристики травяно-кустарничкового покрова на каждом варианте густоты выполнено общее геоботаническое описание. Охарактеризован общий облик растительного покрова, его физиономические черты. Составлены списки видов с указанием их проективного покрытия. Названия сосудистых растений приводятся согласно аннотированному списку видов С.К. Черепанова [9]. Изучение синузального строения фитоценозов включало определение доли в общем сложении фитоценоза, характер границ (резкие, размытые). Внутри синузаций определяли видовой состав, проективное покрытие отдельных видов и их высоту. Названия синузаций давались по соответствующим доминантам. Под синузией мы понимаем одноярусные ценотически связанные и экологически однородные единицы [3].

Результаты и обсуждение. В ходе исследований выяснено, что соотношение площадей, занятых окнами в пологе древостоя и биогруппами лиственницы, образующими полог, варьирует в зависимости от густоты древостоя (рис. 1). В наиболее редких ценозах с фактической густотой 0,2–0,4 тыс. шт/га (секции 1–3) древостой размещается равномерно, не образуя полога. В данных секциях 99–100% площади представлено окнами. В секциях 4–7 с густотой 0,7–1,9 тыс. шт/га площадь, занимаемая окнами, составляет 80–95% от общей площади. При густоте 2,3–18,0 тыс. шт/га (секции 8–18) площадь окон варьирует от 0 до 60%. Примечателен тот факт, что равномерное размещение древостоя, при котором 100% площади представлено биогруппой лиственницы, образующей полог, наблюдается при густоте 5,5 тыс. шт/га (секция 11). В более густых ценозах (секции 16–18) с густотой более 10,0 тыс. шт/га площадь биогрупп снижается, так как естественный отпад деревьев привел к образованию больших по площади окон.

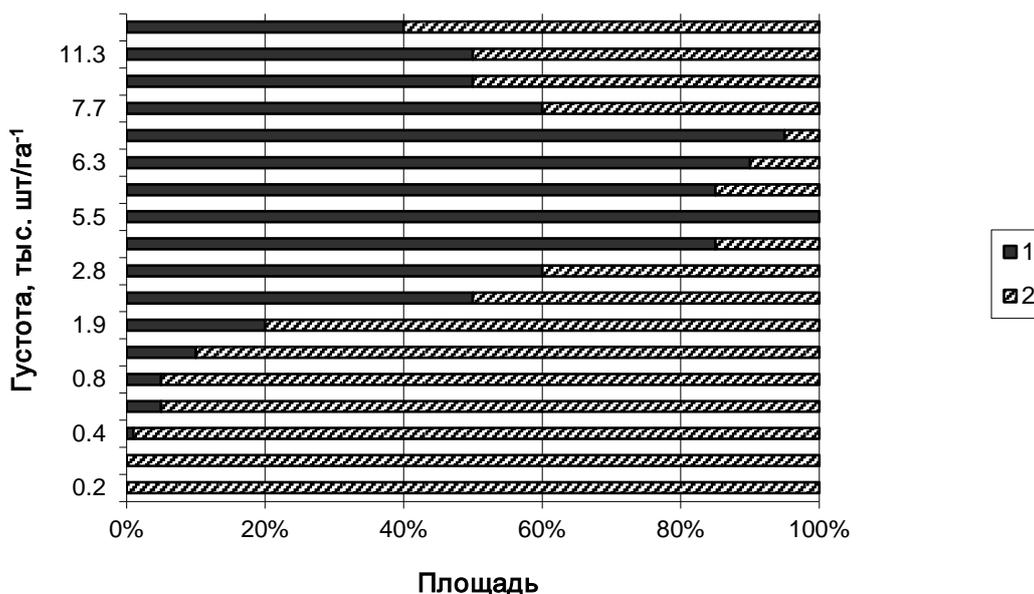


Рис. 1. Соотношение площадей, занятых биогруппой лиственницы (1) и окнами в пологе (2)

В наиболее простом случае видовое разнообразие измеряется количеством видов на единицу площади [3]. В изученных молодняках лиственницы сибирской произрастает 38 видов сосудистых растений. Количество видов растений травяно-кустарничкового яруса с густотой древостоя варьирует. В секциях 1–14 с густотой 0,2–7,7 тыс. шт/га насчитывается 10–21 вид растений травяно-кустарничкового яруса (рис. 2). В наиболее густых ценозах (секции 15–18) с фактической густотой 7,7–18,0 тыс. шт/га видовое разнообразие минимально: 3–7 видов, т.е. видовое разнообразие с густотой древостоя снижается.

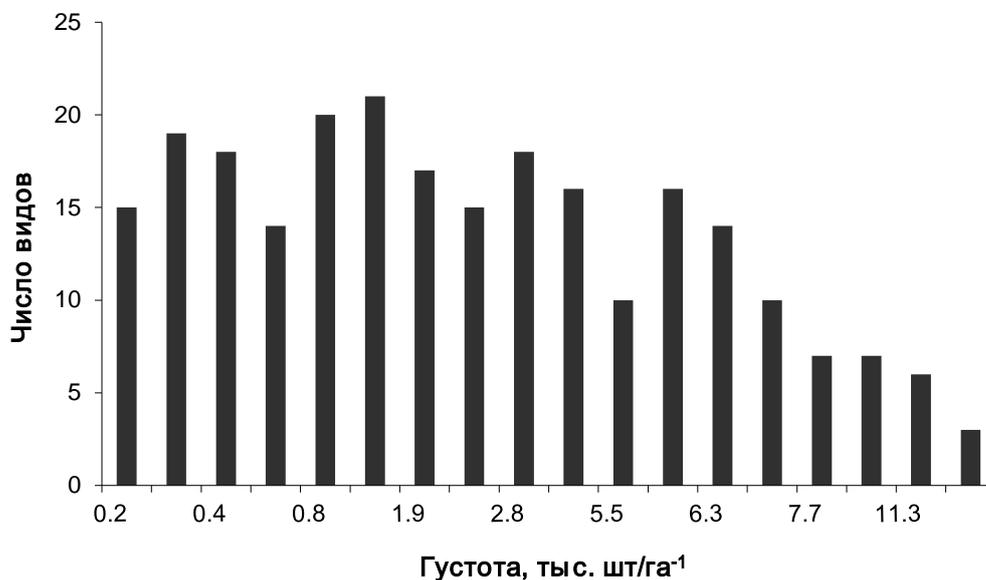


Рис. 2. Видовое разнообразие разногустотных лиственничников

Общее проективное покрытие (ОПП) видов (как под пологом, так и в окнах) уменьшается с густотой древостоя (рис. 3). Однако это снижение носит нелинейный характер. В редких насаждениях (0,2–1,9 тыс. шт/га – секции 1–7) ОПП под пологом (в биогруппах лиственницы) составляет 1–30%, тогда как в окнах ОПП достигает 50–90%. В древостоях с густотой 2,3–18,0 тыс. шт/га (секции 8–18) ОПП под пологом варьирует в пределах 1–10%, в окнах – 1–40%. Причем четкой зависимости уменьшения ОПП с густотой в данных пределах густоты древостоя нет. Основную роль играет размещение стволов. При равномерном

распределении деревьев в насаждениях с меньшей густотой древостоя ОПП меньше, чем при групповом размещении стволов, хотя общая густота древостоя больше.

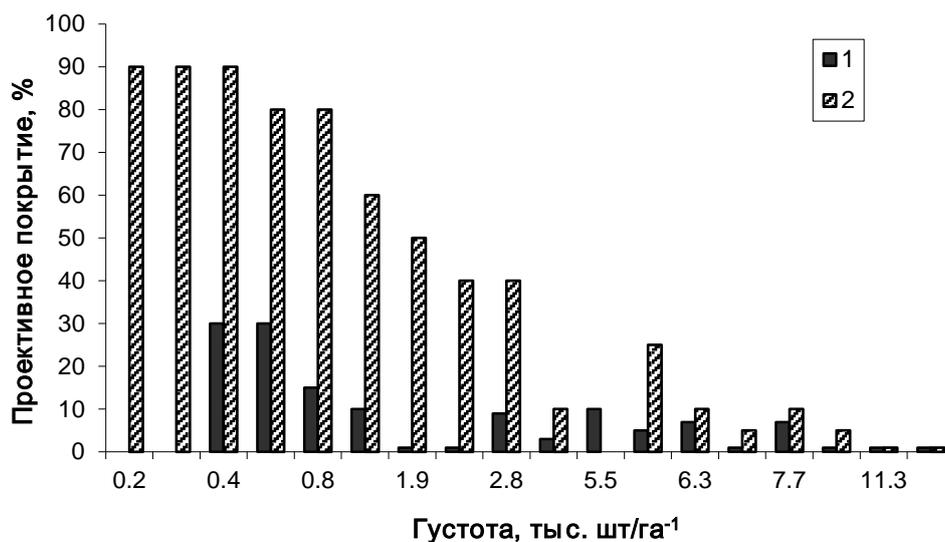


Рис. 3. Общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса: 1 – под пологом лиственницы (в биогруппе); 2 – в окнах

В структуре разногустотных молодняков лиственницы сибирской можно выделить две группы синузий. Первая – под пологом древостоя (мертвопокровная) и вторая – в окнах полога древостоя (крупнотравно-злаковая, разнотравно-злаковая и хвощево-разнотравная) (табл. 2). Каждая из этих групп синузий имеет свои особенности.

Таблица 2

Площадь, занимаемая синузиями, %

Название синузии	Номер секции																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Мертвопокровная	0	0	0	0	5	5	10	30	45	60	90	85	95	90	95	100	100	100
Крупнотравно-злаковая	50	60	60	20	10	5	5	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0
Разнотравно-злаковая	45	30	35	75	80	85	75	60	40	30	5	10	0	5	5	0	0	0
Хвощево-разнотравная	5	10	5	5	5	5	10	5	10	5	5	5	5	5	0	0	0	0

Отличительной чертой мертвопокровных синузий является крайне разреженный травяной покров, который состоит главным образом из видов таежного мелкотравья, способных выдерживать конкурентное воздействие древесного яруса. С густотой древостоя площадь, занимаемая мертвопокровной синузией, увеличивается. В наиболее редких ценозах (секции 1–4) с густотой 0,2–0,7 тыс. шт/га мертвопокровные синузии отсутствуют, тогда как при густоте более 7,0 тыс. шт/га (секции 13–18) они занимают 90–100% площади.

В окнах полога древостоя формируются крупнотравно-злаковая, разнотравно-злаковая и хвощево-разнотравная синузии. Крупнотравно-злаковые синузии характеризуются наличием в видовом составе *Dactylis glomerata* L., *Heracleum dissectum* Ledeb., *Centaurea scabiosa* L., *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Thalictrum simplex* L. В наиболее редких молодняках (0,2–0,3 тыс. шт/га – секции 1–3) крупнотравно-злаковые синузии занимают 50–60% площади. Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса составляет 40–50%. В молодняках лиственницы с густотой 0,7–2,8 тыс. шт/га (секции 4–10) крупнотравно-злаковые синузии занимают 5–20%, причем присутствие данной синузии обусловлено наличием окон в пологе, размером, не менее чем 2х2 м. Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса составляет 30–40%.

Разнотравно-злаковые синузии отличает обилие *Amoria repens* L.C. Presl, *Dactylis glomerata*, *Pimpinella saxifraga* L., *Prunella vulgaris* L., *Rubus saxatilis* L., *Agrimonia pilosa* Ledeb. Видовая насыщенность приводит к расщеплению на подъярусы. Первый ярус формируют *Dactylis glomerata*. Второй ярус представлен *Pimpinella saxifraga*, *Prunella vulgaris*, *Rubus saxatilis*, *Amoria repens*. В молодняках с густотой более 7,0 тыс. шт/га площадь разнотравно-

злаковых синузий не превышает 5%. При меньшей густоте ценозов разнотравно-злаковые синузии составляют 10–85% площади. Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса достигает 80%.

Хвощево-разнотравные синузии характеризуются наличием *Equisetum sylvaticum* L., *Agrimonia pilosa*, *Dactylis glomerata*, *Ranunculus polyanthemos* L., *Pimpinella saxifraga*, *Prunella vulgaris*. В ценозах они составляют 0–10%. Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса составляет 10–50%.

В задачи данного исследования также входило изучение влияния густоты древостоя на качественный состав травяно-кустарничкового яруса. В исследованных разнотравных насаждениях произрастает 38 видов растений. Их подавляющее большинство (66,7%) относится к экологической группе мезофитов (по отношению к влажности). В изученных ценозах выявлены также мезоксерофиты (24,2%) и мезогигрофиты (9,1%). Достоверного изменения количества видов, относящихся к различным экологическим группам, на единице площади, с густотой древостоя не выявлено.

Проведенный анализ поясно-зональной структуры показал наличие на изученной территории растений, относящихся к 8 поясно-зональным группам: светлохвойно-лесная (45,9%), неморальная (16,2%), лесостепная (10,9%), аazonальная рудеральная (8,1%), аazonальная луговая (8,1%), темнохвойно-лесная (5,4%), аazonальная сорная (2,7%), аazonальная прирусловая (2,7%). Наличие в общем списке растений, относящихся к рудеральным видам (*Plantago lanceolata* L., *Melandrium album* (Mill.) Garcke и др.) и сорным (*Sonchus arvensis* L.), объясняется, вероятно, использованием данных площадей в сельскохозяйственном обороте до посадки культур. Четкой закономерности изменения количества видов, относящихся к различным поясно-зональным группам, с густотой древостоя не зафиксировано.

Следует отметить, что культурам лиственницы 25 лет, процесс отпада деревьев в загущенных ценозах продолжается, в результате чего изменится видовой состав травяно-кустарничкового яруса, его структура и проективное покрытие.

Заключение. Таким образом, разнотравные молодняки лиственницы сибирской существенно различаются по составу и структуре напочвенного покрова. Важным параметром является не только исходная густота древостоя, но и итоговая после изреживания, а также относительная площадь окон, формирующихся в процессе изреживания. С увеличением густоты насаждения уменьшается проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса и видовое разнообразие, изменяется синузидальная структура. В насаждениях с густотой древостоя 0,7–2,8 тыс. шт/га видовое разнообразие и общее проективное покрытие напочвенного покрова определяется не столько густотой древостоя, сколько неравномерностью распределения стволов деревьев по площади.

Литература

1. Банникова И.А. Влияние древесной и кустарниковой растительности на развитие нижних ярусов лесных биогеоценозов. – М.: Наука, 1967. – 103 с.
2. Лебедева В.Х., Тиходеева М.Ю., Ипатов В.С. Влияние деревьев на напочвенный покров в осиннике черничном // Бот. журн. – 2008. – Т. 93. – № 7. – С. 996–1010.
3. Миркин Б.М., Розенберг Г.С., Наумова Л.Г. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. – М.: Наука, 1989. – 223 с.
4. Моисеев В.С. Таксация молодняков. – Л.: Изд-во ЛТА, 1971. – 342 с.
5. Побединский А.В. Изучение лесовосстановительных процессов (Методические указания). – М.: Наука, 1966. – 64 с.
6. Сукачев В.Н. К истории развития лиственницы // Лесное дело. – 1934. – С. 38–43.
7. Тимофеев В.П. Влияние густоты посадки на рост лиственницы // Лес и степь. – 1953. – №3. – С. 82–110.
8. Тимофеев В.П. Опыт выращивания лиственницы при разной густоте посадки // Изв. ТСХА. – 1959. – № 2. – С. 123–140.
9. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. – СПб.: Мир и семья, 1995. – 990 с.
10. Яблоков А.С. Культура лиственницы и уход за насаждениями. – М.: Гослестехиздат, 1934. – 127 с.
11. Sobachkin R.S., Sobachkin D.S., Buzykin A.I. The influence of stand density on growth of tree conifers species // Tree species effects on soil: implications for global change. NATO Science Series. – Springer, Kluwer Academic Publishers, 2005. – P. 247–255.

СТРАТИГРАФИЯ, АБСОЛЮТНЫЙ ВОЗРАСТ И ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ПОГРЕБЕННОГО ГОЛОЦЕНОВОГО ТОРФЯНИКА ВОСТОЧНОГО ТАЙМЫРА

В статье представлены результаты палеоэкологических исследований реликтового погребенного торфяника в долине р. Хатанги.

Установлено, что видовой состав растений-торфообразователей от основания залежи и до ее верхних слоев мало изменялся, что свидетельствует об отсутствии существенных колебаний экологических условий во время ее формирования. На основе послойного радиоуглеродного датирования подсчитана линейная скорость аккумуляции торфа. Показано, что полученные величины скорости торфообразования при условии, что торфяная залежь сформировалась в субатлантическое время, противоречат литературным данным. Приводятся аргументированные доказательства того, что погребенный торфяник мог образоваться только в теплый период голоцена – атлантический период.

Ключевые слова: погребенный реликтовый торфяник, стратиграфия, скорость торфообразования, полуископаемая древесина, голоцен.

L.V. Karpenko, M.M. Nayrzbaev

THE STRATIGRAPHY, ABSOLUTE AGE AND THE HISTORY OF SUBMERGED RELICT PEATLAND DEVELOPMENT IN EAST TAIMYR

The paleoecological research results of the submerged relict peatland in the Khatanga river valley are presented.

It is determined, that the specific structure of plants-peatforming from the basis of a peat deposit and up to its top layers changed a little, that testifies to absence of ecological conditions essential fluctuations during its formation. On the basis of level-by-level radiocarbon dating linear speed of peat accumulation is counted up. It is shown, that the received sizes of peat accumulation speed provided that the peat deposit was generated during subAtlantic time, contradict the literary data. The grounded proofs that the buried relict peatland could be formed only during the warm period of Holocene –the Atlantic period are given.

Key words: submerged relict peatland, stratigraphy, peat accumulation speed, semi-fossil wood, the Holocene.

Введение. Пойменные и террасовые обнажения берегов рек Восточного Таймыра – Хатанги, Новой, Большой Балахни и др. сплошной полосой на протяжении 20 км и более сложены реликтовыми погребенными торфяниками мощностью от 1,3 до 2,5 м. Они содержат в себе важную информацию об изменениях климата, происходивших в голоцене, представляют основу для реконструкции динамики природной обстановки на протяжении 7–8 тыс. лет назад (л.н.). Кроме того, они являются важным источником полуископаемой древесины, так как пни и стволы деревьев, найденные в торфе, являются свидетелями теплой эпохи голоцена и могут служить доказательством тому, что болото- и торфообразование на Таймыре началось в бореальный и атлантический периоды голоцена одновременно с распространением здесь лесного покрова.

Как отмечал Н.И. Пьявченко [1], послеледниковая история севера Сибири характеризуется двумя фазами болотообразования и торфообразования: 1) древней, более продолжительной и мощной, 2) современной, начавшейся сравнительно недавно и протекающей в менее благоприятных климатических условиях. Подтверждением этому служат описанные в литературе торфяники Восточного Таймыра, залегающие на надпойменных террасах рек Фомич, Новая, Большая Балахня и др. Установлено, что они образовались во время голоценовых потеплений – в бореальное (8500 л.н.) и атлантическое (5000 л.н.) время [2]. В суббореальный (4000–2500 л.н.) и в субатлантический периоды (2500–0 л.н.), после наступления вечной мерзлоты, процесс торфообразования здесь сильно замедлился или совсем прекратился, а в тундре в настоящее время доминируют большей частью минеральные осоково-гипновые болота с мощностью торфа не более 10–15 см.

О потеплении в голоцене также свидетельствуют находки полуископаемой древесины на надпойменных террасах рек Новая, Маймечка, Большая Балахня, Котуй и др., что может служить доказательством тому, что граница лиственных лесов находилась намного северней относительно современной [3, 4].

Целью наших исследований являлось:

- 1) проанализировать строение стратиграфии торфяной залежи погребенных торфяников, выявить основные растения-торфообразователи;
- 2) определить абсолютный возраст торфа и рассчитать скорость его аккумуляции за период образования торфяника;
- 3) реконструировать флуктуации регионального климата голоцена, которые влияли на процессы образования болот в восточной части Таймыра.

Объекты и методы исследований. Объектом исследований послужил погребенный торфяник, расположенный в береговом обнажении протоки Пионерской (р. Хатанга). На низкой песчаной пойме в полузаполненном состоянии и на ее поверхности в большом количестве находятся крупные и мелкие остатки полуископаемой древесины. Географические координаты исследований – 71°59' с.ш., 102°14' в.д., 8,5 км на запад от пос. Хатанга.

Во время ежегодного весеннего половодья вода в р. Хатанге, вследствие подпора ее ледяными заторами, поднимается на высоту 6–7 м и поверхность террасы полностью уходит под воду. Поэтому исследованный торфяник перекрыт слоем сильно заиленного легкого суглинка мощностью 0,5 м, с незначительной примесью растительных остатков. Морфологическое строение отложений террасы приводится в таблице 1.

Таблица 1

**Характеристика отложений террасы высокой поймы протоки Пионерской (р. Хатанга)
в стратиграфической последовательности**

Номер горизонта	Морфологическое строение	Мощность, см
1	Дернина из гипновых мхов и болотных кустарничков	0–5
2	Суглинок с остатками зеленых мхов, осок, хвоща, карликовой березы, ивы	5–30
3	Суглинок, сильно заиленный с остатками зеленых мхов, осок, хвоща	30–50
4	Торф, темно-коричневый, однородно окрашен, плотный, без выделения стратиграфических слоев	50–210
5	Мощный жильный лед, уходящий под урез воды	210–220
6	Сильно оглеенный тяжелый суглинок с линзами рыжего торфа	220–280
7	Крупный аллювиальный песок желтого, палевого и буровато-желтого цвета	280–350

Отбор образцов производился следующим образом. Стенка естественного обнажения берега протоки Пионерской была зачищена лопатой и ножом и углублена внутрь на 50 см, чтобы исключить омоложение торфа в результате привноса и проникновения в торфяную залежь речных наносов (песка, ила и т. д.). Отбор образцов торфа на ботанический анализ производился сплошной колонкой с интервалом 10 см, на радиоуглеродный – с интервалом 25 см. Образцы взяты со следующих глубин: 55, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 210 см. Радиоуглеродное датирование торфа выполнено в Объединенном институте геологии, геофизики и минералогии СО РАН (г. Новосибирск). Основными методами исследований являлись ботанический и радиоуглеродный анализы торфа.

Результаты и обсуждение исследований. В результате анализа стратиграфии торфяной залежи выявлено, что она на всю глубину образована низинными торфами топяной подгруппы травяной, травяно-моховой и моховой групп (табл. 2).

Ботанический состав и виды торфа, слагающие залежь

Глубина, см	Ботанический состав торфа	Вид торфа
55–60	Гипновые мхи – <i>Polytrichum strictum</i> , <i>P. commune</i> , <i>P. gracile</i> , <i>Hypnum lindbergii</i> , <i>Fontinalis antipyretica</i> , <i>Drepanocladus revolvens</i> – 70%, осоки – <i>Carex rariflora</i> , <i>C. rotundata</i> , <i>C. arctisibirica</i> , <i>C. concolor</i> – 10%, хвоц – <i>Equisetum fluviatile</i> – 10%, пушица – <i>Eriophorum brachyantherum</i> – 10%	Гипновый
60–65	Гипновые мхи – 50, осоки те же – 40%, хвоц – 10%, пушица – ед.	Осоково-гипновый
65–70	Осоки – <i>Carex vesicaria</i> , <i>C. rostrata</i> , <i>C. rariflora</i> , <i>C. arctisibirica</i> , <i>C. Middendorffii</i> – 60%, гипновые мхи – <i>Meesia triquetra</i> , <i>Aulacomnium palustre</i> , <i>Dicranum elongatum</i> – 30%, хвоц – 10%, пушица – ед.	Осоковый
70–75	Осоки те же – 60%, гипновые мхи те же – 30%, хвоц – 10%, вейник – ед., роголистник – ед.	Осоковый
75–80	Гипновые мхи – <i>Meesia triquetra</i> , <i>Aulacomnium palustre</i> , <i>Dicranum elongatum</i> – 60%, осоки те же – 20%, пушица – 10%, хвоц – ед., кора ивы – 10%	Гипновый
80–85	Гипновые мхи те же – 60%, осоки – 20%, хвоц – 10%, пушица – 20%, кора ивы – ед.	Гипновый
85–90	Гипновые мхи – 20%, осока – 20%, хвоц – 20%, пушица – 30%, кора ивы – 5%, неопределенные остатки – 5%	Травяной
90–95	Осоки – 60%, хвоц топяной – 15%, гипновые мхи – 20%, древесина ольхи – 5%, пушица – единично	Осоковый
95–100	Осоки – <i>Carex rostrata</i> , <i>C. wiluica</i> – 60%, хвоц топяной – 15%, гипновые мхи – 20%, кора и древесина ольхи – 5%, пушица – ед.	Осоковый
100–110	Гипновые мхи – <i>Drepanocladus revolvens</i> , <i>Calliergon giganteum</i> , <i>Hylocomium splendens</i> , <i>Tomenthypnum nitens</i> – 45%, осоки – 35%, хвоц – 15%, пушица – 5%	Разнотравно-гипновый
110–120	Осоки – 60%, гипновые мхи – 20%, хвоц – 10%, роголистник – 5%, вейник – 5%	Осоковый
120–130	Осоки – <i>C. vesicaria</i> , <i>C. capitata</i> , <i>C. diandra</i> , <i>C. wiluica</i> , <i>C. aquatilis</i> – 20%, хвоц – 30%, голубика – 5%, гипновые мхи – <i>Drepanocladus revolvens</i> , <i>Calliergon giganteum</i> – 10%, роголистник – 10%, пушица – <i>Eriophorum brachyantherum</i> – 20%	Травяной
130–140	Гипновые мхи – 30%, осоки – 20%, пушица – 20%, хвоц – <i>Equisetum palustre</i> – 20%, неопределенные остатки – 10%	Травяной
140–150	Гипновые мхи – 30%, осоки – 15%, пушица – 40%, хвоц – 15%	Травяной
150–160	Осоки – 50%, зеленые мхи – <i>Calliergon giganteum</i> , <i>Meesia triquetra</i> , <i>Hypnum lindbergii</i> , <i>Hylocomium splendens</i> , <i>Tomenthypnum nitens</i> – 20%, хвоц – 20%, неопределенные остатки – 10%	Травяной
160–170	Осоки – 60%, гипновые мхи – 20%, хвоц – 15%, пушица – 5%	Травяной
170–180	Гипновые мхи – 60%, хвоц – 30%, осоки – <i>Carex wiluica</i> , <i>C. rariflora</i> – 10%	Травяно-гипновый
180–190	Гипновые мхи – 60%, хвоц – 20%, осоки – 10%, пушица – 5%, вейник – 5%	Травяно-гипновый
190–200	Гипновые мхи – 60%, хвоц – 20%, пушица – 20%, вейник – ед.	Травяно-гипновый
200–210	Хвоц – 50%, пушица – <i>Eriophorum polystachion</i> – 40%, гипновые мхи – 10%	Травяной

Среди видов торфа преобладают травяной и осоковый. Древесный торф в торфяной залежи не выявлен, хотя, как отмечалось ранее, на берегу протоки было обнаружено значительное количество полуископаемой древесины. Залежь от момента начала заболачивания и до его полного прекращения формировалась,

вероятно, в близких экологических условиях, так как слагающие ее торфа отличаются не столько видовым составом растений, сколько их процентным соотношением. Ботанический анализ торфа погребенного торфяника свидетельствует о том, что доминирующими растениями-торфообразователями в течение всего периода его образования были осоки и зеленые мхи. Содоминантами являлись хвощ, пушица, полярные ивы, карликовая и приземистая березы, а также подбел, черника, голубика.

Абсолютные датировки нижнего и верхнего горизонтов торфа (210 см, возраст 1915 ± 75 л.н. и 55 см, возраст 455 ± 80 л.н.) свидетельствуют о том, что болотообразование и накопление торфа в долине р. Хатанги началось в субатлантическом периоде и закончилось примерно 500 л.н. Используя данные послынного радиоуглеродного датирования, нами была подсчитана скорость аккумуляции торфа, результаты которой оказались неожиданными (табл. 3).

Таблица 3

Возраст болота и скорость торфонакопления в долине р. Хатанги

Глубина отбора торфа, см	Номер лабораторного образца	Абсолютный возраст торфа по ^{14}C , л. н.	Количество лет между датировками	Скорость аккумуляции торфа, мм/год
55	СОАН-6412	455 ± 80	-	
			160	1,6
75	СОАН-6413	615 ± 75		
			355	0,7
100	СОАН-6414	970 ± 75		
			195	1,3
125	СОАН-6415	1165 ± 40		
			95	2,6
150	СОАН-6416	1260 ± 70		
			65	3,8
175	СОАН-6417	1325 ± 60		
			135	1,8
200	СОАН-6418	1460 ± 55		
			455	1,3
210	СОАН-6419	1915 ± 75		

В среднем она равнялась 1,1 мм/год, а динамика торфонакопления за весь период образования торфяника была следующей. В начале субатлантического периода (возраст торфа – 1915 ± 75 л.н.) скорость накопления торфа составляла 1,3 мм/год. В середине периода (возраст торфа – 1460 ± 55 , 1325 ± 60 , 1260 ± 70 , 1165 ± 40 л.н.) прирост торфа заметно увеличился (1,8; 3,8; 2,6; 1,3). В конце субатлантического периода, вероятно, произошло обсыхание торфяника, его частичное разрушение под влиянием термокарста и водной эрозии. Поэтому годичный прирост торфа заметно снизился и составлял 0,7 мм/год. И между датами 615 ± 75 и 455 ± 80 л.н. (верхний слой торфяника, перекрытый суглинком) произошло новое увеличение скорости аккумуляции торфа до 1,6 мм/год. Проинтерпретировать такую чрезвычайно высокую скорость торфонакопления в зоне вечной мерзлоты не представляется возможным. Поэтому нами сделано предположение, что полученные величины абсолютного возраста сильно омоложены, а сам торфяник образовался не в субатлантическом, а в атлантическом периоде (8–4,5 тыс. л. н.). Это предположение опирается на широко представленные в литературе данные [2, 3, 5 и др.], которые свидетельствуют о том, что субатлантический период на Восточном Таймыре характеризуется значительным похолоданием климата по сравнению с предыдущими периодами голоцена. В это время в левобережье Хатанги, как и вообще на Таймыре, происходит полное исчезновение лесов, которые были широко распространены в атлантический и суббореальный периоды, а растительность была близка современной, т.е. была представлена заболоченными тундрами. Поэтому если утверждать (согласно радиоуглеродной датировке), что исследованный торфяник сформировался в субатлантическое время, то полученные нами довольно высокие величины линейного прироста торфа трудно согласуются с холодным климатом субатлантики. По данным [6], прирост торфяников, находящихся в области современного распространения вечной мерзлоты, варьирует от 0,1 до 0,9 мм/год. А ло-

кальный максимум прироста торфа в лесотундре и тундре Таймыра – 1,5–1,6 мм/год отмечен в климатический оптимум голоцена, т.е. в атлантический период [2, 7].

По нашему мнению, образование болот и интенсивное торфообразование в среднем течении р. Хатанги происходило не в холодный субатлантический период, а в климатический оптимум голоцена – атлантический период, который характеризуется максимальной фазой потепления. Так, по данным [3], «отклонение июльской изотермы от современных значений на Таймыре составляло ... не менее 8–10°C» (с. 617), по другим данным [8–10], оно равнялось 3–4°C. Для болот этого времени характерен активный рост торфяных залежей, сложенных преимущественно сфагновыми и гипновыми торфами малой степени разложения, а для суходолов – широкое развитие лесов из ели, березы и лиственницы [11].

Для доказательства атлантического возраста исследованного торфяника мы проанализировали скорость аккумуляции торфа другого торфяника [12], расположенного относительно недалеко от нашего (р. Фомич, географические координаты 71°42' с.ш., 108°03' в.д.). Его мощность составляет 2,62 м, а абсолютный возраст нижнего слоя торфа равен 10 500 ± 140 л.н. Процесс торфонакопления, как и в нашем случае, прекратился 500 ± 60 л.н. и торфяник был засыпан слоем песка. Рассчитав среднюю скорость аккумуляции торфа в долине р. Фомич, получили, что она равна 0,24 мм/год. Используя эту расчетную скорость, подсчитали, что абсолютный возраст нашего торфяника должен быть не менее 6412 л.н., что свидетельствует о том, что болото- и торфообразование в среднем течении р. Хатанги началось не позднее середины атлантического периода. Косвенным подтверждением этому могут служить также погребенные стволы и пни полуископаемой древесины (*Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr.), большое количество которых, как отмечалось выше, залегают в основании торфяников и в аллювиальных отложениях протоки Пионерской. По М.М. Наурзбаеву [4, 10], абсолютный возраст этой древесины варьирует от 5250 ± 30 до 5150 ± 40 л. н., что свидетельствует о том, что в оптимум голоцена большая часть Восточного Таймыра была покрыта лиственничными лесами.

Заключение. Проведенные комплексные исследования погребенного реликтового торфяника в долине р. Хатанги, дополненные данными абсолютного возраста полуископаемой древесины из этого же района, подтверждают сделанный ранее [4] вывод о том, что аномально высокие летние температуры раннего и среднего голоцена в сочетании с избыточным увлажнением благоприятствовали развитию на Таймыре лесных и болотных ландшафтов.

А на искажение и омоложение абсолютного возраста исследованного торфяника, и, соответственно, расчета скорости аккумуляции торфа, по нашему мнению, могли повлиять следующие факторы: 1) в речных обнажениях торфяников, находящихся в краевых частях болотных массивов, происходит естественный дренаж и последующая усадка торфа, которая значительно нивелирует истинные величины скорости аккумуляции торфа; 2) на омоложение возраста погребенного торфяника могло повлиять его неоднократное затопление во время половодий на р. Хатанге. Следы этих затоплений в виде прослоек песка отчетливо видны на поверхности незачищенной стенки торфяника. Как отмечал ранее Л.В. Сулержицкий [13], несмотря на то, что радиоуглеродный метод является достаточно хорошим инструментом для решения палеоэкологических задач, получаемые даты иногда противоречат друг другу. В частности, опасность омоложения возраста торфяников Крайнего Севера, по данным автора, возможна при соприкосновении его с активной биосферой после отступления вечной мерзлоты. Поэтому для получения дальнейших доказательств атлантического возраста погребенных реликтовых торфяников Восточного Таймыра необходимо продолжить изучение их генезиса и эволюции.

Литература

1. Пьявченко Н.И. К изучению палеогеографии севера Западной Сибири в голоцене // Палинология голоцена. – М., 1971. – С. 139–158.
2. Хотинский Н.А. Голоцен Северной Евразии. – М.: Наука, 1977. – 189 с.
3. Белорусова Ж.М., Ловелиус Н.В., Украинцева В.В. Региональные особенности изменения природы Таймыра в голоцене // Ботан. журн. – 1987. – Т. 72. – № 5. – С. 610–618.
4. Summer temperatures in eastern Taimyr inferred from a 2427-year late Holocene tree-ring chronology and earlier floating series / М.М. Nayrzbayev [et al.] // The Holocene. – 2002. – P. 727–736.
5. Белорусова Ж.М., Украинцева В.В. Палеогеография позднего плейстоцена и голоцена р. Новой на Таймыре // Ботан. журн. – 1980. – Т. 65. – № 3. – С. 368–379.
6. Вертикальный прирост торфа на болотах России в голоцене по данным радиоуглеродных датировок / С.Э. Вомперский [и др.] // Динамика болотных экосистем Северной Евразии в голоцене. – Петрозаводск, 2000. – С. 53–55.

7. Ваганов Е.А., Шиятов С.Г., Мазена В.С. Дендроклиматические исследования в Урало-Сибирской субарктике. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1996. – 324 с.
8. Антропоген Таймыра. – М.: Наука, 1982. – 184 с.
9. Bradley R.S. Paleoclimatology. Reconstructing climate of the quaternary // International geophysics series. – 1999. – V. 64. – 613 p.
10. Наурзбаев М.М., Ваганов Е.А., Сидорова О.В. Изменчивость приземной температуры воздуха на севере Евразии по данным тысячелетних древесно-кольцевых хронологий // Криосфера Земли. – 2003. – Т. VII. – № 2. – С. 84–91.
11. Briffa K.R. Annual climate variability in the Holocene: interpreting the message of ancient trees // Quaternary Science Reviews, 2000. – P. 87–105.
12. Украинцева В.В., Поспелов И.Н. О связях состава растительности и состава спорово-пыльцевых спектров поверхностных проб (устье р. Оленья, полуостров Таймыр // Изв. РАН. Сер. геогр. – 2006. – № 3. – С. 97–109.
13. Сулержицкий Л.Д. Радиоуглеродный метод и динамика распространения голоценовых лесов в тундровой зоне // История биогеоценозов СССР в голоцене. – М.: Наука, 1976. – С. 146–149.



УДК 633.11:58.04:581.331.2

Е.В. Козлова

ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОГАМЕТОФИТА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЯХ ПОСЛЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОТИВОДВУДОЛЬНЫХ ГЕРБИЦИДОВ

Проведен сравнительный анализ влияния гербицидов Фенизан, Триатлон, Секатор Турбо и Прима на последующие после применения поколения яровой пшеницы сорта Новосибирская 29.

У двух последовательных поколений потомков обработанных растений обнаружены изменения частоты и структуры аномалий формирования микрогаметофита. В ряде случаев отмечена тенденция снижения урожайности.

Ключевые слова: яровая пшеница, противодвудольные гербициды, пыльца, продуктивность.

E.V. Kozlova

THE SPRING WHEAT MICRO-GAMETOPHYTE FORMATION IN THE SUBSEQUENT GENERATIONS AFTER ANTI-DICOTYLEDONOUS HERBICIDE APPLICATION

The comparative analysis of Fenizan, Thriathlon, Secateurs Turbo and Prima herbicide influence on the subsequent after use generations of spring wheat sort Novosibirsk 29 is carried out.

The frequency and structure changes of micro-gametophyte formation anomalies in two consecutive generations of treated plant descendants are revealed. In some cases the tendency of productivity decrease is registered.

Key words: spring wheat, anti-dicotyledonous herbicide, pollen, productivity.

В жизненном цикле высших растений большую роль в процессе эволюции и передаче генетической информации играет гаплоидная фаза (Эмбриология цветковых растений, терминология и концепции, 1994). Эта фаза очень чувствительна к действию разнообразных факторов – физических, химических (Кравец Е.А., 2011). Стерильность пыльцевого зерна выражается в нарушениях формирования пыльцевой оболочки и клеток гаметофита, что приводит к невозможности оплодотворения (Брыль Е.А., 2009). Как результат, гаметофиты, особенно мужские, подвергаются интенсивному отбору на фоне повышенной вероятности возникновения и проявления разнообразных мутаций (Дудин Г.П., 2006; Кравец Е.А., 2011, Егоркина Г.И., Бабич Т.В., 2008). На сегодняшний день опубликованы исследования прямого влияния пестицидов на обрабатываемые растения, и что очень важно, на их генеративные органы (Дудин Г.П., 2005, Егоркина Г.И., Бабич Т.В., 2008).

Однако имеются лишь единичные работы по изучению последствий применения химических средств защиты для последующих поколений у культурных растений (Zollinger R.K., Evans J.O., 1985, Помелов А.В.,

Дудин Г.П., 2009). В нашем предыдущем исследовании был обнаружен эффект снижения фертильности пыльцы у растений яровой пшеницы, выращенных в отсутствие обработки гербицидами, но полученных от родителей, обработанных гербицидом Секатор Турбо и его смесью с граминицидом Гепард Экстра. Поэтому целью нашей дальнейшей работы было изучение влияния различных многокомпонентных противодвудольных гербицидов на качество пыльцы у яровой пшеницы, в том числе у двух последовательных поколений.

Методика исследования. Полевые исследования проводили на опытных полях ОПХ «Минино» Красноярского края в совместных исследованиях с сотрудниками КНИИСХ в 2009–2011 годах.

В данном исследовании использовали мягкую яровую пшеницу сорта Новосибирская 29.

Опытное хозяйство находится в условиях умеренно сухого и резко континентального климата. Почва на опытных участках – чернозем обыкновенный, маломощный.

В 2009 году в фазу кущения исходные посевы яровой пшеницы обрабатывали по следующим схемам:

1 – контроль (без обработки);

2 – посевы, обработанные гербицидом Фенизан ВР (ЗАО «Щелково-Агрохим», Россия) (360 г/л дикамба кислоты +22,2 г/л хлорсульфурона) в дозе 0,2 л/га;

3 – посевы, обработанные гербицидом Секатор Турбо МД (АГ «Байер КропсСайенс», Германия) (25 г/л йодосульфурон-метил-натрия+100 г/л амидосульфурона+250 г/л мефенпир-диэтила) в дозе 0,100 кг/га (далее Секатор);

4 – посевы, обработанные гербицидом Триатлон КЭ+ВДГ (ООО «Сибagroхим», Россия) (420 г/л 2,4-Д кислоты + 60 г/л дикамбы кислоты + 750 г/л трибенурон-метила) в дозе 0,5 л/га;

5 – посевы, обработанные гербицидом Прима КЭ (ЗАО «Август», Россия) (300 г/л 2,4-Д кислоты + 6,25 г/л флорасулама) в дозе 0,5 л/га.

С целью определения фертильности пыльцы в разных участках опытного поля отбирали по 10–12 колосьев в период колосования – начала цветения. Из средней части колоса выделяли по 3–4 цветка, отделяли пыльники и затем их фиксировали в уксусном спирте (1:3) в течение суток, хранили до анализа в холодильнике при температуре плюс 3 °С.

Окраску пыльников проводили 2% ацетокармином. В каждом варианте опыта просматривали не менее 2000 пыльцевых зерен. При анализе выделяли следующие признаки: пыльцевые зерна без вегетативного ядра, пустые, дегенеративные, с одним спермием, с отставанием цитоплазмы, с отсутствием спермиев, с несколькими признаками одновременно. Затем пыльцевые зерна объединяли по группам: 1) пыльцевые зерна с аномалиями формирования клеток микрогаметофита; 2) с аномалиями микроархитектуры оболочки; 3) с аномалиями двух типов одновременно.

Биологическую продуктивность оценивали по общепринятой методике по следующим показателям: масса надземной части растений, высота растений, плотность растений, число генеративных побегов, число колосков и число зерен в колосе, масса 1000 зерен и семенная продуктивность растений.

Затем для проверки биологической полноценности семян пшеницы после применения гербицидов в 2010–2011 годах был заложен полевой мелкоделяночный опыт в ОПХ «Минино» на стационаре Красноярского НИИСХ. Повторность в опыте пятикратная, расположение площадок рендомизированное. Химобработку не проводили, сорняки удаляли вручную.

В годы проведения опытов погодные условия вегетационных периодов различались. Вегетационный период 2009 года характеризовался достаточным увлажнением, ГТК Селянинова с мая по сентябрь составил 1,52. Формирование зерна проходило при несколько пониженной температуре, так как сумма активных температур до созревания составила 1700 °С.

Погодные условия 2010 года сильно отличались от среднемноголетних. Затяжная весна характеризовалась пониженной среднемесячной температурой, значения которой в мае были ниже среднемноголетних на 3,3 °С. Предпосевной период характеризовался достаточной влагообеспеченностью: в мае выпало осадков на 8,0 мм больше, что составило выше нормы на 30 %. Гидротермический коэффициент вегетационного периода составил 1,3.

Весна в 2011 году была значительно теплей весны 2009 и 2010 годов. Среднемесячная температура мая была выше среднемноголетнего значения на 0,8 °С. Июль был холодным и дождливым. Количество осадков превышено на 57,9 мм.

Полученные данные подвергали стандартным процедурам статистической обработки, достоверность различий оценивали при помощи однофакторного дисперсионного анализа пакета анализа MS Excel по критерию Фишера.

Результаты исследования. Устойчивость культурных растений к гербицидам определяется способностью быстро нейтрализовать их действующие вещества. У более чувствительных растений медленная

детоксикация компонентов препарата приводит к некоторым нарушениям развития, не всегда заметным по морфологическим признакам, так как негативное действие гербицида может быть скомпенсировано созданием более благоприятных фитоценологических условий для развития культуры.

Видимо, поэтому в некоторых вариантах опытов в 2009 году наблюдалось снижение уровня фертильности пыльцы пшеницы (табл. 1) на фоне повышения биологической продуктивности (табл. 2). Так, при применении Фенизана, Секатора и Примы отмечалось увеличение доли аномальных пыльцевых зерен на 14,0, 29,5 и 24,6% соответственно по сравнению с контрольным вариантом. В свою очередь, в варианте с применением Триатлона данный показатель был почти в два раза ниже контроля, что выразилось в общем снижении доли аномальных пыльцевых зерен в основном за счет уменьшения частоты дефектов оболочки.

Тенденция ухудшения качества пыльцы в опытных вариантах сохранилась и у дочерних растений первого поколения, не подвергавшихся химической обработке. Самый высокий процент стерильных пыльцевых зерен отмечался в варианте с Секатором – на 26,8% выше, чем в контрольном варианте, в основном это происходило за счет возрастания частоты пыльцевых зерен с аномалиями микроархитектуры оболочки.

Таблица 1

Доля аномальных пыльцевых зерен при воздействии на посевы яровой пшеницы противодвудольными гербицидами

Вариант	Число просмотренных пыльцевых зерен	Доля морфологически аномальных пыльцевых зерен, %			
		всего	В том числе		
			с аномалиями формирования клеток микрогаметофита	с аномалиями микроархитектуры оболочки	с аномалиями двух типов одновременно
<i>Родительские растения (2009 г.)</i>					
Контроль	2378	41,9	33,4	7,9	0,2
Фенизан	2490	47,8	17,2	30,1	0,5
Секатор	2506	54,3	25,3	28,5	0,5
Триатлон	2391	23,7	15,8	7,5	0,2
Прима	2610	35,5	27,2	25,0	0,7
<i>Дочерние растения 1-го поколения (2010 г.)</i>					
Контроль	2012	43,3	12,3	25,6	5,4
Фенизан	2131	64,1	4,8	38,8	20,6
Секатор	2013	70,1	8,6	48,1	13,4
Триатлон	2001	49,4	10,2	27,2	12,0
Прима	2120	49,5	15,9	28,2	5,4
<i>Дочерние растения 2-го поколения (2011 г.)</i>					
Контроль	2090	30,1	16,8	5,8	7,5
Фенизан	2262	24,4	7,4	13,5	3,5
Секатор	2146	45,3	5,6	29,0	10,7
Триатлон	2123	63,6	13,9	34,2	15,5
Прима	2041	55,1	7,3	27,7	20,1

В результате исследования пыльцы, собранной с дочерних растений второго поколения, установлено, что применение Триатлона оказало наиболее пагубное влияние на качество пыльцы, здесь доля аномальных пыльцевых зерен была выше на 111,3 %, чем в контроле. При сравнении с другими годами видно, что в

варианте с препаратом Триатлон увеличивается доля аномальных пыльцевых с каждым годом. При этом в варианте с Фенизаном наблюдается противоположная тенденция, а именно, происходит сглаживание действия гербицида и вследствие этого – улучшение качества пыльцы.

Гербицид Прима по поколениям обусловил примерно близкий уровень стерильности пыльцы, однако в сравнении с контролем максимальное ухудшение данного показателя наблюдалось у дочерних растений 2-го поколения, хотя вегетационный период этого года характеризовался как благоприятный.

Характерно, что у растений 1-го поколения во всех опытных вариантах в структуре аномалий доминируют пыльцевые зерна с нарушениями оболочки. То же самое наблюдается и во втором поколении, однако в данном случае у контрольных растений в структуре аномалий доминируют пыльцевые зерна с нарушениями формирования клеток гаметофита.

Анализ влияния обработок гербицидами посевов на биологическую продуктивность показал, что препараты Фенизан, Секатор и Прима вызвали достоверное снижение высоты родительских растений. Однако за счет увеличения продуктивного стеблестоя и устранения сорняков была увеличена семенная продуктивность во всех вариантах, обработанных препаратами. При этом в опытном варианте с Секатором отмечено достоверное увеличение массы 1000 зерен на 9,6% по сравнению с контролем (см. табл. 2).

Таблица 2

Биологическая продуктивность родительских и дочерних растений пшеницы в зависимости от варианта опыта

Вариант опыта	Масса надземной части растений, г/м ²	Масса 1 растения, г	Высота растения, см	Плотность растений, шт/м ²	Число генеративных побегов, шт/м ²	Число колосков в колосе, шт.	Число зерен в 1 колосе, шт.	Число зерен на 1 колосок, шт.	Масса 1000 зерен, г	Семенная продуктивность	
										г/1 растения	г/м ²
<i>Родительские растения (2009 г.)</i>											
Контроль	510,0	1,8	77,4	286,0	357,3	11,5	21,7	1,9	36,4	1,0	282,2
Фенизан	685,0*	1,9	67,6*	363,0*	429,4*	12,2	21,0	1,7	36,8	0,9	331,8
Секатор	630,0	1,8	67,0*	345,9*	426,4*	11,3	21,0	1,9	39,9*	1,0	357,3
Триатлон	645,5	1,7	73,5	385,0*	462,0*	12,5	21,8	1,7	35,2	0,9	354,5
Прима	710,5*	1,8	66,3*	398,7*	474,4*	11,5	21,6	1,9	35,3	0,9	361,7*
<i>Дочерние растения 1-го поколения (2010 г.)</i>											
Контроль	647,0	1,9	68,8	344,4	445,8	11,7	22,5	1,9	40,3	1,2	404,2
Фенизан	588,0	2,0	69,6	289,8	394,0*	13,2*	21,8	1,7	39,3	1,2	337,6
Секатор	663,2	2,1	69,0	313,6	341,8*	11,9	21,5	1,8	36,6*	0,9	269,0*
Триатлон	705,0	2,0	70,5	346,6	413,0	13,7*	22,2	1,6	41,0	1,1	375,9
Прима	644,8	2,4	67,6	270,2	383,6*	12,1	22,3	1,8	36,6*	1,2	313,1*
<i>Дочерние растения 2-го поколения (2011 г.)</i>											
Контроль	835,0	2,1	94,0	299,5	343,0	15,9	35,3	2,2	36,9	1,5	446,8
Фенизан	710,0*	1,9	91,0	365,5	425,5*	13,5*	31,1*	2,3	39,0*	1,4	516,1*
Секатор	701,7*	2,6	89,7	272,0	341,3	13,8*	31,6*	2,3	41,4*	1,6	446,9
Триатлон	892,5	2,9	91,5	311,5	354,5	13,5*	28,1*	2,1	38,4	1,2	382,5*
Прима	723,3*	2,7	91,0	271,0	325,0	14,5	32,1*	2,2	39,3*	1,5	410,0*

* различие с контролем достоверно при $\alpha \leq 0,5$.

У дочерних растений первого поколения наблюдалась противоположная тенденция, которая выразилась в достоверном снижении числа генеративных побегов в вариантах с Фенизаном в 1,1 раза, с Секатором в 1,3 раза и с Примой в 1,2 раза в отличие от контрольного. Кроме того, в опытных вариантах с Фенизаном и Триатлоном было достоверно больше на 11,4–14,6% колосков в колосе, чем в контроле. Однако отмечена тенденция снижения массы 1000 зерен в варианте с Фенизаном и достоверное уменьшение на 10,1 % в вариантах Секатор и Прима. Такие изменения обусловили снижение семенной продуктивности в этих вариантах в 1,5 и 1,3 раза соответственно.

При исследовании дочерних растений второго поколения была отмечена тенденция увеличения массы одного растения в вариантах Секатор, Прима и Триатлон, кроме того во всех опытных вариантах наблюдалось достоверное увеличение массы 1000 зерен, причем наиболее крупное зерно было в варианте Секатор – на 10,9 % больше, чем в контроле. Однако во всех вариантах с гербицидами растения были ниже в отличие от контроля. В варианте с Фенизаном отмечено достоверно большее число генеративных побегов, отсюда и наибольшая семенная продуктивность. И несмотря на то, что в вариантах Секатор, Триатлон, Прима наблюдалось увеличение массы зерен, это не отразилось на семенной продуктивности – она была на уровне контроля, а варианте с Триатлоном даже снизилась на 16,9%.

Мы предполагаем, что различная направленность отклонений опытных вариантов от контроля по всем исследованным показателям может быть связана с изменениями физиолого-биохимического статуса растений в последующих поколениях под воздействием химических веществ разных препаратов или их метаболитов (Козлова Е.В., Ким Т.В., Злотникова О.В., 2012). В свою очередь такого рода изменения могут быть обусловлены последствиями гаметофитного отбора и, следовательно, изменениями генофонда сортовой репродукции.

Выводы

1. Влияние химической обработки на качество пыльцы с родительских растений было неоднозначным. Наибольшее количество пыльцевых зерен с аномалиями было в вариантах Фенизан и Секатор на 14,1–29,6% больше, а в вариантах Триатлон и Прима 1,8 и 1,2 раза соответственно ниже, чем в контроле.

2. Качество пыльцы дочерних растений первого поколения, не подвергавшихся обработке противодвудольными гербицидами, было ниже во всех опытных вариантах, чем в контрольном. Наибольшая доля аномальных пыльцевых зерен была в вариантах с применением Фенизана и Секатора, здесь превышение было более значимым – в 1,5 и 1,6 раза соответственно.

3. У опытных растений второго поколения последствия применения гербицидов проявились по-разному. Увеличение доли аномальных пыльцевых зерен наблюдалось в вариантах Секатор – в 1,5 раза, Прима – в 1,8 раза, Триатлон – в 2,1 раза. Только в варианте с Фенизаном наметилась тенденция уменьшения доли стерильной пыльцы по сравнению контролем.

4. Применение гербицидов оказало ретардантное действие на высоту культуры во всех опытных вариантах, но за счет устранения конкуренции со стороны сорняков способствовало повышению урожайности по сравнению с контролем.

5. При анализе биологической продуктивности дочерних растений первого поколения не было выявлено существенных различий между контрольным и опытными вариантами по всем показателям. Однако у растений второго поколения отмечена тенденция к увеличению массы одного растения и массы 1000 зерен, кроме того зафиксировано у опытных вариантов снижение высоты растений и числа зерен в одном колоске по сравнению с контролем.

6. Отмечено, что в большинстве случаев и в первом, и во втором поколениях существенное ухудшение качества пыльцы сопровождалось снижением значений отдельных элементов биологической продуктивности.

Литература

1. Брыль Е.А., Саук И.Б., Анохина В.С. Использование микрогаметофитного отбора для дифференцировки генотипов люпина на устойчивости к контрастным температурам // Генетика и биотехнология XXI века. Фундаментальные и прикладные аспекты: мат-лы Междунар. науч. конф. – Минск: Изд-во БГУ, 2009. – С.51–53.
2. Дудин Г.П. Мутабельность пшеницы при обработке семян и посевов регуляторами роста: кампозан и тур // Успехи современного естествознания. – 2006. – № 1 – С. 66–66.
3. Дудин Г.П. Излучение красного диапазона – источник мутационной изменчивости // Успехи современного естествознания. – 2005. – № 11. – С. 48–49.

4. Генеративные органы цветка / под ред. Т.Б. Батыгиной // Эмбриология цветковых растений, терминология и концепции. – СПб.: Мир и Семья, 1994. – Т.1. – 262 с.
5. Егоркина Г.И., Бабич Т.В. Реакция мужского гаметофита культурных растений на загрязнение почвы тяжелыми металлами // Агрэкология. – 2008. – №5. – С. 23–26.
6. Козлова Е.В., Ким Т.В., Злотникова О.В. Особенности роста и развития проростков яровой пшеницы в зависимости от обработки родительских растений гербицидами // Вестн. КрасГАУ. – 2012. – № 8. – С. 109–113.
7. Кравец Е.А. Роль цитомиксиса и гаплонтного отбора в нормализации фертильности пыльцевых зерен *Hordeum distichum* L. после воздействия УФ-Б-облучения // Вісник українського товариства генетиків і селекціонерів. – 2011. – № 2. – С. 217–226.
8. Помелов А.В., Дудин Г.П. Протравители семян как индукторы мутационной изменчивости ярового ячменя и пшеницы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2009. – № 7. – С. 12–16.
9. Zollinger R.K. Effects of chlorsulfuron on meiosis and seed viability in rye (*Secale cereale* L.) // Proc. W. Soc. Weed. Sc. – 1985. – Т. 38. – P. 114–119.



УДК 338.48

И.С. Майоров

КОНЦЕПЦИЯ АДАПТИВНОГО БИОРЕСУРСНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Разработаны теоретико-методологические основы адаптированного биоресурсного природопользования на морских побережьях Дальнего Востока Российской Федерации.

Ключевые слова: устойчивое развитие, балансовая модель, природоохранная ориентация, социально-экономическое развитие.

I.S. Mayorov

THE CONCEPT OF THE ADAPTIVE BIORESOURCE NATURE MANAGEMENT

The theoretical and methodological bases of the adapted bio-resource nature management on the sea coast of the Russian Federation Far East are worked out.

Key words: stable development, balance model, nature protection orientation, social and economic development.

Переход к устойчивому развитию обусловил появление многочисленных концепций его реализации в плоскости решения вопросов устойчивого природопользования. Теоретическое обоснование подобного с точки зрения законов термодинамики просто невозможно, как и изобретение «вечного двигателя». Однако использование неисчерпаемых источников энергии (таких как термоядерная, солнечная, геотермальная, приливо-отливная и др.) и возобновляемых биологических ресурсов (трансгенные, клонированные и др.) позволяет говорить о возможности теоретического обоснования относительно устойчивого природопользования. Относительного, поскольку это природопользование возможно лишь в пределах балансов в приходно-расходных частях (воспроизводство – использование) природных ресурсов. Таким образом, реализация устойчивого развития возможна лишь устойчивым природопользованием, основанным на быстро возобновляемых биологических ресурсах и использовании практически неисчерпаемых источниках энергии и применении наукоемких и экофильных технологий. Это природопользование, которое нами названо адаптивным биоресурсным, сможет обеспечить решение экономических, социальных и экологических проблем с сохранением природного комплекса [9].

Исследования в этой области приобретают особую актуальность для теоретического обоснования устойчивого развития. В то же время эти исследования имеют важное прикладное значение, особенно при разработке стратегических схем природопользования, обосновании и принятии оптимальных управленческих решений, оценке природно-ресурсного потенциала и экологического состояния территорий и акваторий.

Целью исследования стала разработка теоретико-методологических основ адаптивного биоресурсного природопользования на морских побережьях Дальнего Востока РФ. Для достижения этой цели необходимо проанализировать современное состояние разработанности научной проблемы для целей неистощительного использования природных ресурсов в прибрежной зоне и разработать концепцию адаптивного биоресурсного природопользования для обеспечения устойчивого развития на морских побережьях Дальнего Востока РФ.

В качестве рабочей гипотезы нами рассматривается концепция устойчивого природопользования, основанная на использовании возобновимых биологических ресурсов и соизмеримости с природной динамикой воздействий человека на трансформации вещества, энергии и информации в зоне перехода от континента к океану. На основе этой концепции разработаны принципы устойчивого природопользования, естественнонаучной основой которого является «пространственная» географическая экология, включающая три уровня организации Л.Г. Раменского [13] и В.Б. Сочавы [14]: ландшафтный (топологический), региональный и планетарный (глобальный). В принятой ранее концепции рационального природопользования, которая, по мнению Ю.В. Чайковского [6, с.72]: «оставляет проблемы выживания будущим поколениям и является лишь имитацией заботы о природе», на первом месте стояло интенсивное использование природных ресурсов, на втором – создание буферных зон (рекреация и др.) и на третьем – предполагалось рассматривать охрану природы. Логика рассуждений заключалась в том, что интенсивное природопользование должно являться источником финансирования природоохранных мероприятий. Эта схема хорошо встраивалась в социалистическую плановую систему, но часто приводила к негативным результатам из-за нежелания промышленников соблюдать природоохранные и природовосстановительные правила и нормы. Экономическая целесообразность часто превалировала, и в результате экологические проблемы региона усугублялись.

Разрабатываемая нами концепция адаптивного биоресурсного природопользования, основанная на возобновимых (сверхбыстрозобновимых и быстрозобновимых на основе применения новейших технологий) биологических ресурсах, является антиподом рациональному природопользованию. Схема использования природных ресурсов, принятая в рациональном природопользовании (природопользование – рекреация – природоохранный комплекс), меняется на диаметрально противоположную схему. На первое место ставится природоохранный комплекс с целью сохранения и восстановления биоразнообразия, представляющего первостепенный экономический интерес (генофонд и охрана ресурсов от всех видов нарушений законодательства – браконьеров и природопользователей с легальными лицензиями, нарушающими правила рубки леса и эксплуатации недр), как основы устойчивого благополучия. На второе – создание буферных зон (для отделения природоохранных систем от районов интенсивного природопользования и снижения антропогенного пресса), а завершает схему ресурсное природопользование [9]. В связи с новой концепцией устойчивого природопользования будут востребованы высоконаучные экофильные и информационные технологии для учета и сохранения биоразнообразия и биоресурсов. Следовательно, экологические и биогеографические знания теперь окажутся востребованными и природопользователями, т.е. теми, кому они раньше лишь мешали осваивать природные ресурсы.

В настоящее время существует несколько взглядов на понятие «устойчивое природопользование», обобщенное в рисунке 1.



Рис. 1. Современные взгляды на устойчивое природопользование

В процессе производства природопользование может быть рациональным, когда оно обеспечивает нормальные условия жизнедеятельности человека, предотвращает возможные вредные воздействия на окружающую среду, разумно регулирует освоение природных ресурсов. Рациональное природопользование предполагает гармоничное сочетание экономического и социального развития с изучением и охраной природных условий и ресурсов, т.е. плановая организация экономики, предусматривающая снятие конфликтов между развитием производительных сил и состоянием природной среды [6]. Этого можно добиться, если соблюдать закон внутреннего динамического равновесия и принцип оптимальности природопользования.

Для всестороннего рассмотрения проблем природопользования следует обратиться к истории данного вопроса. Система природопользования в СССР была основана на процентном нормативе основных компонентов системы природопользования: природоохранный комплекс, рекреационные системы, интенсивное природопользование [12]. Природопользование охватывает весь комплекс природных условий, ресурсов во взаимосвязи между этой системой, воспроизводством населения, общественного производства на разных стадиях общественно-исторического развития.

Устойчивое природопользование возможно на использовании балансов возобновимых биологических ресурсов. Используя балансовые исследования, можно обосновывать квотирование – устойчивое изъятие биологических ресурсов, которое должно корректироваться в соответствии с изменяющимися параметрами окружающей природной среды, т.е. быть адаптивным – отсюда и появление термина «адаптивное биоресурсное природопользование» [9].

Нами обосновывается выделение двух типов адаптивного природопользования (рис. 2).

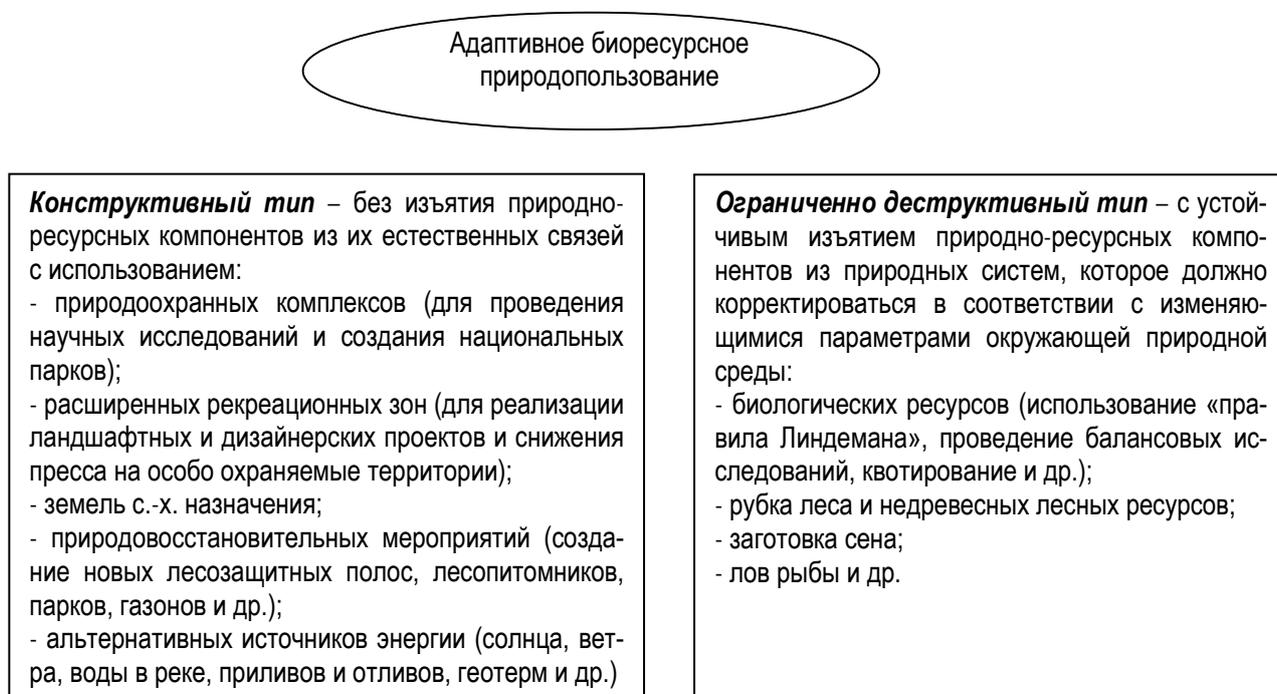


Рис. 2. Типы адаптивного биоресурсного природопользования

Конструктивный тип адаптивного биоресурсного природопользования основывается на природовосстановлении и создании природоохранных комплексов с развитой туристической инфраструктурой – без изъятия природно-ресурсных компонентов из их естественных связей.

Ограниченно деструктивный (условно стабилизационный) тип основывается на научно обоснованном изъятии природно-ресурсных компонентов из природных систем. Практикующееся в настоящее время рациональное природопользование – пример научно обоснованного, но интенсивного природопользования, которое может экономически развить регион, но не обеспечить его устойчивое развитие.

После изъятия компоненты природы включаются в конкретные социально-экономические системы, в производственно-технологические и экономические процессы. В ряде случаев человек предварительно преобразует природно-ресурсную систему и его взаимодействие осуществляется уже с новой природно-технической системой. Например, создание водохранилища с последующим использованием воды и разведе-

дением рыбы, посадка искусственных лесонасаждений, садов, окультуренных полей, разведение животных и др. В 90-х годах XX века происходит кардинальный пересмотр приоритетов в области природопользования в сторону экологизации [7]. Отражением этой тенденции является концепция устойчивого развития, т.е. коэволюционного развития природы и общества [3,4].

Устойчивое развитие содержит два ключевых понятия: потребностей, необходимых для существования беднейших слоев населения, которые должны быть предметом первостепенного приоритета и ограничений, обусловленных состоянием технологии и организацией общества, накладываемых на способность окружающей среды удовлетворять нынешние и будущие потребности.

Вопросы потребностей и ограничений требуют рассмотрения не только с эколого-экономической стороны, но и с морально-этической, юридической и социальной. При рассмотрении экологических вопросов речь должна идти о балансовых исследованиях. Не забывая при этом, что баланс воспринимается как сохранение равновесия. Следовательно, балансовая модель в природопользовании в значительной мере является эмпирической.

Согласно Ю.В. Чайковскому, «...баланс природы – такая же абстракция, как бухгалтерский баланс: замкнутые круговороты по каждому элементу, о которых так уверенно писал В.И. Вернадский, в действительности оказались не циклами, а спиралями... Более того, именно несбалансированность биосферы является необходимым фактором экосистемной эволюции. Однако в тех случаях, когда несбалансированность мала (каждый шаг спирали – почти цикл), балансовая модель удобна» [16, с. 75].

Применительно к береговой зоне в балансовых исследованиях вещества, энергии и информации значительное внимание уделяется органическому веществу, здесь важна роль сравнительного анализа фауны и флоры [10]. Обеспечение биолого-статической сопоставимости фаун и флор означает создание условий для корректного сравнения биологических показателей на основе одновременного соблюдения статистических и эколого-географических требований. Уничтожение природных биоценозов, например, при гидротехническом строительстве сдвигает равновесие в водоемах в сторону ухудшения качества среды. Вовлечение в разработку крупных площадей морского дна не может не сказаться на балансе экологически значимых акваторий. По мнению Б.В. Преображенского, «...совершенно очевидно, что без значительных затрат энергии и материальных средств восстановить экологический баланс поврежденных акваторий невозможно. Исходя из сказанного, восстановительные работы должны направлены, прежде всего, на восстановление интегрального экологического баланса системы, основой которого является продуктивность ландшафтов» [8, с. 125]. Здесь имеется сходство концепций баланса в экологии и в экономике: как в экономической сфере, так и в нашем случае свести баланс без восстановления его приходной части невозможно. Поэтому основой компенсационных мероприятий необходимо принять восстановление первичной продукции донных ландшафтов полигона, создание условий возобновления обитания животных и приведение энергетического баланса в состояние, близкое к исходному.

Россия, занимающая первое место по запасам невозобновляемых ресурсов [7], имеет все необходимые условия к бескризисному переходу к постиндустриальной цивилизации посредством постепенной замены в «ядре» экономики невозобновляемых ресурсов на возобновляемые ресурсы на основе наукоемких технологий. Этому переходу не способствует ряд наиболее богатых стран, сосредоточивших более 80% доходов мировой экономики и сдерживающих любыми средствами смену индустриальной цивилизации постиндустриальной.

В связи с этим в последнее время создаются различные концепции перехода от индустриального общества к постиндустриальному. Они позволяют сохранить сложившийся диспаритет (или усилить его) во владении и распоряжении материальными, интеллектуальными и информационными ресурсами за счет использования возобновляемых ресурсов других стран, особенно России. Это концепции: «золотого миллиарда», «ворот в глобальную экономику», различные концепции глобализации и др.

В России для перехода к устойчивому развитию необходимо не только разработать государственную программу, в которой четко определить цели и индикаторы устойчивого развития, но также необходимо приступить к созданию кадастров природных ресурсов и разработке методов измерения устойчивого развития (индикаторов устойчивого развития – экологических, социальных и экономических). Без решения указанных проблем будущее России – сырьевой придаток развитых стран, позволяющий продлить существование несколько модернизированного индустриального (потребительского) общества [9].

Устойчивое развитие в России невозможно без проведения реформы управления, поскольку современное управление неэффективно и обходится налогоплательщикам чрезвычайно дорого. Управление в прибрежных районах должно учитывать бассейновую организацию структур, которые могут быть на территориях и акваториях в зоне административной ответственности разных районов. Это особенно важно для обоснования комплексных

программ развития макрорегиона, в которых рассматриваются вопросы перспектив развития прибрежного рыболовства, марикультуры и рекреаций. При принятии управленческих решений должно учитываться сохранение уникальных береговых экосистем, являющихся национальным достоянием и основой будущего устойчивого развития региона. Особо охраняемые природные территории и акватории должны быть исключены из схем активного природопользования. Вокруг них необходимо создать буферные зоны с различными щадящими режимами хозяйственного использования. Природопользование необходимо вписывать в существующие природоохранные комплексы (системы особо охраняемых природных территорий), которые уже созданы (поскольку они приоритетны, так как они обеспечивают сохранение биоразнообразия), с формированием вокруг них буферных зон различных режимов природопользования и природовосстановления. В то же время особо охраняемые природные территории следует связать в единую систему природоохранного комплекса, который поможет сохранить биологическое разнообразие как основу для будущего развития региона. Природоохранный комплекс может включать в себя различные особо охраняемые природные территории, а их границы должны быть не на административных, а геоморфологических водоразделах бассейнов разного уровня. Это поможет решать хозяйственные и экологические проблемы на региональном или федеральном уровне и обеспечить сохранение биоразнообразия как залога будущего устойчивого развития [10, 11].

В период переходной экономики (с 1992 г.) произошло резкое убывание и истощение ресурсов Дальнего Востока РФ, резкое обострение реально почти бесконтрольной экологической ситуации. Общее состояние окружающей среды Дальнего Востока РФ характеризуется несбалансированностью природопользования практически во всех регионах, то есть нарушением соответствия развития и размещения материального производства, расселения населения и экологической емкости территорий. По существу нарушен процесс воспроизводства минерально-ресурсного потенциала региона. В кризисном состоянии находятся базовые для Дальнего Востока РФ горнодобывающий, лесной и рыбопромышленный комплексы [2]. Нерациональное ведение хозяйственной деятельности снижает способность береговой зоны восстанавливать природный потенциал. Это, как считает П.Я. Бакланов [1], является результатом нарушения естественного равновесия из-за чрезмерной эксплуатации прибрежно-морских ресурсов.

Значительные по своему воздействию на природные системы виды хозяйственной деятельности должны осуществляться лишь после проведения обязательных работ по исследованию эколого-экономического потенциала; изучению природного экологического каркаса на базе бассейновой организации территории; определению устойчивости прибрежных экосистем к антропогенным нагрузкам; минимизации ущерба природным комплексам при природопользовании; составлению экологического паспорта, определяющего ведущие для пользования и восстановления ресурсы территории; кадастрового исследования и мониторинга в береговой зоне; оптимизации схем природопользования (включая так называемый «нулевой вариант»); рекультивации территорий и акваторий (с использованием в том числе приведенных выше схем). При этом очевидно, что устойчивое природопользование, по мнению В.М. Тарханова и А.В. Мошкова [15], невозможно без инвестирования средств на восстановление и реконструкцию основного производства, природоохранную деятельность. Основой для всех изменений может послужить предлагаемый нами вариант использования системы экологического менеджмента (СЭМ), созданный на базе стандарта ISO 14001:1996 [17], который состоит из 12 стадий (рис. 3).

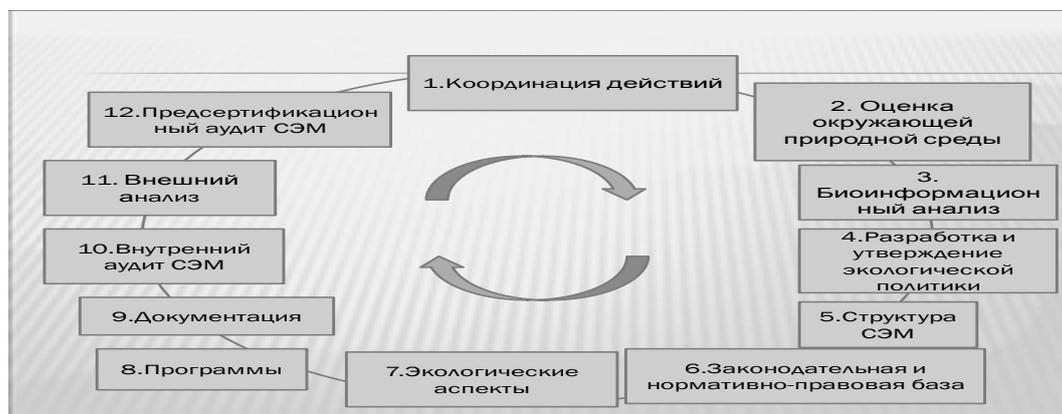


Рис. 3. Схема применения СЭМ для природопользователей на морских побережьях Дальнего Востока РФ (на основе ISO 14001, 1996)

Анализ освоения территорий и акваторий Дальнего Востока РФ указывает на недопустимость использования прежних природопользовательских схем, обусловивших повсеместное истощение природных ресурсов и приведшее к интенсивному загрязнению окружающей природной среды. Дальнейшее природопользование в уникальных ландшафтах должно идти (в идеале) в направлении, характерном для природных циклов в эволюции биосферы, т.е. стремиться к замкнутости циклов ресурсопользования: «природный ресурс (добыча) – потребление (производство с переработкой отходов) – воспроизводство ресурсов (измененный ресурс)».

Практически это согласуется с системой экологического менеджмента, в основе которой, согласно известному экономисту Э. Демингу [5], лежит цикл: планирование – внедрение и функционирование – наблюдение и оценка – Корректировка. Этот цикл следует понимать как методичную документально оформленную последовательную деятельность по достижению поставленных целей и задач.

Следовательно, можно сделать выводы:

- 1) в современном мире происходит смена природопользовательской парадигмы на альтернативной основе – экономические приоритеты заменяются экологическими;
- 2) несмотря на имеющиеся недостатки, концепция устойчивого развития является самой обсуждаемой, востребованной и, самое главное, уже претворяется в жизнь в ряде политических решений и нормативно-правовых актах (Концепция сохранения биоразнообразия, Экологическая доктрина России и др.);
- 3) механизмом реализации устойчивого развития является устойчивое природопользование;
- 4) устойчивое природопользование, основанное на:
 - использовании возобновимых биологических ресурсов;
 - адаптации к изменению параметров окружающей среды;
 - эффективном вливании в экономику доходов от использования невозобновляемых ресурсов (при темпах их изъятия, не превышающих темпа их замены возобновимыми ресурсами в «ядре» экономики);
 - неистощительном использовании возобновимых ресурсов при темпах изъятия, не превышающих темпы их восстановления.

Всем вышеперечисленным условиям отвечает адаптивное биоресурсное природопользование, основанное на возобновимых природных ресурсах, которое обеспечит устойчивое развитие побережий Дальнего Востока Российской Федерации.

Литература

1. Бакланов П.Я., Романов М.Т., Мошков А.В. Изменения в территориальных структурах хозяйства и расселения Дальнего Востока при переходе к рыночной экономике. – Владивосток: Изд-во ДВО РАН, 1996. – 195 с.
2. Бакланов П.Я. Устойчивое развитие региона: теоретические аспекты // Устойчивое развитие дальневосточных регионов: эколого-географические аспекты. – Владивосток: Дальнаука, 1999. – С. 8–19.
3. Данилов-Данильян В.И. Возможна ли «коэволюция природы и общества» // Вопросы философии. – 1998. – № 8. – С. 15–25.
4. Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Экологический вызов и устойчивое развитие. – М.: Прогресс-Традиция, 2000. – 416 с.
5. Деминг Э. Выход из кризиса. Новая парадигма управления людьми, системами и предметами. – М.: АльПин Бизнес Букс, 2007. – 376 с.
6. Жариков Е.П. Регулирование качества окружающей среды. – Владивосток: Дальнаука, 1993. – 120 с.
7. Коптюг В.А. О разработке государственной (национальной) стратегии устойчивого развития России // Наука спасет человечество. – Новосибирск, 1997. С. 68–87.
8. Короткий А.М. Экологическая оценка природно-ресурсного состояния побережья залива Петра Великого. – Владивосток: Архив ТИГ ДВО РАН, 1996. – 321 с.
9. Майоров И.С. Концептуальные основы сбалансированного природопользования в береговой зоне Дальневосточных морей // Вестн. ТГЭУ. – Владивосток, 2005. – № 1. – С. 96–109.
10. Майоров И.С. Биоресурсное природопользование и экологическая безопасность: использование методов ландшафтной и региональной экологии в обосновании устойчивого природопользования в зоне экотонов морских побережий Дальнего Востока России. – Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2009 – 308с.
11. Майоров И.С., Семкин Б.И., Горшков М.В. Негативные последствия преобразования природно-ресурсной системы и экологический механизм устойчивого природопользования // Риски и инновации в управлении стран АТР: сб. науч. ст. междунар. науч.-практ. конф. – Владивосток: Русский остров, 2010. – С. 126–131.
12. Поярко В.В., Поярко В.Б. Основы природопользования: курс лекций. – 2-е изд., доп. – Ярославль: Изд-во Ярослав. ун-та, 2002. – 332 с.

13. Раменский Л.Г. Избранные работы. Проблемы и методы изучения растительного покрова. – Л.: Наука, 1971. – 335 с.
14. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. – Новосибирск: Наука, 1978. – 319 с.
15. Тарханов В.М., Мошков А.В. Критерий экологической эффективности природопользования (возобновляемые природные ресурсы) // Устойчивое развитие дальневосточных регионов: эколого-географические аспекты. – Владивосток: Дальнаука, 1999. – С. 120–130.
16. Чайковский Ю.В. Элементы эволюционной диатропики. – М.: Наука, 1990. – 272 с.
17. International Organization for Standardization. ISO 14001:1996 Environmental Management Systems // Specification with Guidance for Use. – Geneva: ISO, 1996. – P. 24–39.



УДК 581.522.4

Р.А. Сейдафаров

СТРУКТУРНЫЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ УРОВНИ АДАПТАЦИЙ ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ (*TILIA CORDATA* MILL.) В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ УФИМСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕНТРА)

Изучены различные параметры вегетативных органов липы мелколистной всех классов возраста в условиях нефтехимического загрязнения окружающей среды. Составлена гипотетическая схема реализации адаптивного потенциала липы мелколистной в техногенных условиях.

Показано, что липа мелколистная характеризуется широкими адаптационными возможностями и может быть рекомендована для создания санитарно-защитных насаждений в крупных промышленных центрах нефтехимического профиля.

Ключевые слова: липа мелколистная, техногенез, нефтехимическое загрязнение, ассимиляционный аппарат, корневые системы, аккумуляция, адаптация.

R.A. Seydafarov

THE STRUCTURAL AND FUNCTIONAL ADAPTATION LEVELS OF *TILIA CORDATA* (*TILIA CORDATA* MILL.) IN TECHNOGENIC CONDITIONS (ON THE EXAMPLE OF THE UFA INDUSTRIAL CENTER)

*The *Tilia cordata* vegetative organs various parameters of all age classes in the petrochemical pollution conditions are studied. The hypothetical scheme of the *Tilia cordata* adaptive capacity realization in the technogenic conditions is compiled. It is shown that *Tilia cordata* is characterized by the wide adaptation abilities and can be recommended for the sanitary-protective plantation creation in the large petrochemical industrial centers.*

Key words: *Tilia cordata*, techno-genesis, petrochemical pollution assimilation apparatus, root systems, accumulation, adaptation.

Введение. Изучение адаптивного потенциала лесообразующих видов и механизмов его реализации в техногенных условиях является одной из ключевых проблем индустриальной дендрэкологии. От степени реализации адаптивного потенциала зависит перспективность использования любого вида древесного растения в техногенных условиях произрастания [1–6]. В то же время средоочищающие функции деревьев трансформируются в зависимости от возраста дерева и проявляются специфически в зависимости от типа преобладающего загрязнителя [7–9].

В связи с этим принципиально важно изучение потенциального средостабилизирующего вида применительно к различным техногенным условиям с учетом возрастных особенностей. Липа мелколистная занимает одно из ведущих мест в структуре лесного фонда Республики Башкортостан: на площади древостоев данного вида приходится свыше 30% всех липняков России [8]. Однако данный вид применительно к промышленным условиям Предуралья (характеризующихся преобладанием нефтехимического типа загрязнения в большинстве промышленных центров [9]) изучен фрагментарно. Проводившиеся ранее исследования были посвящены характеристике лип припевающего (30–40 лет) возраста. Было установлено, что адаптивный потенциал липы мелколистной в условиях нефтехимического загрязнения реализуется в припевающем возрасте на различных

структурно-функциональных уровнях организации [10]. Однако невыясненным остался вопрос, каковы механизмы адаптации деревьев других классов возраста к нефтехимическому загрязнению?

В связи с этим особую актуальность представляет проведение для территории Предуралья исследований адаптационных реакций липы мелколистной всех классов возраста в условиях нефтехимического загрязнения.

Цель исследования – изучение адаптационных реакций вегетативных органов липы мелколистной всех классов возраста в условиях нефтехимического загрязнения.

Для реализации поставленной цели решались следующие **задачи**:

1. Изучить особенности формирования и адаптационные реакции ассимиляционного аппарата липы мелколистной в зависимости от уровня промышленного загрязнения.
2. Изучить особенности формирования и адаптационные реакции корневых систем липы мелколистной в условиях техногенного загрязнения.
3. Составить схему реализации адаптивного потенциала липы мелколистной в условиях нефтехимического загрязнения.

Материал и методы. В течение 2008–2011 гг. проведены комплексные поливозрастные исследования эколого-биологических особенностей липы мелколистной в условиях преобладающего нефтехимического загрязнения. Районом исследования являлся Уфимский промышленный центр, характеризующийся смешанным типом загрязнения окружающей среды с преобладанием нефтехимического компонента [9].

Объектами исследования послужили древостои липы мелколистной следующих возрастных групп: молодняк (0–10 лет), жердняк (11–20 лет), средневозрастной (21–30 лет), приспевающий (31–40 лет), спелый (41–50 лет) и перестойный (более 50 лет) древостои [11].

Уфимский промышленный центр, руководствуясь литературными данными [9] и материалами собственных исследований [12, 13], был разделен на две зоны – загрязнения и контроля (рис. 1). В обеих зонах в древостоях липы мелколистной была заложена сеть постоянных и временных пробных площадей. Возраст деревьев определяли стандартными дендрохронологическими методами [14]. Сбор фактического материала проводился с модельных деревьев, выделенных в каждой возрастной категории на основе таксационных характеристик [15].



Рис. 1. Разделение Уфимского промышленного центра на зоны загрязнения (пунсонами обозначены места локализации пробных площадей)

Оценку относительного жизненного состояния древостоев проводили по методике В.А. Алексеева; площадь листьев определяли методом «палетки»; устьичный индекс и относительную длину жилок определяли на влажных микропрепаратах при 100-кратном увеличении с использованием микроскопов Carl Zeiss Jena (Germany) и USB-микроскопе Digimicro (China); водный режим изучался в полевых условиях по методике быстрого взвешивания с использованием электронных весов Zakłady mechaniki precyzyjnej (Poland) и ML-A05 (China); корневые системы изучались методом монолитов; содержание токсикантов в корнях определяли атомно-абсорбционным методом [11].

Статистическую обработку полученных данных проводили общепринятыми методами вариационной статистики с использованием программ Excel и Statistics for Windows.

Результаты исследования и обсуждение. Ранее результаты проведенных исследований были опубликованы блочно в различных работах [10–12]. Обобщенно эколого-биологические особенности липы мелколистной в условиях техногенного загрязнения характеризуются следующими особенностями.

Относительное жизненное состояние древостоев липы в условиях нефтехимического загрязнения характеризуется как ослабленное (L_N – от 68 до 76 %; L_N – индекс относительного жизненного состояния). Гибели древостоев не происходит. Не наблюдается также ухудшение жизненного состояния по мере взросления деревьев. Площадь листовой пластинки в целом уменьшается в ответ на усиление уровня загрязнения (в среднем с $26,8 \pm 0,2$ до $18,4 \pm 0,1$ см²). В то же время отмечено увеличение (с $18,1 \pm 0,3$ до $22,4 \pm 0,1$ см²) размеров листьев для деревьев в возрасте 10–30 лет. В условиях Уфимского промышленного центра наблюдается в целом увеличение количества устьиц при усилении загрязнения (в среднем с $75–110 \pm 4$ до $180–250 \pm 7$ шт/см²). Относительная длина жилок уменьшается при усилении загрязнения (в среднем с $11–13 \pm 0,8$ до $6–7 \pm 0,4$ мм/мм²). Листья липы в условиях Уфимского промышленного центра характеризуются высокими значениями относительного содержания воды (более 70 %). Данный параметр практически не изменяется при увеличении возраста дерева. Интенсивность транспирации в целом уменьшается при увеличении уровня техногенной нагрузки (с $130–140 \pm 4$ до $70–80 \pm 2$ мг/г·ч). В то же время приспевающий возраст является особенным для транспирационных процессов. Для деревьев этого возраста отмечено нарушения хода транспирационных процессов (резкие колебания от 65 ± 2 до 250 ± 7 мг/г·ч).

В условиях Уфимского промышленного центра происходит увеличение корнено насыщенности почвы по сравнению с контрольными значениями (в среднем в 1,8–2,9 раза по массе и в 1,5–2,6 раза по длине корней для деревьев, начиная с 20-летнего возраста). Имеет место также увеличение (с 21 до 35 %) доли поглощающих (диаметром менее 1 мм) и скелетных (диаметром более 3 мм) корней (с 43 до 55 %) на фоне уменьшения (с 36 до 10 %) доли полускелетных корней.

На основе полученных количественных данных была составлена гипотетическая схема реализации адаптивного потенциала липы мелколистной в условиях нефтехимического типа загрязнения Уфимского промышленного центра (рис. 2).

В условиях нефтехимического типа загрязнения Уфимского промышленного центра адапционные реакции характерны для всех классов возраста липы мелколистной. Причем, по мере взросления и старения древостоев, не происходило уменьшения адапционного потенциала.

Растения начинали испытывать стресс, связанный с произрастанием в условиях техногенного загрязнения, с начальных этапов онтогенеза. При этом принципиально учитывать то обстоятельство, что молодняк представляют собой только формирующиеся организмы. Поэтому в первые годы жизни необходимо максимально снизить деструктивное влияние на молодой организм. Важнейшей адапционной реакцией для деревьев данной возрастной генерации является уменьшение интенсивности транспирационных процессов. Это, в свою очередь, является фактором, способствующим сохранению влаги в листьях и, соответственно, разбавлению токсикантов, то есть уменьшению их концентрации.

Для растений в возрасте жердняка также характерно подавление транспирации. Но в случае с этой возрастной группой подобная особенность может оказаться негативным фактором, ибо жердняк представляет собой уже во многом сформировавшиеся деревья, и транспирация является важным фактором регулирования скорости и характера протекания физиологических процессов всего растения. Необходимо каким-либо образом компенсировать уменьшение скорости транспирационных процессов. Растения достигают этого путем увеличения площади листовой пластинки (рис. 2).



Рис. 2. Гипотетическая схема реализации адаптивного потенциала липы мелколистной в условиях нефтехимического загрязнения

Увеличение площади листа характерно и для средневозрастных деревьев. К этому возрасту вегетативные органы дерева уже полностью сформированы, и оно может в полной мере выполнять свои экологические функции по аккумуляции техногенных загрязнителей. Этому в немалой степени способствует увеличение площади листовой пластинки. Начиная с данной возрастной категории, аккумуляционная способность листьев существенно возрастает. По-видимому, при переходе к приспевающему возрасту токсиканты выступают в роли катализаторов скорости деления меристематических клеток, в результате чего у деревьев данного возраста увеличивается относительная длина жилок [3]. Деревья приспевающего возраста содержали максимальные по сравнению со всеми возрастными генерациями концентрации токсикантов в листьях [13]. Увеличение длины жилок способствовало тому, что начиналось перераспределение загрязняющих веществ из листьев в корни. В последних они накапливались в паренхимных клетках полускелетных и, в особенности, скелетных корней [5, 12].

Увеличение корненасыщенности почвы в древостоях липы мелколистной наблюдалось со средневозрастного состояния. Повышение корненасыщенности является важнейшей адаптационной реакцией, направленной на компенсацию повреждений надземных вегетативных органов, прежде всего листьев, как самых чувствительных с экологической точки зрения органов растения.

Увеличение корненасыщенности почвы касается не только полускелетных (1–3 мм в диаметра) и скелетных (> 3 мм) корней, но и самых тонких – поглощающих, ответственных за всасывание воды из почвы. Поэтому рост корненасыщенности помимо компенсационного имеет важное физиологическое значение: он является фактором, способствующим поддержанию высокой степени оводненности листьев, начиная со средневозрастной генерации. В более ранние возрастные периоды высокие значения относительного содержания воды в листьях, как уже отмечалось ранее, обеспечиваются преимущественно подавлением транспирации.

Высокие значения относительного содержания воды в листьях обеспечивают нормализацию физиологических процессов в растительном организме, которые неизбежно страдают в условиях техногенного стресса. В свою очередь оптимизация физиологических процессов предполагает, в частности, нормализацию

активности инициальных клеток меристематических тканей, что в сочетании с аккумуляцией эксгалатов, выступающих, как отмечено ранее, в роли катализаторов, по-видимому, является причиной увеличения устьичного индекса. Данная особенность, наряду с ростом корненасыщенности, также является важнейшей адаптационной реакцией, направленной на стабилизацию газообмена в техногенных условиях [4, 5].

Заключение. В результате проведенных исследований впервые для Башкирского Предуралья получены количественные данные, характеризующие особенности формирования ассимиляционного аппарата и корневых систем липы мелколистной всех классов возраста в условиях нефтехимического загрязнения.

Показано, что адаптационный потенциал липы мелколистной в условиях нефтехимического загрязнения реализуется на различных структурно-функциональных уровнях организации. Выявлены как общие для всех классов возраста, так и специфические для отдельных возрастных генераций адаптивные реакции.

В целом, липа мелколистная может быть рекомендована для создания санитарно-защитных насаждений в крупных промышленных центрах Предуралья нефтехимического профиля.

Литература

1. Васфилов С.П. Возможные пути негативного влияния кислых газов на растения // Журнал общей биологии. – 2003. – Т. 64. – № 2. – С. 146–159.
2. Гаврилин И.И., Рунова Е.М. Некоторые особенности газопоглотительной способности деревьев в урбоэкосистеме г. Братска // Вестн. Москов. гос. ун-та леса (Лесной вестн.). – 2012. – Т. 84. – № 1. – С. 135–138.
3. Гетко Н.В. Растения в техногенной среде: Структура и функция ассимиляционного аппарата. – Минск: Наука и техника, 1989. – 208 с.
4. Илькун Г.М. Загрязнители атмосферы и растения. – Киев: Наук. думка, 1978. – 246 с.
5. Влияние промышленного загрязнения почвы тяжелыми металлами на морфологические признаки растений *Phleum pratense* L. / Н.М. Кахнина [и др.] // Тр. Карельского науч. центра РАН. – 2009. – № 3. – С. 50–55.
6. Лукина Ю.М., Василевская Н.В. Воздействие промышленного загрязнения на строение листа *Betula czerespanovi* // Растительные ресурсы. – 2012. – Т. 48. – № 1. – С. 51–59.
7. Неверова О.А. Ксерофитизация листьев древесных растений как показатель загрязнения атмосферного воздуха (на примере г. Кемерово) // Лесное хоз-во. – 2002. – № 3. – С. 29–33.
8. Мушинская Н.И. О естественном возобновлении липы мелколистной в липняках Башкортостана // Леса Башкортостана: Современное состояние и перспективы. – Уфа: Автор, 1997. – С. 165–166.
9. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Башкортостан в 2009 году. – Уфа: АДИ-Пресс, 2009. – 301 с.
10. Сейдафаров Р.А. Характеристика морфологических параметров листьев липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) в условиях промышленного загрязнения воздуха // Вестн. Оренбург. гос. ун-та. – 2007. – № 75. – С. 309–311.
11. Методы изучения лесных сообществ / Е.Н. Андреева [и др.]. – СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2002. – 240 с.
12. Сейдафаров Р.А., Сафиуллин Р.Р. Адаптационные реакции корневых систем липы мелколистной в условиях техногенеза // Вестн. НГУ. Сер. Биология, клиническая медицина. – 2012. – Т. 10. – Вып. 3. – С. 74–80.
13. Сейдафаров Р.А. Механизмы адаптации ассимиляционного аппарата липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) к техногенным условиям (на примере Уфимского и Стерлитамакского промышленных центров) // Приволжский науч. вестн. – 2012. – № 3 (7). – С. 6–14.
14. Ваганов Е.А. Роль и структура годичных колец хвойных. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. – 232 с.
15. Ушаков А.И. Лесная таксация и лесоустройство: учеб. пособие. – М.: Изд-во МГУЛ, 1997. – С. 54–55.

**ДИНАМИКА РЕСУРСОВ И СОСТОЯНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ГРУППИРОВОК МАРАЛА
В ХРЕБТЕ ВОСТОЧНЫЙ САЯН**

В статье приводятся данные о состоянии ресурсов марала и их изменении на рубеже XX-XXI вв. на территории Восточного Саяна.

Ключевые слова: марал, ареал, состояние и динамика популяции, численность.

V.A. Tyurin, M.N. Smirnov, A.N. Zyryanov

**THE MARAL SEPARATE GROUP CONDITION AND RESOURCE DYNAMICS
IN THE EAST SAYAN MOUNTAIN RIDGE**

The data on the maral resource condition and their change at the turn of XX-XXI centuries in East Sayan territory are provided in the article.

Key words: maral, natural habitat, population condition and dynamics, number.

Введение. Население маралов, его количественные и качественные изменения изучались, как правило, в пределах крупных административных единиц (Федосенко, 1980; Сыроечковский, Рогачева, 1980; Смирнов, Бриллиантов 1990; Смирнов 2006, 2007 и др.). Мы предприняли попытку более детального рассмотрения этих вопросов на примере такого мало изученного региона Красноярского края, как хр. Восточный Саян.

Целью исследования было выявление и анализ состояния ресурсов марала по отдельным административным районам (группировкам) в пределах Восточного Саяна по годам (с 2000 по 2012 г.) и определение перспектив их сохранения.

Материал и методы исследования. Исследования осуществлялись в период 2000–2012 гг. При этом пройдено около 12 тыс. км учетных маршрутов, распространено 185 анкет (возврат 50%), опрошено 105 охотников, охотоведов, охотпользователей. Просмотрены отчеты районной службы охотнадзора за последние 10 лет.

Применялись методы зимнего маршрутного учета по следам [9, 14, 16]. Обработку количественных материалов произвели по Н.А. Плохинскому [12], Лакину [11], К.П. Филонову [22], Коли [8]. Методы анкетирования и формы анкет разработаны нами.

Результаты и их обсуждение. Одной из важнейших характеристик популяции животных служит ее общая численность, которая выступает как интегральная оценка, отражая степень приспособленности популяции к конкретным условиям существования [22].

В 1910–1920-х годах прошлого столетия в Саянах марал был многочислен, а охота на него слабо контролировалась. И.Н. Шухов [23] указывал, что в 1914 году вследствие обильных снегов в горах и лесах копытные, в том числе маралы, спускались ближе к населенным местам и убивались людьми «безо всякого милосердия массами». Позже в период Гражданской войны численность всех зверей значительно возросла. Л.В. Кожанчиков, И.В. Кожанчиков [7] писали: «По реке Енисею, где он проходит через Саяны, по р. Уса на всем течении, по р. Ое в среднем течении и в вершинах Казыра и Кизира марал еще встречается и даже местами обыкновенен». Тем не менее, в более доступных угодьях количество маралов снижалось: «в низовьях рр. Маны и Базаихи их почти не стало» [23].

В Южной Сибири и в Северной Монголии минимум численности наблюдался в 1920–1930-е годы [15], что было связано с распространенным летним промыслом зверей с целью добычи пантов.

В дальнейшем благодаря запрету отстрела и снижению пресса охоты в годы Великой Отечественной войны численность маралов повысилась, в 60-х годах XX в. во многих местах Восточного Саяна он стал обычен, а в отдельных районах даже многочислен.

Одна из первых опубликованных оценок общей численности марала в Красноярском крае (вместе и Хакасией) относится к началу 1970-х гг. По экспертным оценкам ресурсы оленей составили тогда от 6,5–7,0 тыс. [1] до 9,5 тыс. [10]. В заповеднике «Столбы» в этот период средняя плотность животных составляла 5 особей на 1000 га. В «свободных» для охоты угодьях от г. Красноярска до Идринского по правому берегу Енисея было 2,0, а на других участках края – 0,3–1,2 особи на 1000 га. Надо сказать, что в заповеднике «Столбы» число маралов увеличилось с 141 особи в 1949 году до 262 – в 1972 году, встречаемость следов на 10 км маршрута была в пределах 10,0–14,6 [2]. Середина 1970-х гг. характеризовалась плотностью популяции марала в «Столбах» 7,0 осо-

бей на 1000 га, а в охотугодьях края в среднем была на порядок ниже [3]. Столь большая разница объяснялась не только охраной от браконьеров, но и отсутствием волков. К середине 1980-х гг. численность оленей в упомянутом заповеднике выросла до 360 особей, однако нехватка кормов приводила к деградации зимних пастбищ, периодическим падежам от бескормицы. Обилие маралов и пять малоснежных зим спровоцировали вселение и быстрый рост численности волка. В результате к концу 1990-х численность оленей в заповеднике снизилась до 60–70 особей.

В конце 1980-х гг. марал был обычен, а местами довольно многочислен по притокам р. Маны – рр. Береть, Урман, Тустат, Изык [4–6], а также по рр. Агулу, Кану, Кизиру, Казыру, Усу; плотность зверей здесь достигала 3–12 особей на 1000 га, однако в большинстве участков постоянного обитания она находилась в пределах 0,4–2,0. Численность в промхозах (тыс. особей): Саянском – 0,5, Манском – 0,17, Курагинском – 0,57 (по материалам учетов в сезоне 1988–1989 гг.). В 1980-е гг. численность маралов в Красноярском крае, в том числе в Восточном Саяне, увеличилась; этот рост связывался с увеличением кормовой емкости угодий вследствие зарастания вырубок, гарей, а также благоприятными малоснежными зимами 1985–1989 гг. [4]. Незначительные по численности группировки марала сохраняются к северу от хребта Восточный Саян и их численность имеет тенденцию к увеличению, в частности в междуречье Бирюсы и Оны.

Динамику ресурсов маралов довольно отчетливо характеризуют анкетные материалы и данные охоткорреспондентов за 1950–1980-е [17,18], 2002–2012 гг. (наши данные). В 1950-х до середины 1960-х гг. ресурсы маралов в Красноярском крае, в том числе в Восточном Саяне, были в хорошем состоянии, особенно в южных районах. В это время охоткорреспонденты сообщали что маралов «много», «развелось много маралов», «маралов много по всем участкам». В Идринском районе к 1955 году оленей стало больше, чем в довоенное время, но в 1961 году звери из-за многоснежья выходили в лесостепь и степь; впрочем, до начала 1970-х гг. численность марала здесь характеризовалось как многочисленная. В продолжение 1950-х – 1960-х гг. поголовье животных увеличилось в Новоселовском и Балахтинском районах; только в 1961 и 1967 годах упоминалось в анкетах, что маралы выходили из тайги к населенным пунктам, кормились у стогов сена, гибли от голода. Весьма нередок был марал в Березовском районе, здесь и позднее при существовании госпромхоза «Красноярский» марала отстреливали в начале 1980-х, закрывая все лицензии. В 1950-х гг., особенно в 1954–1956 гг., интенсивно увеличивалась встречаемость зверей в Манском, Партизанском и Саянском районах. Отсюда поступали такие сообщения: «Большое количество марала развелось в районе между реками Мина и Мана», «Много держится марала по Малому и Большому Арзыбею, Дизо, Верхней Мане». На маршруте в 30 км от базы Аянчиха вверх до прииска Верхняя Мана (р. Мал. Тезо), заложенном в июне 1971 года, встречено визуально 11 маралов.

В примагистральных районах и в 1950-е гг. маралы были немногочисленны. Корреспонденты писали, что марала «мало». Один из охотников, проживавший в д. Нижняя Кузурба, сообщил, что 29.09.1959 года наблюдал, как марал прошел от околицы деревни в 500–600 м, пересек тракт и удалился в кустарники на болоте. В 1956 году из г. Назарово писали: «Марала у нас почти уже нет». Очень мало было оленей в Емельяновском районе – из деревни Бахта 30.06.1959 г. сообщали: «Замечен один марал», из Зелеево (31.01.1968 г.): «Встречал несколько следов маралов». Надо сказать, что в феврале–апреле 1966 года маралы здесь сильно пострадали вследствие выпавших в этом сезоне глубоких снегов и бескормицы. В Уярском, Рыбинском и Канском районах в 1950–1960 годах оленей было очень мало, но они еще держались в южной оконечности Енисейского кряжа. Зимой маралы подходили с юга по р. Пойме в Иланский район. В 1953 году из поселка Тинская сообщали (как о небывалом случае), о появлении в местных угодьях маралов. В продолжение 1950-х гг. несколько десятков этих животных регулярно появлялись на востоке Абанского района.

В конце 1970-х – начале 1980-х гг. в сообщениях охотников даже из южных горных районов не звучали такие оптимистические утверждения, как в 1950–1960-е гг.

Охоткорреспондент из Идринского района 19.02.1971 года отмечал, что «маралов много», а в 17.02.1981 года он же писал: «Марал погибал из-за большого снега и голода, выходя к населенным пунктам». Из пос. Выезжий Лог в 1984 году опытный охотник сообщал, что видел только два следа марала, а из пос. Баджей Манского района другой корреспондент упомянул о марале, задавленном рысью. Из прииска Ивановского, что в Партизанском районе, нам писали: «Марала в тайге стало совсем мало, если так будут отстреливать промхозы, то через два-три года совсем изведут». Корреспондент из пос. Мина 25.01.1986 года констатировал, что «марал остался в малом количестве». В Ирбейском районе, из-за большого снега маралы спускались к деревне Степановке на р. Кунгусе и «задержались в окрестности деревни». Сравнительные материалы из заповедника «Столбы» и его окрестностей подтверждали выявленные тенденции, многоснежные зимы периодически резко ограничивали численность марала [2,18].

В границах рассмотренного нами ареала население марала распределено неравномерно. На территории охотугодий хр. Восточный Саян средняя послепромысловая плотность особей этого вида оценивалась, по результатам послепромыслового учета 2011 года в $1,32 \pm 0,26$ на 1000 га, а среднемноголетняя плотность за период 2002–2011 гг. оставила $0,83 \pm 0,12$ особей на 1000 га. В отдельных станциях на ООПТ плотность населения марала колебалась в пределах 2–4, а в заповеднике «Столбы» при отсутствии волка достигала 5–7 особ./тыс. га. В большинстве сезонов относительно высокая плотность населения марала ($1-1,5$ особ./тыс.га) отмечалась в Партизанском, Березовском, Саянском, Краснотуранском, Новоселовском районах. На остальной территории Восточного Саяна максимальные величины плотности обычно не превышали 0,97 особей на 1000 га. Среднемноголетняя же плотность населения марала варьировала по районам от 0,3 (Козульский и Курагинский районы) до 0,5 (Манский и Ирбейский районы) особей на 1000 га. На отрогах Восточного Саяна – Енисейский кряж и хребет Арга – плотность населения марала составила 0,2 и 0,07 особей на 1000 га соответственно (табл.1).

В некоторых районах (в т.ч. Курагинский, Ирбейский, Саянский) результаты ЗМУ могли давать заниженные показатели численности марала вследствие труднодоступности территорий и нерационального (экологически слабо обоснованного) расположения зимних маршрутных учетов (не учтены сроки осенне-зимних миграций и места зимней концентрации вида). По опросным сведениям среди охотпользователей и местных охотников, плотность населения марала в данных горно-таежных районах составляет в среднем около 2,0–2,8 особей на 1000 га, что подтверждается нашими данными, полученными в ходе учетов 2011–2012 гг. В слабо освоенных человеком местах – в бассейнах рек Котели, Урапа (левобережные притоки р. Сисим), в верховьях рр. Хабык, Сыда, Сисим, Бол. Дербина, Кан, Пезо, Агул, Кунгус, Мана и ее притоки Бол. и Мал. Арзыбей, Дизо, Жадейба, Танойба, Мина); р. Кизир и ее притоки – Шинда, Бол. Аямба плотность оленя в основных местах его обитания приближалась к 4–6 особям на 1000 га, что значительно превышает данные, указанные природоохранными службами для этой территории [20].

Сведения о численности марала рассчитаны нами по материалам анализа ЗМУ, проводимых специалистами Россельхознадзора, Службы по охране, контролю и регулированию использования объектов животного мира и среды их обитания Красноярского края (табл. 1).

Таблица 1

Послепромысловая плотность марала на территории охотничьих угодий по административным районам в пределах хребта Восточный Саян (n=10)

Район	Среднемноголетняя плотность (2002–2011 гг.)	Lim	Плотность населения в 2011 г.
Березовский	$1,4 \pm 0,26$	0,32–2,96	2,60
Манский	$0,5 \pm 0,07$	0,20–0,93	0,61
Партизанский	$1,5 \pm 0,21$	0,60–2,72	2,72
Саянский	$1,2 \pm 0,16$	0,46–2,01	1,76
Ирбейский	$0,5 \pm 0,09$	0,07–0,97	0,90
Балахтинский	$0,9 \pm 0,22$	0,17–2,09	2,09
Идринский	$0,9 \pm 0,18$	0,43–2,37	0,49
Новоселовский	$1,0 \pm 0,18$	0,42–2,13	2,13
Краснотуранский	$1,1 \pm 0,13$	0,39–1,93	0,95
Курагинский	$0,3 \pm 0,04$	0,09–0,55	0,43
Емельяновский	$0,4 \pm 0,08$	0,07–0,94	0,37
Козульский	$0,3 \pm 0,09$	0,06–0,73	0,73
Сухобузимский (Енисейский кряж)	$0,2 \pm 0,05$	0,00–0,51	0,06
Ачинский (хр. Арга)	$0,08 \pm 0,03$	0,00–0,25	0,00

На отдельных участках зимних станций переживания маралов – по верховьям рек Мана, Мина, Сисим, Тайба, Агул (особенно междуречье Агула и верховья Туманшета) – максимальная плотность населения этих животных доходит до 15–30 особей и более на 1000 га. Тем не менее, средняя плотность на всей площади местообитаний марала в Восточном Саяне в 10–20 раз ниже. Замечено, что обилие животных, как правило, выше в слабообжитых и малоснежных районах, здесь же происходит и более быстрое восстановление численности зверей. Сгруппированные по местам обитания данные приведены в таблице 2.

Таблица 2

Послепромысловая плотность и численность марала на территории охотничьих угодий по группам бассейнов рек и отрогам хребта Восточный Саян (n=10)

Бассейны рек и отроги хр. Восточный Саян	Среднегодовалая плотность особей на 1 тыс. га (2002–2011гг.)	Lim	Средне-годовалая численность особей (2002–2011 гг.)	Lim
<i>Бассейны рек</i>				
Агул, Кунгус верховье Кана, Мина, верховье Маны, Кизир, Шинда, Сыда, Отрок, Хабьк, Салба, Убей, Сисим, Дербина, Мал. Дербина, Базаиха, Кижарт, Тубиль, Бирюса, Бюза и их притоки	1,0±0,12	0,50–1,65	3580±393,37	2116–5790
Мал. Бол. Кемчуга, Кызырева, Саржакова, Кулюк и их притоки	0,4±0,06	0,07–0,56	112±12,19	64-172
<i>Отроги Восточного Саяна</i>				
Енисейский кряж	0,2±0,06	0,00–0,51	17±4,41	0–37
Хребет Арга	0,1±0,03	0,00–0,25	6±2,92	0–26

В южной оконечности Енисейского кряжа марал встречается редко. Плотность его населения здесь не превышает 0,5 особей на 1000 га, в среднем же за ряд лет для этого района она составила 0,2±0,06 особей.

На территории охотничьих угодий Ачинского района (хребет Арга) марал встречается редко, следы его не каждый год отмечаются в ходе проведения учетных работ. Поэтому величина средней плотности его населения, рассчитанная за период 2002–2011 гг., не превышает 0,25 особей на 1000 га.

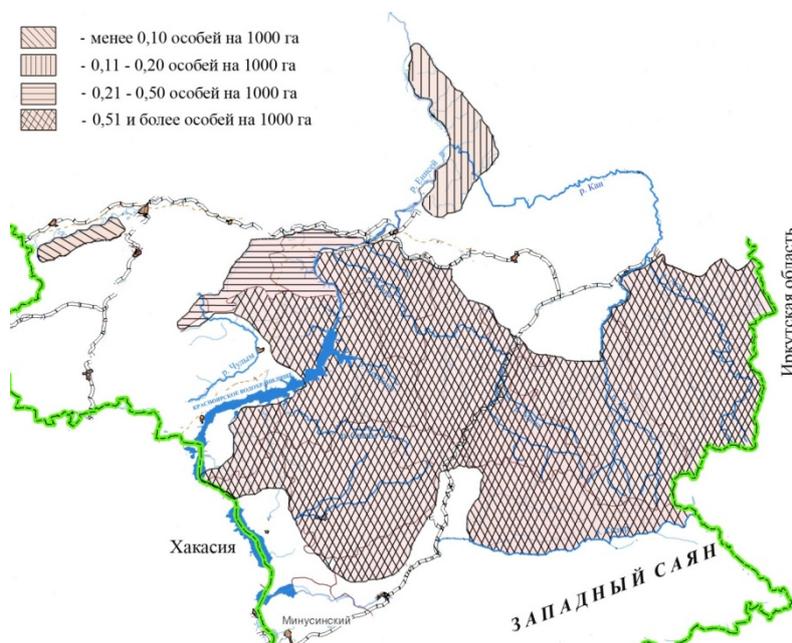


Рис. 1. Среднегодовалая послепромысловая плотность населения марала на территории охотничьих угодий хр. Восточный Саян в пределах Красноярского края (по данным ЗМУ Россельхознадзора, Службы по охране, контролю и регулированию использования объектов животного мира и среды их обитания Красноярского края (далее: Службы...))

Флуктуации численности, отмеченные по результатам ЗМУ в таких районах, как Новоселовский, Краснотуранский, Партизанский, Балахтинский, Манский, Сухобузимский, в среднем не превышали 1,5-кратных величин. В 1,5–2 раза колебалась численность в Козульском, Курагинском, Идринском, Саянском. В Емельяновском, Ирбейском, Березовском и Ачинском районах численность изменялась 2,5–3,0-кратно (рис. 2). Общая закономерность дифференциации ареала марала по плотности его населения и динамики численности очевидна, объясняется нестабильностью условий обитания вида в некоторых районах и на периферии ареала, особенно в северо-западной его оконечности. «Бессистемный» характер флуктуации численности на периферии ареала объясняется меньшей адаптацией вида и минимальной ролью внутрипопуляционных механизмов динамики численности, а следовательно, превалированием роли внешних факторов среды, имеющих менее регулярный характер» [22].

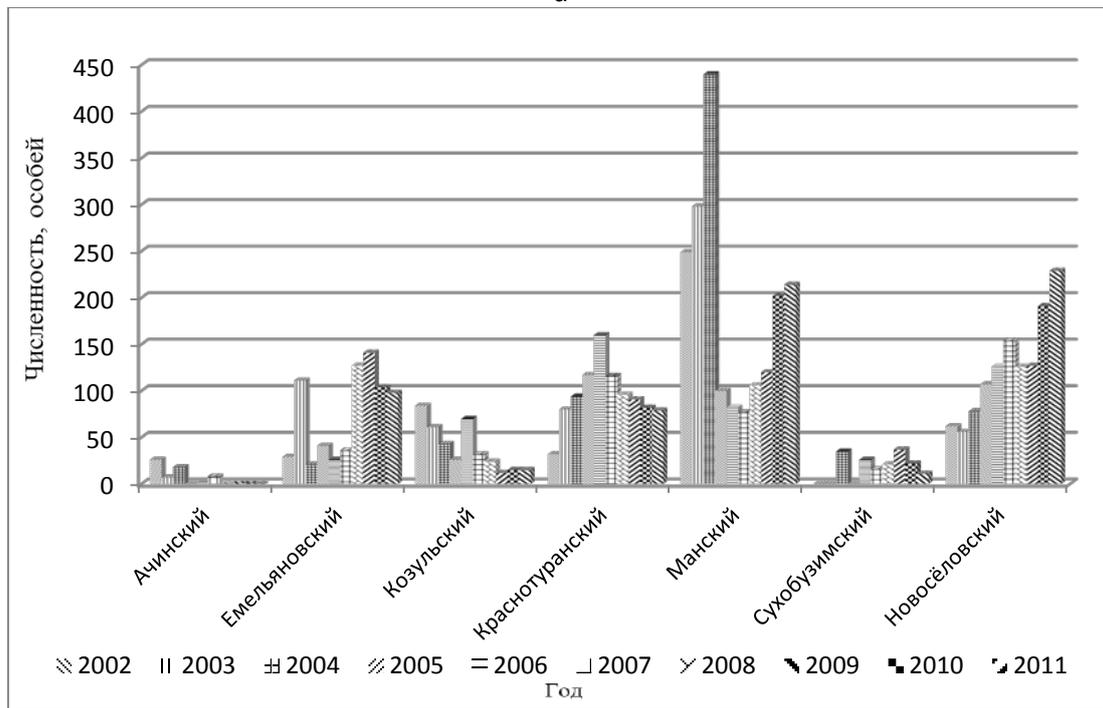
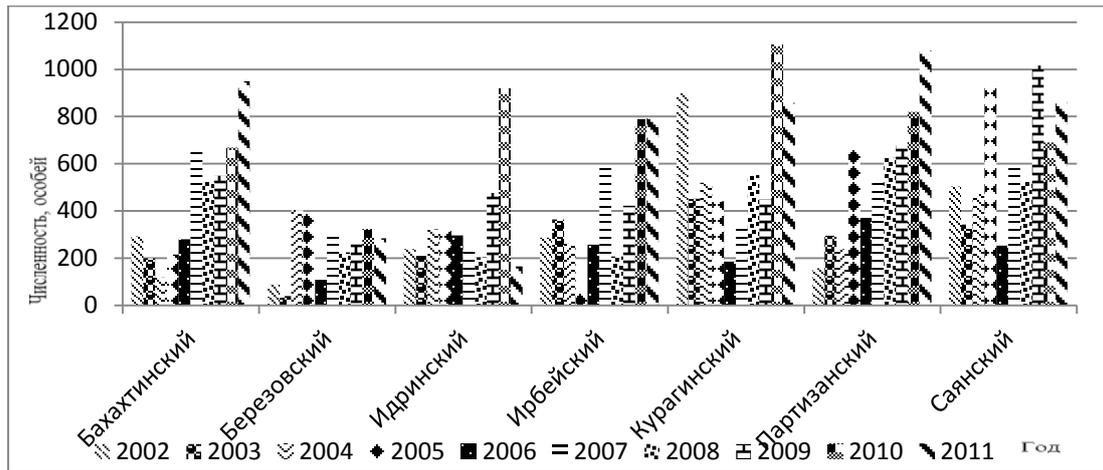


Рис. 2. Динамика численности марала в некоторых районах Восточного Саяна (а, б)

Средние многолетние показатели дополнительно характеризуют численность популяций марала в некоторых охотничьих угодьях Восточного Саяна (табл. 3).

Некоторые ресурсные критерии состояния населения маралов по административным районам в пределах охотничьих угодий хребта Восточный Саян за 2002–2011 гг. (n=10)

Район	Средне-многолетняя численность, особей	Коэффициент вариации, С, %	Lim	Множитель роста, λ
Ачинский (хр. Арга)	6±3	156±84	0–26	0,91
Балахтинский	445±84	60±18	117–950	1,06
Березовский	242±40	52±14	39–403	1,05
Емельяновский	73±15	64±19	21–141	1,00
Идринский	338±70	66±20	165–920	1,10
Ирбейский	402±78	62±18	55–792	1,15
Козульский	38±8	66±20	12–84	1,00
Краснотуранский	95±10	35±9	32–160	1,07
Курагинский	580±90	49±13	185–1105	1,15
Манский	189±37	62±18	77–440	1,00
Новоселовский	126±17	44±12	56–229	1,00
Партизанский	554±91	53±15	156–1080	1,15
Саянский	620±81	41±11	253–1016	1,14
Сухобузимский (Енисейский край)	17±4	83±29	0–37	0,95

Примечание: В таблице 3 использованы данные Россельхознадзора, Службы...

Движение численности марала на территории исследований за период 2002–2011 гг. не было плавным, ее изменения даже в соседних районах происходили несинхронно.

В большинстве районов (за исключением Ирбейского, Козульского, Манского) после депрессии 2002–2003 гг. наблюдался рост численности вида, но пик ее пришелся на разные годы: в Новоселовском, Балахтинском и Партизанском – на 2011 год, в Идринском и Курагинском – на 2010 год, в Краснотуранском – на 2006 год, в Саянском, Емельяновском и Сухобузимском – на 2009 год. Для Ирбейского района после депрессии численности марала в 2004–2005 гг. максимум увеличения был отмечен в 2011 году.

В целом для большей части территории охотугодий Восточного Саяна (за исключением Козульского и Манского районов) динамика численности вида в последние десять лет имела положительную тенденцию и с 2002 по 2011 год ресурсы возросли в 2,2 раза (рис. 3).

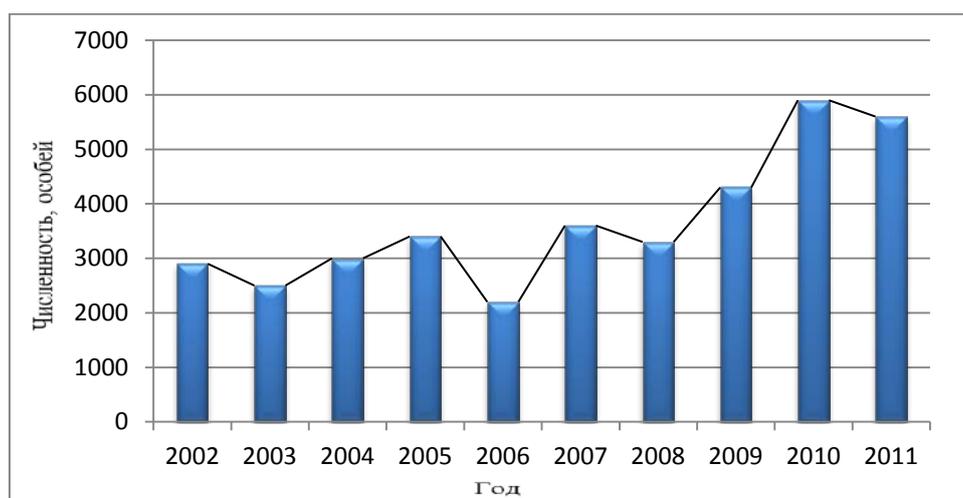


Рис. 3. Динамика после промысловой численности марала в основных местах обитания на территории Восточного Саяна в начале XXI века (по данным «Службы...» и др.)

В Манском и Козульском районах наблюдалась противоположная картина – обилие марала за последние десять лет снизилось в несколько раз. В последнем из них численность снизилась в 5,6 раз, а на территории охотугодий Ачинского района следы марала вот уже четыре года не отмечаются в ходе проведения учетных работ.

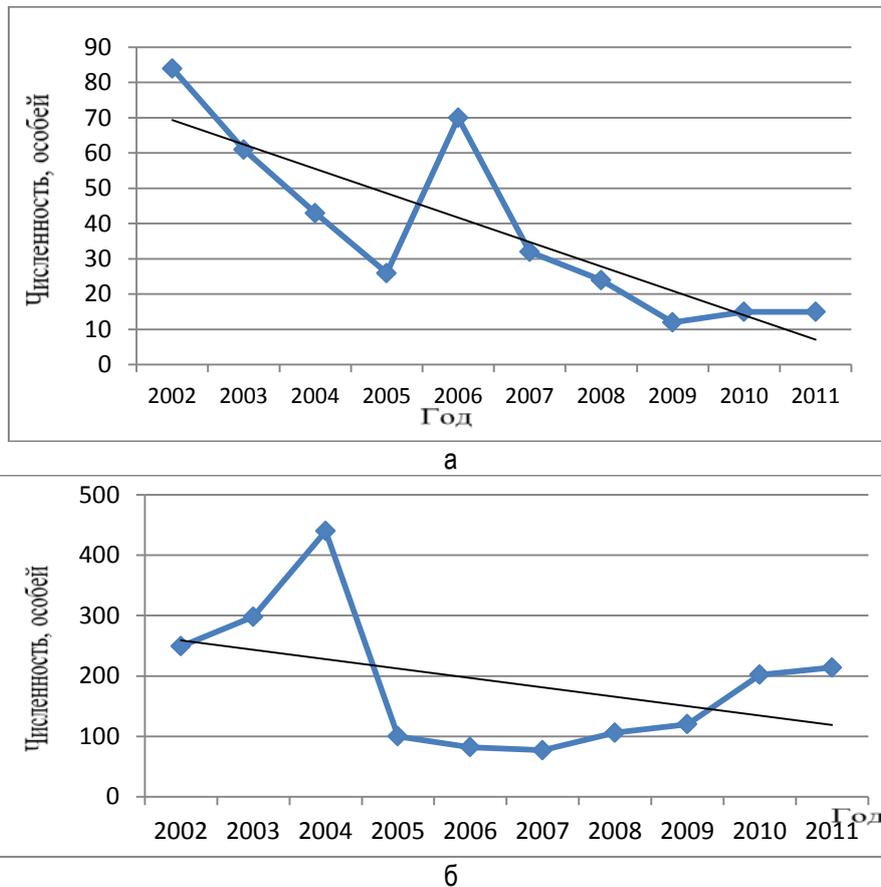


Рис. 4. Динамика после промысловой численности марала в Козульском (а) и Манском (б) районах (по данным Службы... и др.)

По коэффициенту вариации (см. табл. 3) можно судить о хронологической и пространственной устойчивости популяций. В Емельяновском районе насчитывала в среднем за 10 лет 73 особи маралов. Коэффициент вариации в среднем равнялся 64%. В Краснотуранском районе численность марала была близка к таковой в Емельяновском и составляла 95 животных, но ее вариабельность была значительно меньшая (С= 35%). В Новоселовском районе уровень численности и коэффициент вариации были близки к смежному Краснотуранскому, но сильно отличались от Емельяновского.

Чрезвычайно сильно варьировала численность марала в окраинных Сухобузимском (С = 83%) и Ачинском районах (С = 156%). Средняя численность маралов на данной территории была невелика, 10-летний ряд наблюдений отражал состояние популяций в отрогах Восточного Саяна. На колебания численности влияли регулярные миграции и ряд лимитирующих факторов, в основном незаконная охота, а также в некоторые годы глубокоснежные зимы и крупные хищные млекопитающие. Все вместе взятое отражает неустойчивость населения марала в пределах северной оконечности ареала.

Остальные группировки марала также достаточно четко разделяются по уровню коэффициента вариации. Прослеживается связь этого показателя с размерами районов, величиной обитающей там популяции и состоянием среды обитания на достаточно большом пространстве. По величине коэффициента вариации численность популяций марала на исследуемой территории можно сгруппировать и представить, таким образом, их состояние. Всего одна популяция имела коэффициент вариации – 156%. Такое же количество популяций – всего одна – характеризовалась минимальной вариабельностью 35%. Несколько большее количество – пять – укладывалось в границы колебаний коэффициента вариации от 40 до 55%. В наибольшем числе районов – шести – вариабельность выражалась коэффициентом вариации от 60 до 70% и только в одном

случае он колебался от 80 до 85%. Судя по этому критерию, наименее устойчивыми оказались две группировки, которые отличались высокими показателями коэффициента вариации – от 80 до 156%. Из всего ряда 6 районов характеризовались минимальными коэффициентами вариации от 35 до 55%, что позволяет допустить их стабильное состояние. Остальные занимали различные места в этой примерной оценочной шкале, но все же были ближе к последним.

Многолетние ряды численности марала на исследуемой территории позволили нам использовать такой показатель, как скорость роста (сокращения) популяции. Он чрезвычайно удобен в сравнительном популяционном анализе как хороший индикатор общего состояния населения. Конечная скорость роста – темп увеличения размера популяции в расчете на 1 особь и за единицу времени: $\lambda = e^r$, где e – основание натурального логарифма, а r – экспоненциальная скорость роста [8]. При $\lambda > 1$ численность популяции от времени t до времени $t + 1$ увеличивается; при $\lambda < 1$ – уменьшается и при $\lambda = 1$ остается неизменной [8]. Тот или иной тип приспособленности необязательно связан с высокой адаптивностью популяции в результате высоких темпов размножения, но она может возникать и как следствие высокой выживаемости наиболее приспособленных [22].

Это дает основание сгруппировать отдельные популяции марала в зависимости от величины λ (табл. 4). При отсутствии эксплуатации животных каждый множитель роста отражает отношение рождаемости и смертности. Баланс между этими переменными свидетельствует о приспособленности популяции и косвенно говорит о степени оптимальности среды обитания. Таким образом, он приобретает общее оценочное значение.

Таблица 4

Характер состояния (приспособленности) территориальных группировок (субпопуляций) маралов на территории хребта Восточный Саян

Положительная приспособленность ($\lambda > 1$) /Территория обитания марала от всей площади района, %	Отрицательная приспособленность ($\lambda < 1$) /Территория обитания марала от всей площади района, %	Нейтральная приспособленность ($\lambda = 1$) /Территория обитания марала от всей площади района, %
Территориальная группировка марала в Курагинском районе / более 90	Территориальная группировка марала в Ачинском районе (хр. Арга) / менее 10	Территориальная группировка марала в Манском районе / менее 30
Территориальная группировка марала в Партизанском районе / более 90	Территориальная группировка марала в Сухобузимском районе (Енисейский край) / менее 10	Территориальная группировка марала в Новоселовском районе / менее 20
Территориальная группировка марала в Саянском районе / более 90		Территориальная группировка марала в Козульском районе / менее 20
Территориальная группировка марала в Березовском районе / более 80		Территориальная группировка марала в Емельяновском районе / менее 20
Территориальная группировка марала в Балахтинском районе / более 90		
Территориальная группировка марала в Краснотуранском районе / более 80		
Территориальная группировка марала в Ирбейском районе / более 90		
Территориальная группировка марала в Идринском районе / более 90		

Выводы

1. Анализируя опубликованные материалы и сведения, полученные от охотников и специалистов охотничьего хозяйства, можно сделать вывод о скачкообразном характере колебаний численности марала.
2. С начала второй половины XX века на территории Восточного Саяна просматривается стабилизация, временами – нарастание ресурсов в отдельные десятилетия (1950–1960-е; 1980-е; 1990–2000-е).
3. На территории охотугодий хр. Восточный Саян среднемноголетняя плотность населения марала относительно низка, в среднем составляет $0,83 \pm 0,12$ особей на тыс. га, но в отдельных станциях, слабо освоенных человеком, иногда приближается к 4 и даже 6 особям на 1000 га.

4. Стабилизация поголовья маралов наметилась в последние два года. Оно колеблется в пределах 5,5–5,9 тыс. особей, с тенденцией к росту. С 2002 по 2011 год количество зверя увеличилось на 52%.

5. При анализе статистических материалов сделан вывод о степени хронологической и пространственной устойчивости населения марала в разных участках хр. Восточный Саян. Судя по коэффициенту вариации (С,%) и конечной скорости роста популяции (λ), наименее устойчивыми оказались две территориальных группировки марала, расположенные в северной части ареала – в Сухобузимском и Ачинском районах, что подтверждается и нашими полевыми исследованиями. Большую антропогенную нагрузку испытывает население зверей на периферических частях ареала, расположенных в предгорьях в зоне, доступной для вездеходного и снегоходного транспорта, с тенденцией к быстрому снижению ресурсов. Остальные популяции марала, особенно обитающие в горных труднодоступных районах, показывают относительную стабильность.

6. Прогноз на ближайшие десятилетия вызывает тревогу. Наблюдающееся усиление техногенных воздействий (проведение транспортных коммуникаций, массовые рубки леса и пр.), а также пожары, браконьерство, хищничество волка, бурого медведя могут привести к снижению численности марала, что несомненно усилится при слабой охране животных.

7. Меры сохранения марала: охрана оптимальных биотопов, мест сезонной концентрации; регулирование сроков охоты; усиление борьбы с браконьерами и волком; разработка и внедрение стратегии управления популяциями.

Литература

1. Байкалов А.Ф. Продуктивность популяции маралов и перспективы пантового мараловодства на юге Красноярского края // Проблемы охотничьего хозяйства Красноярского края. – Красноярск, 1971. – С. 49–53.
2. Зырянов А.Н. Дикие копытные животные заповедника «Столбы» и прилегающих районов // Вопр. экологии: тр. гос. заповедника «Столбы». Вып. 10. – Красноярск, 1975. – С. 338.
3. Зырянов А.Н. Особенности развития популяции копытных в условиях заповедного режима // Социально-экономические и экологические аспекты совершенствования деятельности заповедников. – М., 1985. – С. 92–99.
4. Зырянов А.Н. Марал в Красноярском крае // Экология промысловых животных Сибири. – Красноярск: Изд-во КГУ, 1992. – С. 105–118.
5. Зырянов А.Н., Тюрин В.А. К методике учета благородного оленя (*Cervus elaphus L.*) по голосам «на реву» // Вестн. КрасГАУ.– Красноярск, 2012. – Вып. 2. – С. 3–10.
6. Зырянов А.Н., Тюрин В.А., Минаков И.А. Марал юга Средней Сибири: ресурсы, проблемы использования // Зоологические и охотоведческие исследования в Казахстане и сопредельных странах: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. (1–3 марта 2012 г.). – Красноярск, 2012. – С. 323–324.
7. Кожанчиков Л.В., Кожанчиков И.В. Промысловая охота и рыболовство в Минусинской тайге // Ежегодн. Гос. музея им. Н.М. Мартыанова. – Минусинск, 1924. – Т.2. – Вып. 2. – С. 79–183.
8. Коли Г. Анализ популяций позвоночных. – М.: Мир, 1979. – 262 с.
9. Кузякин В.А. Охотничья таксация. – М.: Лесн. пром-сть, 1979. – 200 с.
10. Лавов М.А. Распространение и примерная численность копытных в Красноярском крае: вопросы экологии // Тр. гос. заповедника «Столбы». – Красноярск, 1975. – Вып. 10. – С. 339–347.
11. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш. шк., 1973. – 343 с.
12. Плохинский Н.А. Биометрия. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 367с.
13. Смирнов М.Н., Бриллиантов А.В. Ресурсы, промысел, охрана, и восстановление копытных в Красноярском крае // Экология диких животных и растений и их использование: сб. науч. тр. – Красноярск: Изд-во КГУ, 1990. – С. 74–92.
14. Смирнов М.Н. Методы учета численности и общие принципы планирования отстрела диких копытных животных в Южной Сибири: метод рекомендации. – Красноярск, 1993. – 27 с.
15. Смирнов М.Н. Крупные промысловые млекопитающие Южной Сибири (история формирования видового состава, ресурсы экологические основы использования и охраны): дис. ... д-ра биол. наук. – М., 1994. – 68 с.
16. Смирнов М.Н., Савченко А.П. Сбор и первичная обработка материалов по морфологии и экологии охотничьих зверей: метод. рекомендации. – Красноярск, 1995. – 60 с.

17. Смирнов М.Н. Благородный олень Южной Сибири: моногр. Ч.1. – Красноярск: РИО КрасГУ, 2006. – 250 с.
18. Смирнов М.Н. Благородный олень Южной Сибири: моногр. – Ч.2. – Красноярск: Изд-во СибФУ, 2007. – 260 с.
19. Сыроечковский Е.Е., Рогачева Э.В. Животный мир Красноярского края. – Красноярск, 1980. – 359 с.
20. Тюрин В.А., Смирнов М.Н. Современное размещение и численность марала в хребте Восточный Саян // Охрана и рациональное использование животных и растительных ресурсов: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. (24-26 мая 2012 г.). – Иркутск, 2012. – С. 278–285.
21. Федосенко А.К. Марал. – Алма-Ата: Наука, 1980. – 198 с.
22. Филонов К.П. Оценка состояния популяций оленьих. – М.: Наука, 1993. – 272 с.
23. Шухов И.Н. Охотничий промысел Приенисейского края // Тр. Приенисейского отдела Вост.-Сиб. краеведческого общ-ва. – Красноярск, 1933. – С. 1–24.



УДК 630*561.21+633.878.32+551.577.53

О.А. Фёдорова, Д.А. Савчук

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ ТОПОЛЯ БАЛЬЗАМИЧЕСКОГО В г. ТОМСКЕ

*Проведены исследования особенностей изменения прироста по диаметру у 45–55-летних деревьев тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) в зависимости от наиболее распространенных в городе экологических (антропогенных и биологических) факторов окружающей среды: автотранспорта, благоустройства территории и поражения энтомофитовредителями.*

*На основе полученных данных установлено, что прирост тополя бальзамического в городской среде достоверно снижается при увеличении степени поражения кроны дерева тополевой молью (*Lithocolletis populiella* Tr.) и расширения дорожно-тропиночной сети территории объекта рекреации, а также усиления интенсивности движения автомобильного транспорта.*

Ключевые слова: город, антропогенные факторы, древесная растительность, радиальный прирост, тополь бальзамический.

O.A. Fedorova, D.A. Savchuk

THE ENVIRONMENTAL FACTOR INFLUENCE ON BALSAM POPLAR RADIAL GROWTH IN TOMSK

*The research on the change peculiarities of the diameter increase for balsam poplar (*Populus balsamifera* L.) 45-55-year-old trees depending on the most common ecological (anthropogenic and biological) environmental factors in the city: transport, territory beautification, entomological wrecker affect is conducted.*

*On the basis of the received data it is revealed that the growth of balsam poplar in urban environment significantly decreases with the degree increasing of tree crown destruction by poplar moth (*Lithocolletis populiella* Tr.) and expanding the object territory road-path network, as well as traffic intensity increasing.*

Key words: city, anthropogenic factors, arboreal plants, radial growth, balsam poplar.

Введение. Город как экосистема, ограниченная определенными историческими границами, имеет свою экологическую специфику. Здесь главным является то, что количество экологических факторов как природного, так и антропогенного характера, действующих на растения, достаточно велико, а время их воздействия короче, чем в природных экосистемах [1].

Взаимодействие среды города и растительности носит двойственный характер. С одной стороны, озелененные пространства улучшают качество жизненной среды городских территорий, а с другой, увеличение интенсивности урбанизации оказывает негативное влияние на растительность. Различают три группы факторов такого влияния: загрязнение почв, воздушного бассейна и рекреационные нагрузки. Так, в городах изменяется естественный растительный покров в результате роста потока машин и, как следствие, увеличение вы-

броса выхлопных газов, оказывающих пагубное воздействие на состояние зеленых насаждений [2,3]. Высокая степень воздействия негативных антропогенных факторов закономерно приводит к ослаблению растительности, преждевременному старению, снижению продуктивности, поражению болезнями и вредителями [4].

Дерево, обладая значительным временем жизни, аккумулирует в годичных кольцах влияние целого комплекса факторов среды, определяющих условия его существования. К ним относятся климат, фитоцено- тическое положение дерева в древостое, гидрологический режим экотопа, почвенные условия, а также ан- тропогенная нагрузка. Наиболее адекватным показателем состояния дерева является годичный прирост, колеблющийся в определенных пределах в зависимости от изменений условий окружающей среды [5–8].

Радиальный прирост деревьев исследовали в различных городах. Так, при изучении разных видов то- полей в Уфе [9] было обнаружено, что величина и изменчивость радиального прироста имеет видовую специ- фику: наибольшим радиальным приростом из исследуемых видов тополей характеризуется тополь бальзамич- еский (*Populus balsamifera* L.), наименьшим – тополь дрожащий (*Populus tremula* L.), а наибольшее варьирова- ние величины годичного прироста отмечено у тополей бальзамического и черного (*Populus nigra* L.). Выбросы автотранспорта г. Красноярска оказывают значительное отрицательное влияние на радиальный прирост ство- лов деревьев тополя бальзамического [10,11]. В Томске работы по изучению радиального прироста деревьев проводились на сосне обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) [12]. Обнаружено, что в целом зависимость радиально- го прироста ствола сосны от погодных условий у городских деревьев выражена сильнее, чем у деревьев, рас- тущих в естественной среде, так как деревья в городе находятся в условиях постоянного стресса и более чув- ствительны к колебаниям факторов среды. В настоящее время в г. Томске посадки тополя бальзамического занимают значительные площади, но состояние его посадок и роста до сих пор не изучено.

Цель исследования – дать оценку динамики роста в толщину деревьев тополя бальзамического как доминирующего вида в дендрофлоре рекреационных территорий г. Томска в зависимости от наиболее рас- пространенных экологических (антропогенных и биологических) факторов окружающей среды.

Материалы и методы исследования. Материал собирался на территориях пяти объектов озелене- ния общего пользования г. Томска, относящихся к категории скверов и парков (Буфф-сад, Городской сад, Лагерный сад, скверы у пл. Новособорной и Белого озера) площадью от 2,7 до 4,8 га. На каждом объекте озеленения пропорционально ступеням толщины (наибольшее число модельных деревьев имеет преобла- дающий диаметр) отобрано от 17 до 52 модельных деревьев тополя бальзамического. У каждого модельного дерева на высоте груди (1,3 м) брались керны для определения их возраста и измерения ширины годичных колец. Всего отобрано 156 кернов. Так как на разных этапах жизни древесные растения характеризуются различной интенсивностью ростовых процессов, а также различной способностью адаптироваться к меняю- щимся условиям среды, то при изучении динамики роста нами отбирались деревья одного возраста, в дан- ном случае, преобладающего – 45–55 лет. Таким образом, после определения возраста модельных деревь- ев для последующего исследования было оставлено 79 кернов деревьев, подходящих по возрастному кри- терию (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика модельных деревьев тополя бальзамического из рядовых посадок на пробных площадях объектов озеленения г. Томска

Объект озеленения	R	N	A	H	D	Z±m	P	C _v
Буфф-сад	2–3	21	45–55	31	40	1,9±0,12 a*	6,3	29,5
Лагерный сад	1,5–3	20	45–55	26	36	1,6±0,06 ab	3,8	17,5
Городской сад	5–10	10	45–55	24	40	1,4±0,09 bc	6,4	21,4
Сквер у Белого озера	5–20	18	45–55	30	39	1,3±0,07 c	5,4	22,3
Сквер у пл. Новоси- борной	1,5–2	10	45	19	28	1,1±0,05 d	0,5	13,6

* Достоверность различий определялась по критерию Манна-Уитни [13]. Разными буквами в каждой ко- лонке обозначены достоверные различия, одинаковыми – их отсутствие. R – расстояние между деревь- ями, м; N – число деревьев, шт.; A – возраст, лет; H – высота, м; D – средний диаметр, см; Z±m – сред- ний прирост за 2007–2011 гг. и его ошибка, см; P – точность опыта, %; C_v – коэффициент вариации, %.

Деревья, отобранные нами в качестве предположительно контрольных, произрастающие в естественных условиях вне городской черты, характеризуются повышенной густотой и более низким возрастом деревьев (35 лет), поэтому не могут выступать объективным контрольным объектом.

На всех объектах исследовались деревья преимущественно из рядовых посадок: по периметру участка и в глубине. Как оказалось, шаг посадки отличается значительно, а соответственно, и условия произрастания. Наибольшая плотность деревьев наблюдается в Лагерном саду, где шаг посадки наименьший, и способ посадки в основном гнездовой (до 3–4 стволов в одной лунке). Наиболее разреженные посадки – на территории сквера у Белого озера. Здесь часть посадочных мест освобождается из-за выпадения отдельных деревьев, что увеличивает расстояние между соседними (см. табл. 1).

Ширина годичных колец деревьев измерялась на полуавтоматическом измерительном комплексе LINTAB с программным пакетом TSAP (Rinntech, Frank Rinn, Германия) с точностью до 0,01 мм.

Для анализа радиального прироста модельных деревьев величины прироста были объединены по сходным этапам развития насаждений и по календарным годам, что позволило оценить динамику развития дерева в зависимости от его биологического возраста. Интенсивность роста в толщину характеризовалась по пятилетним периодам, разность между смежным большим и меньшим диаметром представляет собой величину среднего периодического прироста по диаметру.

Влияние факторов городской среды (энтомовредителей, автотранспортной нагрузки и площади экранированных почв) на зеленые насаждения оценивалось по среднему приросту тополя бальзамического за последние 5 лет (2007–2011 г.), так как в предшествующие годы антропогенная нагрузка на данные объекты была отличной от настоящей.

Массовым энтомовредителем, поражающим тополя на всех объектах, является тополевая моль (*Lithocolletis populiella* Tr.)¹. Обследования проводились маршрутным методом, при котором оценивалась интенсивность поражения листьев деревьев тополя бальзамического (табл. 2).

Степень благоустройства территории объекта озеленения учитывалась как доля площади искусственного дорожно-тропиночного покрытия² в общей площади объекта.

Таблица 2

Интенсивность воздействия факторов городской среды на деревья тополя бальзамического на объектах озеленения г. Томска

Объект озеленения	Средний прирост и ошибка среднего, см	Интенсивность поражения тополевой молью, %	Интенсивность автотранспортного движения на прилегающих улицах, авт/ч	Степень благоустройства (экранированные почвы), %
Буфф-сад	1,9±0,12 a*	20	1200	10
Лагерный сад	1,6±0,06 ab	30	1600	12
Городской сад	1,4±0,09 bc	40	1900	15
Сквер у Белого озера	1,3±0,07 c	48	4200	25
Сквер у пл. Новособорной	1,1±0,05 d	52	1900	35

* Обозначения – см. табл. 1.

Учет автотранспортной нагрузки на исследуемых объектах рекреации проводился методом визуальной фиксации (с занесением в ведомости) проезжающих транспортных средств на прилегающих улицах. Наблюдения проводились в течение вегетационного периода 2010 года в количестве 10 мин в часы «пик», каждые 7 дней на каждой улице. Допустимое отклонение – 100 автомашин в зависимости от времени суток, дня недели, погодных условий. Было принято считать: низкая интенсивность движения – до 2000 автомашин в час; средняя – до 3000, высокая – более 4000 автомашин в час.

Достоверность различий средних определялась по методу Манна-Уитни [13].

¹ Определение насекомых проводилось при участии ст. преп. кафедры зоологии беспозвоночных Томского государственного университета О.Л. Конусовой.

² Данные по площади дорожно-тропиночной сети объектов рекреации предоставлены зам. начальника Департамента архитектуры и градостроительства администрации г. Томска Д.Ю. Ассоновым.

Результаты исследования и их обсуждение. *Ход роста и средний радиальный прирост деревьев тополя.* В начальный период роста деревьев (5 лет) выделилось две группы объектов озеленения, отличающиеся величиной диаметра тополя: первая – Буфф-сад и Городской сад, вторая – Лагерный сад и скверы у Белого озера и пл. Новособорной (рис. 1). Эти отличия, сохраняющиеся у деревьев до достижения ими 15-летнего возраста, скорее всего, вызваны различиями в условиях посадки и качеством посадочного материала на данных объектах озеленения. В дальнейшем начинается дифференциация величин средних диаметров в зависимости от места произрастания (рис. 2).

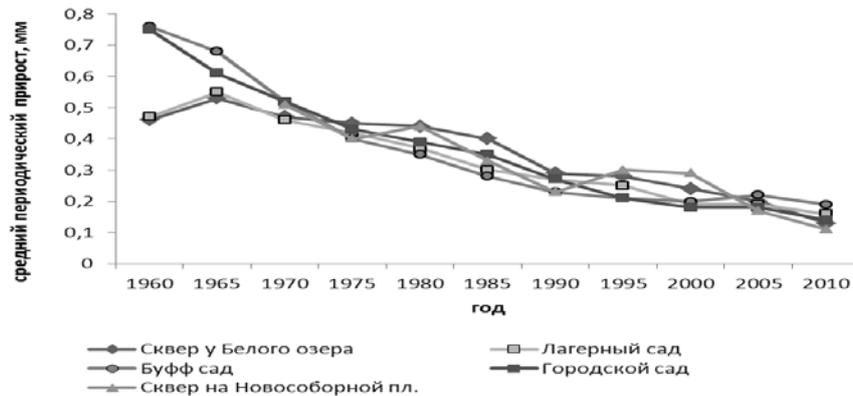


Рис. 1. Динамика радиального прироста тополя бальзамического на объектах озеленения г. Томска

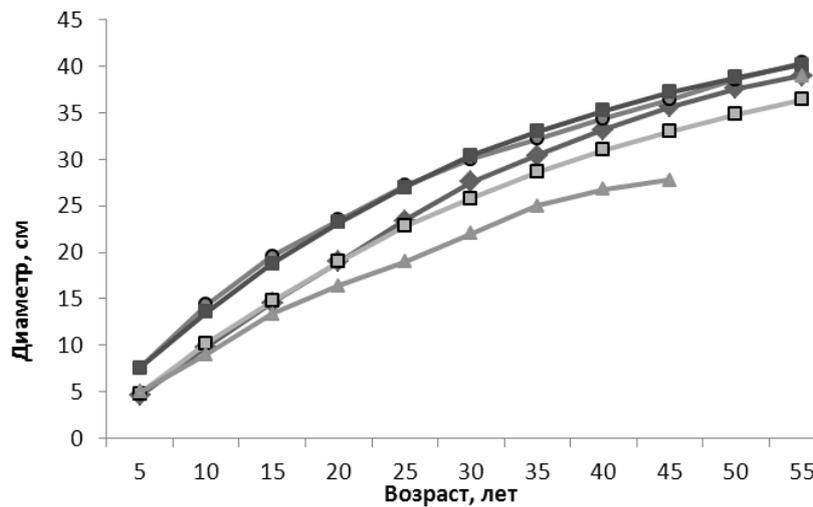


Рис. 2. Ход роста деревьев тополя бальзамического по диаметру на объектах озеленения г. Томска

Динамика прироста деревьев тополя бальзамического на таких объектах, как Буфф-сад и Городской сад, близкая, где в течение последних пяти десятилетий их средние приросты отличаются незначительно. Сходные величины диаметров деревьев до достижения ими 15-летнего возраста зафиксированы на территории сквера у Белого озера и Лагерного сада, в дальнейшем наблюдается значительное снижение диаметра деревьев на территории Лагерного сада. Более низкие значения среднего диаметра деревьев на территории Лагерного сада связаны с замедлением роста вследствие значительного затенения деревьев из-за высокой плотности посадки после перехода деревьев из категории молодняка в категорию средневозрастных.

Скорость нарастания среднего диаметра деревьев тополя бальзамического на территории сквера у пл. Новособорной снижается, что свидетельствует о несоответствии условий произрастания биологическим требованиям данного вида, а также о высоком уровне воздействия антропогенных факторов (см. рис. 2).

Средний прирост деревьев тополя бальзамического на территории Лагерного сада и сквера у Белого озера до 15 лет отличается незначительно, в дальнейшем наблюдается снижение прироста в Лагерном саду, вероятно, за счет увеличении степени затенения деревьев из-за их более плотной посадки. Далее у деревьев в возрасте 50–55 лет в Лагерном саду их прирост становится больше, чем в сквере у Белого озера.

Это, вероятно, связано с ухудшением условий произрастания для тополя бальзамического на территории последнего объекта.

Прирост тополя бальзамического на территории Городского сада и Буфф-сада, характеризуется наибольшими значениями прироста в возрасте до 20 лет, далее прирост снижается, однако к возрасту 55 лет прирост деревьев на территории Буфф-сада характеризуется наибольшим значением (см. рис. 2).

Влияние насекомых-филлофагов на прирост тополя бальзамического. Наибольшая интенсивность поражения тополевой молью (более 50%) наблюдалась у деревьев тополя бальзамического в сквере у пл. Новособорной, где отмечена наименьшая величина прироста. В наименьшей степени поражены деревья, произрастающие в Лагерном саду и Буфф-саду (20–30%), где отмечается наибольший прирост деревьев тополя (см. табл. 2).

Таким образом, увеличение интенсивности поражения тополевой молью приводит к достоверному снижению среднего прироста тополя. Это происходит вследствие уменьшения фотосинтезирующей поверхности листьев под воздействием вредителя.

Уменьшения прироста вследствие снижения жизненного состояния деревьев кедра сибирского при поражении рыжим сосновым пилильщиком наблюдали Д.А. Демидко с соавторами [14] в припоселковых кедровниках на юге Томской области. Таким образом, реакция в виде уменьшения ширины годичного кольца на поражение листогрызущими вредителями характерна как для лиственных, так и для хвойных видов деревьев, произрастающих в городской среде и пригородных лесах.

Влияние автотранспорта на прирост тополя бальзамического. Число автомобилей отражает степень загрязнения воздушной среды, в частности, продуктами сгорания топлива. В ходе исследования было установлено, что к территориям с низкой интенсивностью автотранспортного движения (до 2000 авт/ч) относятся Буфф-сад, Лагерный сад и Городской сад. Средней интенсивностью характеризуются улицы, прилегающие к скверу у пл. Новособорной. Наибольшая автотранспортная нагрузка, т.е. более 4000 авт/ч, отмечена на автомагистралях, граничащих с территорией сквера у Белого озера (см. табл. 2). По данным департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды и ОГУ «Облкомприрода» Администрации Томской области [15], в ходе мониторинговых наблюдений оценивается содержание в воздухе пыли, сернистого ангидрида, оксида углерода, диоксида азота, оксида азота, сероводорода, фенола, сажи, хлористого водорода, аммиака, формальдегида, метилового спирта и бенз(а)пирена. Превышение по большинству показателей загрязнителей зафиксировано именно в районе сквера у Белого озера.

При этом территория Лагерного сада в данном случае может выступать как фоновая вследствие ее расположения в периферийной части города с наименьшим антропогенным влиянием. Хотя для территории Буфф сада данных снеговой съемки нет, но тот факт, что по данным мониторинга воздушной среды превышений ПДК на данном объекте не выявлено, можно предположить, что данная территория, как и территория Лагерного сада, является наиболее экологически чистыми. В то время как на территории Городского сада отмечено превышение содержания свинца, нитритов, а также диоксида азота и фенола. На территории сквера у Белого озера, являющейся наиболее экологически неблагоприятной, зафиксировано превышение всех выявляемых экстремальных более чем в 1,5 раза, в т.ч. свинца в 2,0 и нитритов – в 2,1 раза.

При увеличении потока автотранспорта на 30% (по сравнению с минимально зафиксированным значением) средний прирост у деревьев тополя бальзамического уменьшается на 15% (по сравнению с минимально зафиксированным значением). При увеличении автопотока на 60% средний прирост уменьшается на 25%, при увеличении на 125% средний прирост уменьшается на 40%.

С увеличением числа автомобилей, а соответственно, и с загрязнением воздушной среды и ухудшением экологической обстановки, средний прирост тополя бальзамического достоверно снижается (см. табл. 2). Исключением являются деревья тополя на территории сквера у Белого озера. При максимальном увеличении интенсивности движения автотранспорта (150%) уменьшение среднего прироста за последние 5 лет составляет 30%. Это, возможно, связано с наличием на территории данного объекта рекреации значительного по площади водного объекта (озеро), который в некоторой степени нивелирует неблагоприятные условия воздушной среды, снижая тем самым нагрузку на древесные растения.

Наши исследования подтверждают ранее полученные результаты по степени воздействия интенсивности автотранспортного движения г. Красноярск [10,11] на прирост тополя бальзамического. Установлено достоверное снижение прироста тополя в районах с наибольшей интенсивностью движения автотранспорта.

Влияние степени благоустройства на прирост тополя бальзамического. В данном случае под степенью благоустройства понимается доля дорожно-тропичного покрытия, оказывающего влияние на процессы жизнедеятельности древесных растений. Экраноземы – экранированные почвы (мощные, запечатанные, формирующиеся под асфальто-бетонным покрытием и камнем). В жаркие летние дни асфальто-

вые покрытия, нагреваясь, отдают тепло не только приземному слою воздуха, но и в глубину почвы. Это горячие горизонты, в которых обычно сосредоточены живые окончания корней растений. Часто по этой причине самые верхние слои городских почв практически не содержат живых корней, что ухудшает рост и развитие растения [3, 16, 17].

Наибольший средний прирост за последние 5 лет имеют деревья тополя бальзамического, произрастающие на территории Буфф-сада, где отмечена наименьшая площадь экраноземов – 11%, в то время как наименьший прирост отмечается у деревьев на территории сквера у пл. Новособорной, где на долю запечатанных почв приходится около 31% общей площади объекта (см. табл. 2). Таким образом, в результате значительная доля дорожно-тропиночного покрытия (запечатанных почв) негативно влияет на прирост тополя бальзамического.

Совместное влияние факторов. Методом регрессионного анализа получены статистические характеристики уравнения линейной модели (табл. 3). Коэффициент a , т.е. угол наклона прямой, характеризует величину изменения показателя (фактора). Наибольшее значение коэффициента a имеет фактор интенсивности поражения деревьев молью, именно он оказывает наибольшее влияние на прирост, возможно, в силу того, что он сам зависит от других (например, интенсивности автотранспорта).

Таблица 3

Коэффициенты линейного уравнения $y=ax+b$ изменчивости прироста по диаметру у тополя бальзамического и влияющих на него экологических факторов

Показатель	Коэффициент уравнения		Коэффициент детерминации R^2
	a	b	
Средний прирост деревьев	-0,19	2,03	0,9704
Автотранспортная нагрузка	5,6	6,4	0,5572
Степень поражения тополевой молью	7,8	14,2	0,9578
Площадь экранированных почв	6,3	0,5	0,9018

Силу связи изучаемых показателей оценивали с помощью коэффициента детерминации. Чем ближе значение коэффициента к 1, тем теснее связь результативного признака (прироста) с исследуемыми факторами.

С увеличением величины фактора средний прирост деревьев тополя снижается. Величина снижения прироста существенно ниже, чем увеличение воздействия каждого из факторов по отдельности, а тем более их совместный эффект (рис. 3).

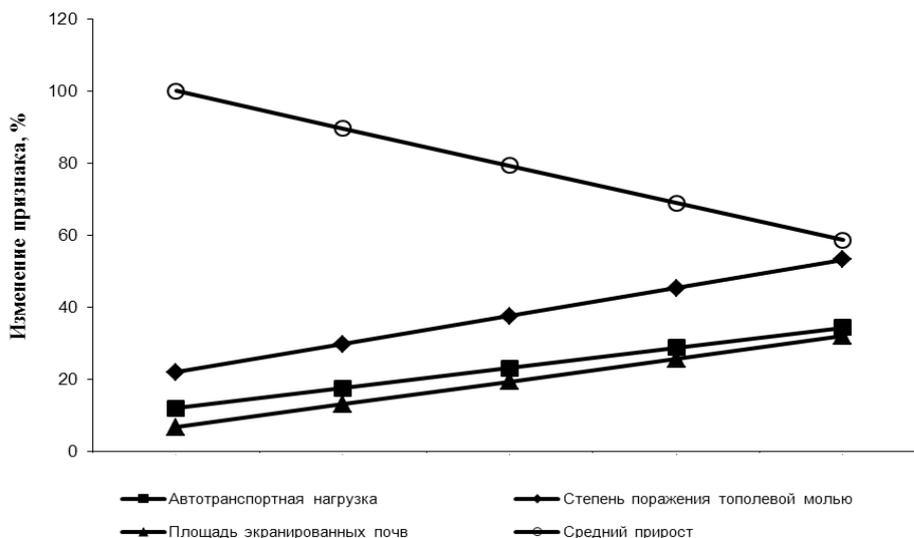


Рис. 3. Тренды изменения среднего прироста и некоторых экологических факторов

Таким образом, в данных условиях в 95,8% случаев изменения интенсивности поражения тополевой молью и 90,2% изменения площади экранированных почв приводят к изменению прироста тополя бальзамического.

Заключение. В результате анализа среднего прироста тополя бальзамического в период с 2007 по 2011 год, произрастающего на пяти объектах озеленения (скверах и парках) в г. Томске, установлено достоверное снижение прироста при увеличении интенсивности воздействия негативных факторов среды. При этом учитываемые факторы являются усиливающими друг друга. Так, наибольшее снижение прироста тополя вызывает тополевая моль. Интенсивность поражения деревьев тополя данным вредителем находится в зависимости от степени ослабления тополя под воздействием других факторов среды: загрязнением воздушной среды выхлопными газами автомобилей и площадью экранированных почв. В то время как сами по себе эти факторы значительного снижения прироста тополя вызвать не могут.

Литература

1. Колмогорова Е.Ю. Видовое разнообразие и жизненное состояние древесных и кустарниковых растений в зеленых насаждениях г. Кемерово: автореф. дис... канд. биол. наук. – Томск, 2005. – 19 с.
2. Кавтарадзе Д.Н., Игнатьева М.Е. Растительность урбанизированных территорий как предмет классификации в связи с задачами охраны природы // Науч. докл. Высш. школы. Биологические науки. – 1986. – №12. – С.15–21.
3. Маслов Н.В. Градостроительная экология: учеб. пособие для строительных вузов. – М.: Высш. шк., 2002. – 284 с.
4. Неверова О.А. Биоэкологическая оценка загрязнения атмосферного воздуха по состоянию древесных растений. – Новосибирск: Наука, 2001. – 119 с.
5. Ловелиус Н.В. Изменчивость прироста деревьев // Дендроиндикация природных процессов и антропогенных воздействий. – Л., 1979. – С. 230–232.
6. Лайранд Н.И., Кондратов В.И., Мора А.С. Оценка антропогенного воздействия промышленных комплексов в районе города Братска на лес // Вопросы экологии растений. – Грозный, 1980. – С. 67–71.
7. Стравинскене В.П. Изменение радиального прироста деревьев в зоне действия промышленного загрязнения // Лесн. хоз-во. – 1987. – № 5. – С. 34–36.
8. Авдеева Е.В. Зеленые насаждения в мониторинге окружающей среды крупного промышленного города (на примере г. Красноярск): автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Красноярск, 2008. – 30 с.
9. Уразгильдин Р.В. Эколого-биологическая характеристика тополей в условиях загрязнения окружающей среды (на примере Уфимского промышленного центра): автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Уфа, 1998. – 22 с.
10. Россинина А.А., Артемьев О.С., Шевелев С.Л. Динамика радиального прироста тополя бальзамического в урбанизированной среде // Вестн. КрасГАУ. – 2008. – Вып.3. – С. 174–177.
11. Асентьева А.А., Артемьев О.С. Оценка влияния автотранспорта на радиальный прирост тополя бальзамического в уличных посадках города Красноярск // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки: мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. – Красноярск, 2009. – Т.1. – С. 61–64.
12. Куровская Л.В., Мельник С.А. Особенности радиального прироста ствола сосны обыкновенной в условиях городской среды // Вестн. ТомГУ. Актуальные проблемы лесоведения. – 2006. – № 87. – С.45–48.
13. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
14. Демидко Д.А., Кривец С.А., Бисирова Э.М. Связь радиального прироста и жизненного состояния у деревьев кедра сибирского // Вестн. ТомГУ. Биология. – 2010. – № 4(12). – С. 68–80.
15. Экологический мониторинг: Состояние окружающей среды Томской области в 2008 году. – Томск: Оптимум, 2009. – 144 с.
16. Почва, город, экология / под ред. Г.В. Добровольского. – М.: Фонд «За экономическую грамотность», 1997. – 320 с.
17. Экология крупного города (на примере Москвы): учеб. пособие / под общ. ред. А.А. Минина. – М.: Изд-во «ПАСЪВА», 2001. – 192 с.



ЗАВИСИМОСТЬ МИКРОБИОТЫ ПОЧВОПОДОБНОГО СУБСТРАТА ОТ СПОСОБА ОБРАБОТКИ СОЛОМЫ ПШЕНИЦЫ¹

Представлены результаты оценки воздействия обработанной различными способами пшеничной соломы на индикаторные группы микроорганизмов в почвоподобном субстрате для выращивания высших растений.

Установлено достоверное изменение в почвоподобном субстрате численности всех групп микроорганизмов в различных вариантах опыта.

Ключевые слова: солома пшеницы, микробиота почвоподобного субстрата, индикаторные группы микроорганизмов, минерализация.

*O.V. Sysoeva, L.S. Tirranen,
S.A. Ushakova, G.S. Kalacheva*

THE DEPENDENCE OF SOIL-LIKE SUBSTRATE MICROBIOTA ON THE WHEAT STRAW PROCESSING METHOD

The impact assessment results of the processed by different methods wheat straw on the microorganism test groups in the soil-like substrate for the higher plant cultivation are presented.

The trustworthy change in soil-like substrate of all microorganism group number in a variety of experiments is determined.

Key words: wheat straw, soil-like substrate microbiota, microorganism indicated groups, mineralization.

Введение. Работы по созданию биолого-технических систем жизнеобеспечения (БТСЖО) человека начались в нашей стране в середине XX в. [2, 5]. Ранее несъедобные растительные отходы выносились из системы. Увеличение замкнутости БТСЖО по массообмену возможно за счет включения отходов растений в круговорот веществ в системе [10; 12; 13].

N.S. Manukovsky и другими [11] предложена переработка растительных отходов в почвоподобный субстрат (ППС) с достаточно высоким плодородием, позволяющим культивировать на нем растения в искусственных условиях.

Ю.А. Куденко и Р.А. Павленко [3] разработали метод окисления отходов растений и человека перекисью водорода в электромагнитном поле, позволяющим получить питательные растворы для выращивания высших растений.

Оценка воздействия обработанной различными способами пшеничной соломы на индикаторные группы микроорганизмов в почвоподобном субстрате для выращивания высших растений являлась **целью нашей работы**.

Материалы и методы. При изучении влияния способа обработки соломы на индикаторные группы микроорганизмов объектом исследований являлась микробиота почвоподобного субстрата, на котором выращивали культуру редиса *Raphanussativus*L. Растения редиса (сорт Вировский белый) культивировали в вегетационной камере при нормальной концентрации CO₂, круглосуточном освещении и температуре воздуха, равной 24°C. Для освещения использовали лампы ДМ-3. Растения выращивали в вегетационных сосудах из нержавеющей стали объемом 5 л и поверхностью 0,032 м², в каждом – 700 г ППС (в расчете на сухую массу, 21,88 кг/м²). Редис убирали в 30-суточном возрасте, так как он отличается быстрыми темпами роста. Фоном служила проба ППС без растений редиса и обработанной пшеничной соломы.

В период проведения эксперимента перед посевом семян редиса в каждый вегетационный сосуд с почвоподобным субстратом вносили несъедобную биомассу – 40 г соломы пшеницы, обработанной одним из следующих способов:

1. Солому пшеницы минерализовали физико-химическим способом по методу Ю.А. Куденко и Р.А. Павленко [3]. Полученный раствор в течение всего периода вегетации равномерно добавляли в ирригационный раствор для полива растений.

¹ Работа выполнена в Институте биофизики СО РАН, г. Красноярск.

2. Вносили в ППС сухую пшеничную солому, не подвергавшуюся какой-либо обработке.
3. Солому предварительно замачивали, выдерживали в термостате при температуре 50°C, отжимали и отжим равномерно добавляли в ирригационный раствор для полива в процессе вегетации редиса.

В работе использованы общепринятые методы посева, выделения и учета микроорганизмов [7, 8]. Для получения более полного представления о качественном и количественном составе микробиоты ППС пробы брали из среднего слоя субстрата (с глубины 5–10 см) из нескольких точек в стерильную чашку Петри, затем перемешивали и стерильно отбирали среднюю пробу для разведений.

Статистическая обработка данных проведена по Г.Ф. Лакину [4] с помощью программы Microsoft Excel. Влияние различных методов обработки вносимой соломы пшеницы оценивали по критерию достоверности различий между численностью микроорганизмов в исследуемых пробах. Критерием оценки служила стандартная величина нормированного отклонения ($t_{\text{Стьюдента}}$), с которой сравнивалось фактическое значение этого критерия ($t_{\text{эксп}}$) для $p < 0,05$, $p < 0,01$, $p < 0,001$.

Результаты исследований и их обсуждение. Для определения возможных причин угнетения или усиления роста микроорганизмов в почвоподобном субстрате была сделана водная вытяжка соломы и в ней с помощью масс-спектрометра были идентифицированы органические вещества, растворимые в хлороформе (табл. 1).

Таблица 1

Органические соединения, входящие в состав водной вытяжки соломы

Соединение	Содержание в 500 мл отжима*, мг
Фенольные соединения, всего	40,453
Углеводороды	10,186
4-метилфениловый эфир уксусной кислоты	8,022
Фталаты	7,711
3, 5, 5-триметил-4 (3-оксибутил)-2-циклогексен-1-он	4,587
Прочие органические соединения	34,246
Всего	105, 205

Примечание: * или 100 г соломы.

В таблице 1 представлено содержание в вытяжке ряда соединений фенольной природы, количество которых в почвоподобном субстрате может существенно возрасти при микробиологическом разложении лигнина, содержащегося в соломе.

Действие фенолов неспецифично и обуславливается их содержанием в среде. В низких концентрациях они могут стимулировать эти процессы, а в высоких – тормозить и полностью подавлять [1,6].

В таблице 2 показано изменение численности индикаторных групп микроорганизмов в ППС, выделенных на плотных питательных средах.

Таблица 2

Численность микроорганизмов в почвоподобном субстрате в зависимости от способа обработки соломы

Группа микроорганизмов	Вариант опыта*			
	Фон	1-й	2-й	3-й
Бактерии, усваивающие органический азот, 1×10^6	$0,55 \pm 0,07$	$4,88 \pm 0,71$	$4,51 \pm 0,41$	$4,37 \pm 0,41$
Бактерии группы кишечной палочки, 1×10^3	$8,93 \pm 0,91$	$13,56 \pm 1,31$	$4,32 \pm 0,48$	$7,94 \pm 1,08$
Фитопатогенные бактерии, 1×10^3	$8,93 \pm 0,65$	$6,09 \pm 0,58$	$18,79 \pm 0,29$	$13,89 \pm 0,25$
Бактерии-анаэробы, 1×10^4	$1,15 \pm 0,10$	$1,58 \pm 0,12$	$1,65 \pm 0,17$	$2,44 \pm 0,18$
Микроскопические грибы, 1×10^3	$3,57 \pm 1$	$9,14 \pm 1,85$	$12,51 \pm 0,88$	$18,55 \pm 0,33$
Бактерии, усваивающие минеральный азот, 1×10^5	$4,47 \pm 0,25$	$7,62 \pm 0,25$	$1,88 \pm 0,25$	$1,98 \pm 0,25$

* 1 – солома, минерализованная физико-химическим методом; 2 – сухая солома; 3 – предварительно замоченная солома.

Полученные данные свидетельствуют о зависимости численности исследованных групп микроорганизмов в ППС от способа обработки пшеничной соломы. Наименьшее количество микроорганизмов выявлено в фоне (см. табл. 2), что, видимо, вызвано отсутствием питательных веществ, поступающих с корневыми выделениями растений редиса.

По сравнению с фоном внесение в почвоподобный субстрат соломы пшеницы, обработанной любым из трех способов, увеличило количество бактерий, усваивающих органический азот (см. табл. 2).

Высокая численность бактерий группы кишечной палочки (БГКП) в варианте с минерализованной физико-химическим методом соломы пшеницы является результатом присутствия в растворе легкодоступных для бактерий форм азота [3]. Снижение численности БГКП в варианте с высушенной соломой может свидетельствовать об отсутствии необходимых питательных веществ для роста бактерий.

По сравнению с фоном внесение высушенной соломы в почвоподобный субстрат привело к росту численности фитопатогенных бактерий и микроскопических грибов (см. табл. 2).

Замачивание соломы перед внесением в ППС способствовало значимому увеличению численности фитопатогенных бактерий, бактерий-анаэробов и микроскопических грибов.

Достоверность изменений численности исследованных групп микроорганизмов приведена в таблице 3.

Таблица 3

Критерий достоверности различий ($t_{\text{эксп}}^*$) между численностью микроорганизмов в фоне и разных вариантах опыта

Группа микроорганизмов	Вариант опыта		
	1-й	2-й	3-й
Бактерии, усваивающие органический азот	4,19	4,63	4,75
Бактерии группы кишечной палочки	2,90	4,48	0,70
Фитопатогенные бактерии	3,26	13,85	7,12
Бактерии-анаэробы	2,75	2,54	6,26
Микроскопические грибы	2,65	6,95	14,23
Бактерии, усваивающие минеральный азот	8,91	7,33	7,04

* $t_{\text{эксп}}$ – критерий разности достоверен при $t_{\text{эксп}} \geq t_{St}$ ($t_{St} = 2,78$ для $p = 0,05$; $t_{St} = 4,60$ для $p = 0,01$; $t_{St} = 8,61$ для $p = 0,001$). Варианты опыта: см. табл. 2.

На рисунке 1 показано соотношение общего количества бактерий, усваивающих органический азот, и спорообразующих бактерий в стадии спор.

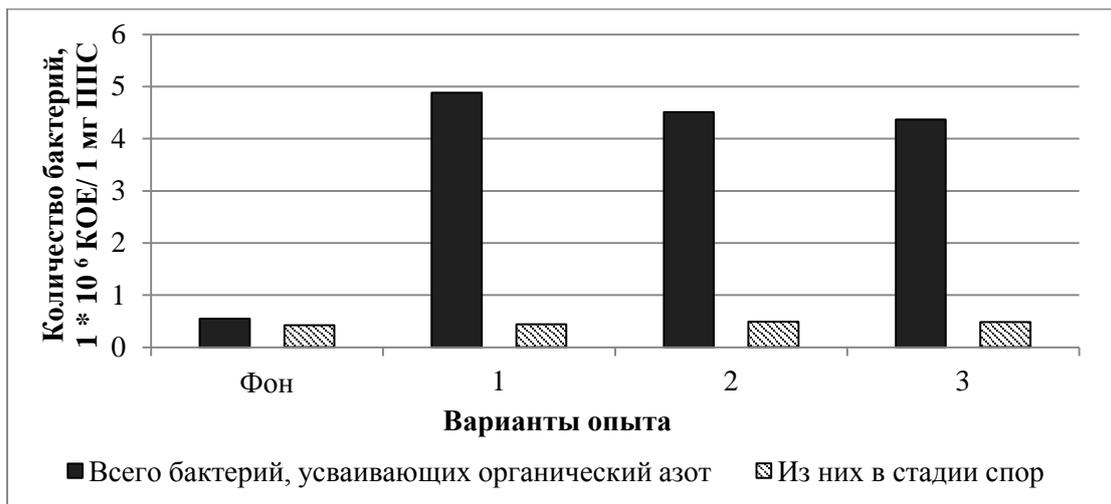


Рис. 1. Численность бактерий в зависимости от способа обработки соломы пшеницы: 1 – солома, минерализованная физико-химическим методом; 2 – сухая солома; 3 – предварительно замоченная солома. КОЕ – колониеобразующие единицы

Количество споровых бактерий в стадии спор между вариантами опыта и фоном достоверно не отличалось (см. рис. 1). В фоне на момент отбора проб основную массу бактерий, усваивающих органический азот, составляли бактерии в стадии спор (до 76 %), тогда как в вариантах опыта с добавлением соломы пшеницы их в среднем было 10 %.

Полагаем, что внесение переработанной соломы пшеницы любым из использовавшихся способов снизило процент спорообразующих бактерий во всех вариантах опыта (рис. 2).

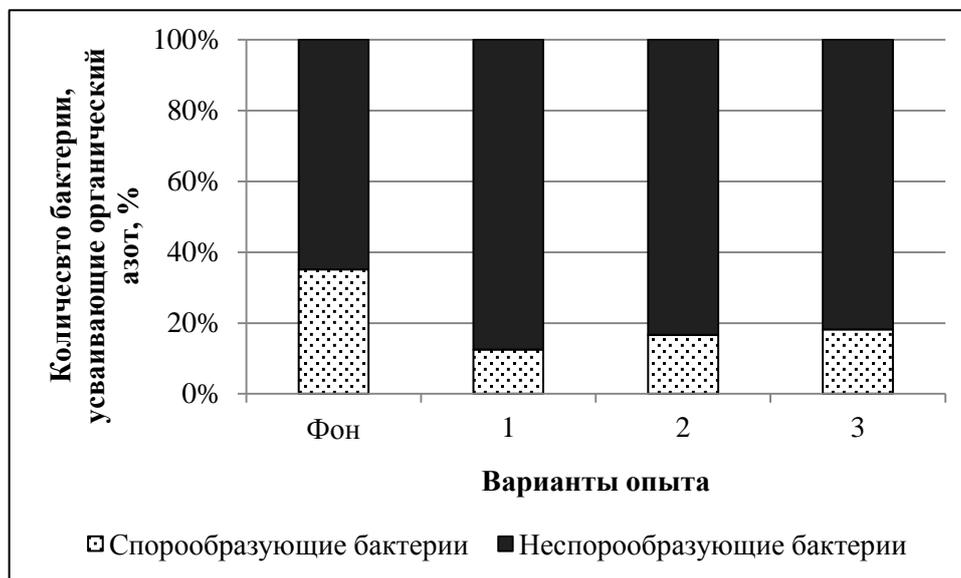


Рис. 2. Численность бактерий, усваивающих органический азот, в зависимости от способа обработки соломы пшеницы: обозначения см. рис. 1

Предполагаем, что высокий процент спорообразующих бактерий в фоне (см. рис. 2) указывает на присутствие большего количества трудноокисляемых органических веществ, чем в других вариантах опыта.

В таблице 4 представлены данные об изменении численности физиологических групп микроорганизмов, выделенных на жидких питательных средах.

Таблица 4

Численность микроорганизмов в почвоподобном субстрате на жидких питательных средах в зависимости от способа обработки соломы

Вариант опыта	Микроорганизмы			
	Аммонифицирующие, 1×10^5	Денитрифицирующие		Целлюлозоразрушающие, 1×10^3
		косвенные, 1×10^3	истинные, 1×10^3	
Фон	13,40	44,70	2,23	2,23
1	7,62	7,62	0,08	3,77
2	93,90	35,70	0,28	28,18
3	179,00	9,93	3,77	9,14

Примечания: 1 – солома, минерализованная физико-химическим методом; 2 – сухая солома; 3 – предварительно замоченная солома. Статистическая обработка проведена при расчете количества микроорганизмов по таблице Мак-Креди.

Количество микроорганизмов различных физиологических групп также зависело от способа обработки соломы.

Внесение в ППС соломы, минерализованной физико-химическим методом [3], значительно снизило численность аммонификаторов, косвенных и истинных денитрификаторов (в 1,8; 5,9 и 28,6 раза соответ-

ственно по сравнению с фоном), что предотвращает потери азота в почвоподобном субстрате при выращивании растений. Количество целлюлозоразрушающих микроорганизмов увеличилось в 1,7 раза по сравнению с фоном произошло это, вероятно, благодаря присутствию в растворе трудноокисляемых органических соединений.

Добавление в почвоподобный субстрат сухой соломы значительно увеличило численность аммонифицирующих и целлюлозоразлагающих микроорганизмов, снизило количество косвенных и истинных денитрификаторов, что согласуется с литературными данными [9].

Использование отжима соломы пшеницы (предварительно замоченной) для ирригационного раствора также отразилось на численности физиологических групп микроорганизмов. Численность аммонификаторов и истинных денитрификаторов увеличилась по сравнению с фоном в 13,36 и 1,69 раза соответственно, что может свидетельствовать о загрязнении субстрата органическими веществами.

Различные способы обработки соломы влияют и на продуктивность растений редиса, культивируемых на почвоподобном субстрате (табл. 5).

Таблица 5

Масса корнеплодов редиса, выращенных на ППС с добавлением соломы после различной обработки*

Вариант опыта	Масса корнеплода, г				Процент сухого вещества, %
	сырая	$t_{\text{эксп}}$	сухая	$t_{\text{эксп}}$	
1-й	44,18 ± 6,87		3,52 ± 0,55		7,96
2-й	10,08 ± 3,27	4,48	0,78 ± 0,27	4,47	7,77
3-й	22,58 ± 1,38	3,08	1,75 ± 0,11	3,16	7,75

Примечания: $t_{\text{эксп}}$ – критерий разности достоверен при $t_{\text{эксп}} \geq t_{St}$ ($t_{St} = 2,78$ для $p \leq 0,05$). * Варианты опыта: см. табл. 4.

Из таблицы 5 видно, что наиболее благоприятным режимом выращивания растений редиса было культивирование растений на почвоподобном субстрате с внесением минерализованной соломы [10].

Сырая и сухая масса корнеплодов редиса при внесении минерализованной соломы была достоверно выше по сравнению с другими вариантами.

Выводы

1. Добавление переработанной физико-химическим методом соломы пшеницы в ирригационный раствор достоверно увеличивает численность бактерий, усваивающих минеральный азот, целлюлозоразлагающих бактерий и достоверно уменьшает количество аммонифицирующих, денитрифицирующих, фитопатогенных микроорганизмов и бактерий-анаэробов в почвоподобном субстрате по сравнению с другими вариантами опыта.

2. Масса корнеплодов редиса, выращенного на почвоподобном субстрате в варианте 1 (минерализованная пшеничная солома), в 4,38 раза больше, чем в варианте 2 (сухая пшеничная солома), и в 1,96 раза больше, чем в варианте 3 (отжим соломы пшеницы).

Литература

1. Богдан Г.П. Влияние физиологически активных веществ на листовую аппарат растений // Химическое взаимодействие растений: сб. науч. ст. / АН Украинской ССР. – Киев, 1981. – С. 38–43.
2. Экспериментальные экологические системы, включающие человека / И.И. Гительзон [и др.] // Проблемы космической биологии. – М., Наука, 1975. – Т.28. – 312 с.
3. Пат. 2111939 Российская Федерация, 6 С 05 F 3/00. Способ утилизации отходов жизнедеятельности человека и несъедобной биомассы растений, приводящий к получению из них удобрений / Ю.А. Куденко, Р.А. Павленко. – № (21) 96114242/13; заявл. 10.07.96; опубл. 27.05.98, Бюл. № 15. – 6 с.
4. Лакин Г.Ф. Биометрия: учеб. пособие для биол. спец. вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1990. – С.270–271.
5. Ничипорович А.А. Автотрофные организмы как компоненты замкнутых экологических систем // Проблемы создания замкнутых экологических систем. – М.: Наука, 1967. – С. 5–17.

6. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. – М.: Колос, –1976. – 256 с.
7. Практикум по микробиологии: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А.И. Нетрусов [и др.]; под ред. А.И. Нетрусова. – М.: Академия, 2005. – 608 с.
8. Теплер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии: учеб. пособие для вузов / под ред. В.К. Шильниковой. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2004. – 256 с.
9. Применение соломы зерновых культур на удобрение в Томской области: рекомендации / ГНУ СибНИИТ СО РАСХН, Департамент социально-экономического развития села Томской области. – Томск, 2004. – 10 с.
10. Kudenko A.Y., Gribovskaya I.A., Zolotukhin I.G. Physical-Chemical treatment of wastes: a way to close turnover of elements in LSS // Acta Astron. – 2000. – Vol. 46 (9). – PP. 585–589.
11. Waste Bioregeneration in life support CES: development of soil organic substrate / N.S. Manukovsky [et al.] // Adv. Space Res. – 1997. – № 20(10). – P. 1827–1832.
12. Material balance and diet in bioregenerative life support systems: connection with coefficient of closure / N.S. Manukovsky [et al.] // Advances in Space Research. – 2005. – № 35. – P. 1563–1569.
13. Evaluation of the Possibility of Using Human and Plant Wastes in Bioregenerative Life Support Systems / A.A. Tikhomirov [et al.] // SAE Technical Paper 2005-01-2981, 2005, doi:10.4271/2005-01-2981. URL: <http://papers.sae.org/2005-01-2981>.



УДК 577.359

К.В. Шадрин, В.Г. Пахомова,
А.П. Рупенко, И.И. Моргулис

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПОДГОТОВКИ И ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА НА ПОКАЗАТЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИЗОЛИРОВАННОЙ ПЕРФУЗИРУЕМОЙ ПЕЧЕНИ КРЫСЫ

В настоящем исследовании определяли влияние условий перфузии (длительность подготовительного периода, норадреналин и молочная кислота) на показатели функционирования изолированной печени крысы.

Ключевые слова: перфузия изолированной печени, метаболизм, норадреналин, глюконеогенез, гипоксия.

K.V. Shadrin, V.G. Pakhomova,
A.P. Rupenko, I.I. Morgulis

THE INFLUENCE OF PREPARATION AND EXPERIMENT CONDUCTING CONDITIONS ON THE FUNCTIONING CHARACTERISTICS OF THE ISOLATED PERFUSED RAT LIVER

The effect of the perfusion conditions (duration of the preparatory period, noradrenaline and lactic acid) on the characteristics of isolated rat liver functioning is determined in the present research.

Key words: isolated liver perfusion, metabolism, noradrenaline, gluconeogenesis, hypoxia.

Введение. Исследование метаболизма печени и нахождение пределов функционирования этого органа – очень важная задача современных исследований в фармакологии, физиологии и медицине. Для решения таких задач подходит метод перфузии изолированных органов [1, 6]. Он позволяет в реальном времени отслеживать реакцию органа на различные воздействия, а также дает уникальную возможность поддерживать его гомеостаз [8]. При этом оценивают содержание различных метаболитов [10, 11], медиаторов [7, 9], факторов, которые регулируют накопление гликогена и выброс глюкозы в среду [4, 5]. Однако не уделено достаточно внимания функционированию печени как самостоятельного целостного органа, в частности тому, как влияет длительность ишемического периода на качество перфузии, как осуществляется метаболизм печени при стимуляции и как этот орган в условиях изолированной перфузии выполняет одну из присущих ему метаболических функций, например производство глюкозы из молочной кислоты [2, 3]. Несомненно,

менно, параметры функционирования изолированного органа зависят от условий перфузии, в частности, от состава перфузионной среды [12, 13]. При этом технологии самой операции и процессы выделения и размещения органа в термостатируемой камере (т.е. подготовительный период) вызывают в органе состояние гипоксии, что может также отражаться на его функционировании в дальнейшем. Поэтому очень важно знать, как длительность подготовительного периода влияет на метаболизм изолированных органов.

Целью работы было сравнить функционирование изолированной перфузируемой печени при различной длительности подготовительного периода и оценить влияние добавок в перфузионную среду, при использовании которых орган лучше сохраняет функциональную активность. В качестве стресс-воздействия использовали введение в перфузионную систему норадреналина. В качестве функциональной нагрузки на печень использовали лактат.

Методика исследования. Эксперименты проводили на крысах-самках Вистар массой 200–260 г. У наркотизированных (натрий-тиопентал, 100 мг/кг, в/б) животных стабилизировали гемостаз (гепарин, 1000 ед./кг, в/в); канюлировали воротную вену, инфузировав охлажденным раствором (50% – среда 199, 50% – солевой раствор Кребса-Хенселейта с добавлением 80 г/л полиглюкина); канюлировали верхнюю полую вену, после чего орган выделяли и помещали в установку для культивирования изолированных органов мелких лабораторных животных «Гомеостат-3М». Печеночную артерию и нижнюю полую вену лигировали. Таким образом, вход перфузионной жидкости в печень осуществлялся через воротную вену, а выход – через верхнюю полую вену.

Перфузию печени крыс проводили в нормотермических условиях при постоянной скорости тока перфузата ($\approx 3\text{--}3,5 \text{ мл}\cdot\text{г}^{-1}\cdot\text{мин}^{-1}$).

По длительности подготовительного периода животных разделили на три группы: 1-я группа – 25–35 мин, 2-я группа – 36–45, 3-я группа – 46–55 мин. Всего в эксперименте использовано 30 животных (по 10 в каждой группе). Длительность перфузии составляла 60 мин.

В экспериментах, где исследовали влияние добавок в перфузионную среду, использовали 22 животных. Все перфузируемые органы были разделены на 3 группы: 1 – контроль (органы 12 животных), без введения норадреналина; 2 – органы, в перфузионную систему которых вводили норадреналин (5) (вводили с 60 по 70 мин перфузии в концентрации 1 мкМ); 3 – органы, в перфузионную систему которых добавляли лактат (5) (вводили с 70 по 80 мин перфузии в концентрации 10М). Длительность перфузии составляла 120 мин.

В ходе перфузии определяли следующие показатели жизнедеятельности органа: уровень давления в воротной вене, скорость желчотока, удельные скорости потребления кислорода и выделения углекислого газа, отношение удельной скорости потребления кислорода к удельной скорости выделения углекислого газа, концентрации молочной, пировиноградной кислот, глюкозы, отношение концентраций молочной и пировиноградной кислот в оттекающей от органа жидкости, скорости изменения содержаний молочной и пировиноградной кислот в оттекающей от органа жидкости.

Давление в воротной вене определяли манометрическим методом (см водн. ст.), удельные скорости потребления кислорода и выделения углекислого газа (мл/мин/г) определяли по формуле

$$dV_{O_2}/dt = Q_t(p_a - p_v),$$

где Q_t – минутный объем кровообращения;

$(p_a - p_v)$ – разность напряжений кислорода в артериальной и венозной ветвях циркуляции.

Концентрации глюкозы, лактата и пирувата (мМ) определяли спектрофотометрически. Скорости изменения содержаний молочной и пировиноградной кислот (мМ/мин) определяли по формуле

$$dC/dt = (C_{i+1} - C_i)/\Delta t,$$

где C_i – концентрация в момент i -го измерения;

C_{i+1} – концентрация в момент измерения $i+1$;

Δt – интервал между забором соответствующих проб, мин.

Результаты были статистически обработаны с использованием t -критерия Стьюдента.

Результаты исследования

Влияние длительности подготовительного периода на показатели жизнедеятельности изолированной перфузируемой печени крысы

Данные свидетельствуют о сохранении в условиях перфузии функциональной активности печени: во всех экспериментальных группах изолированный орган хорошо выделяет желчь и стабилизирует уровни давления в воротной вене. Наиболее близкий к исходному уровень давления в воротной вене наблюдали для органов животных группы 2 (рис. 1).

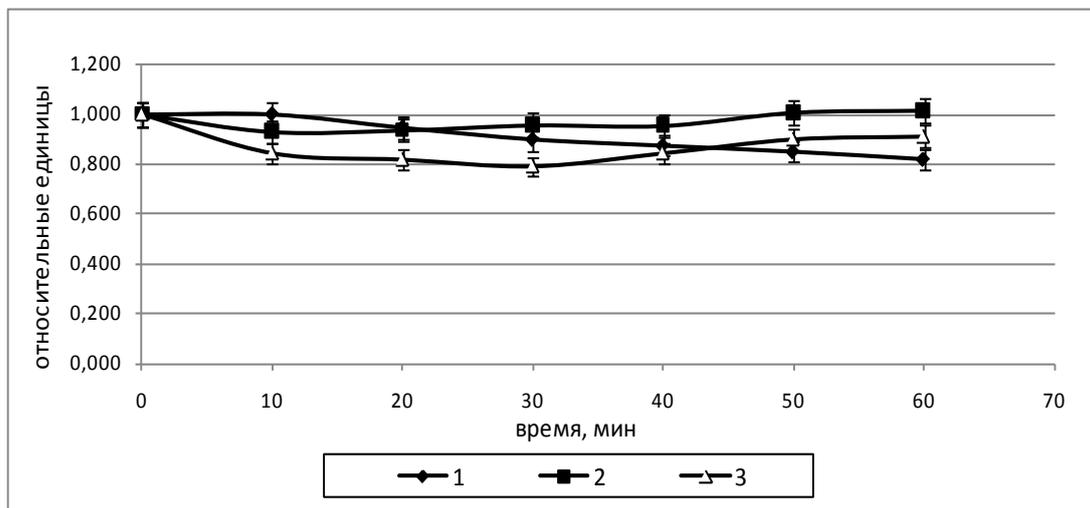


Рис.1. Динамика давления в воротной вене в системе изолированной перфузируемой печени крыс при различной длительности подготовительного периода (1, 2, 3 – номер экспериментальной группы)

На рисунке 2 представлено изменение скорости продукции желчи для различной длительности подготовительного периода. В группах 1 и 2 скорость выделения желчи остается стабильной в течение всего эксперимента, в то время как в группе 3 после 50 мин она заметно падает.

Для удельной артерио-венозной разницы по кислороду (рис. 3) наиболее стабильными были значения показателя для органов первой группы, а для органов животных второй и третьей групп измеряемые показатели достаточно заметно отклонялись от исходного значения.

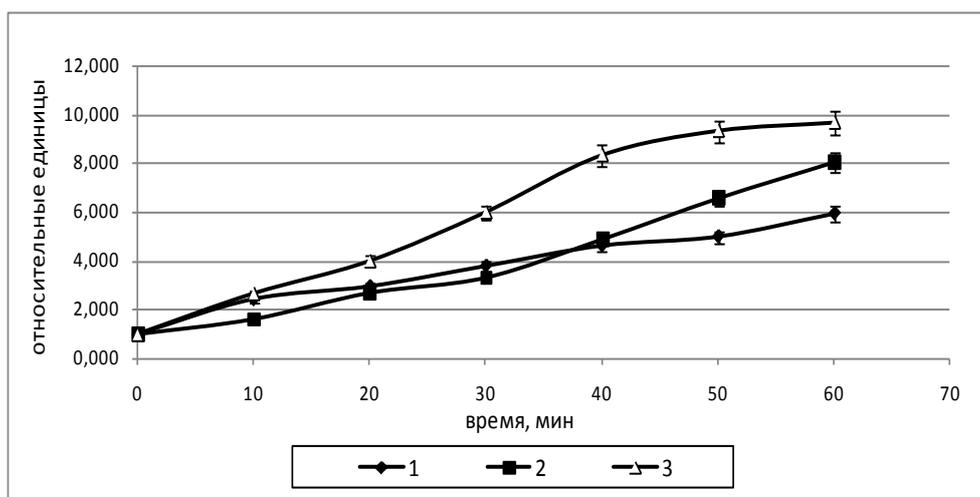


Рис. 2. Изменение скорости выделения желчи изолированной перфузируемой печенью при различной длительности подготовительного периода (1, 2, 3 – номер экспериментальной группы)

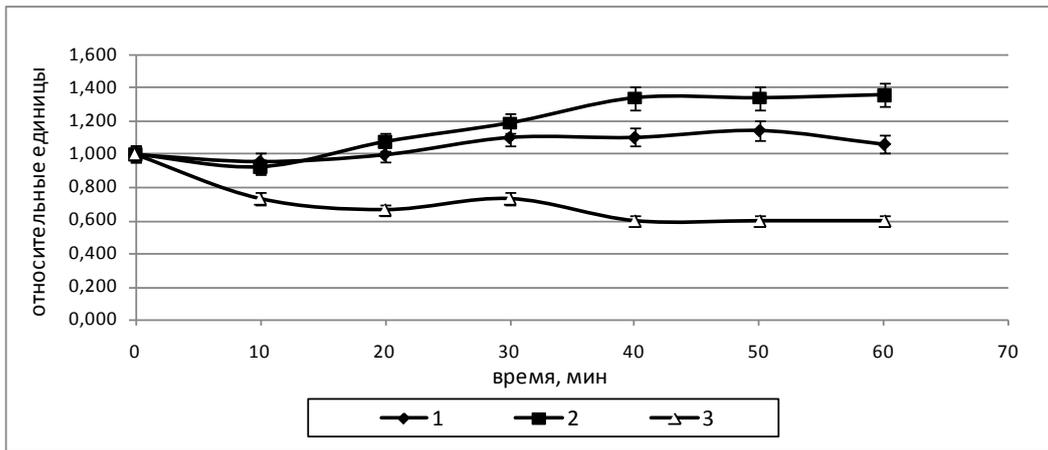


Рис. 3. Динамика удельной артерио-венозной разницы по кислороду для изолированной перфузируемой печени при различной длительности подготовительного периода (1, 2, 3 – номер экспериментальной группы)

В целом наиболее стабильную по всем показателям динамику наблюдали для органов животных первой группы. Динамика показателей для органов второй и третьей групп была менее стабильной: наблюдались колебания значений исследуемых величин.

Реакция изолированной перфузируемой печени крысы на введение норадреналина

Из таблицы 1 можно видеть, что с момента введения норадреналина уровень давления в воротной вене при перфузии органов животных первой группы начинает отличаться от контроля. В течение 10 мин после введения норадреналина уровень давления в воротной вене для органов группы 2 достоверно ниже, чем в контроле. Начиная с 70 мин, уровень давления в воротной вене для органов группы 2 повышается до контрольных значений и сохраняется таковым до конца перфузии.

Таблица 1

Динамика уровня давления в воротной вене в группах 1 и 2, относительные единицы, в системе изолированной перфузируемой печени крыс при введении норадреналина

Время, мин	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Группа 1	1,000 ±0,050	0,982 ±0,049	0,994 ±0,050	1,113 ±0,056	1,029 ±0,051	1,064 ±0,053	1,072 ±0,054	1,119 ±0,056	1,164 ±0,058	1,226 ±0,061
Группа 2	1,000 ±0,050	0,907 ±0,045	0,837 ±0,042	0,728 ±0,036*	0,745 ±0,037*	1,125 ±0,056	0,983 ±0,049	0,921 ±0,046	0,881 ±0,044*	0,854 ±0,043*

* Обозначает $P < 0,05$ в сравнении со значениями для группы 1.

На рисунке 4 представлены изменения скоростей потребления кислорода и выделения углекислого газа, а также отношения скорости выделения углекислого газа к скорости потребления кислорода. Как видно, в группе 1 как скорость потребления кислорода, так и скорость выделения углекислого газа увеличиваются, а в группе 2 уровни этих показателей остаются неизменными. Коэффициент дыхания (рис. 4,в) и в 1, и во 2 группах остается неизменным до последних 20 мин перфузии, после чего в группе 1 заметно понижается, оставаясь прежним при добавлении норадреналина.

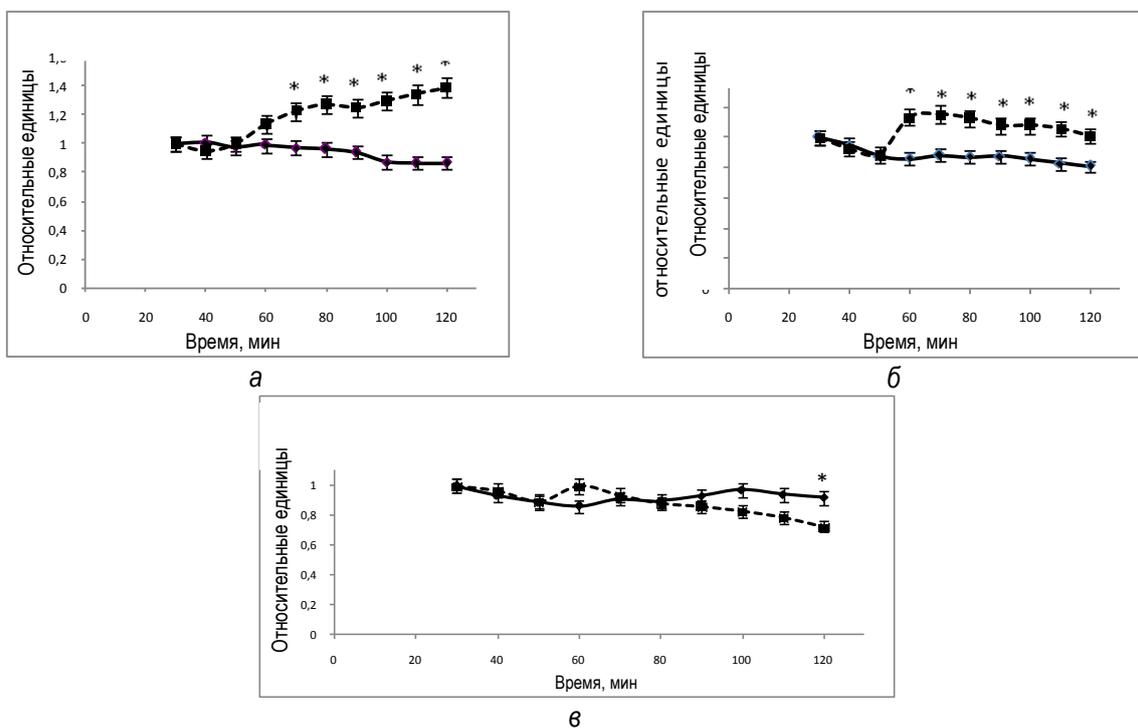


Рис. 4. Изменения скорости потребления кислорода (а) выделения углекислого газа (б) и отношения скорости выделения углекислого газа к скорости потребления кислорода (в) в группах 1 (пунктирная кривая) и 2 (сплошная кривая) в системе изолированной перфузируемой печени крыс при введении норадреналина. * обозначает $P < 0,05$ в сравнении со значениями для группы 1

На рисунке 5 представлена динамика уровней лактата, пирувата и отношения лактат/пируват в течение перфузии. Уровень лактата снижается в течение перфузии, в то время как содержание пирувата в оттекающей от органа жидкости остается постоянным. Отношение содержаний лактата и пирувата (рис. 5,в) уменьшается так же, как и снижается уровень лактата, что согласуется с данными рисунка 4,а.

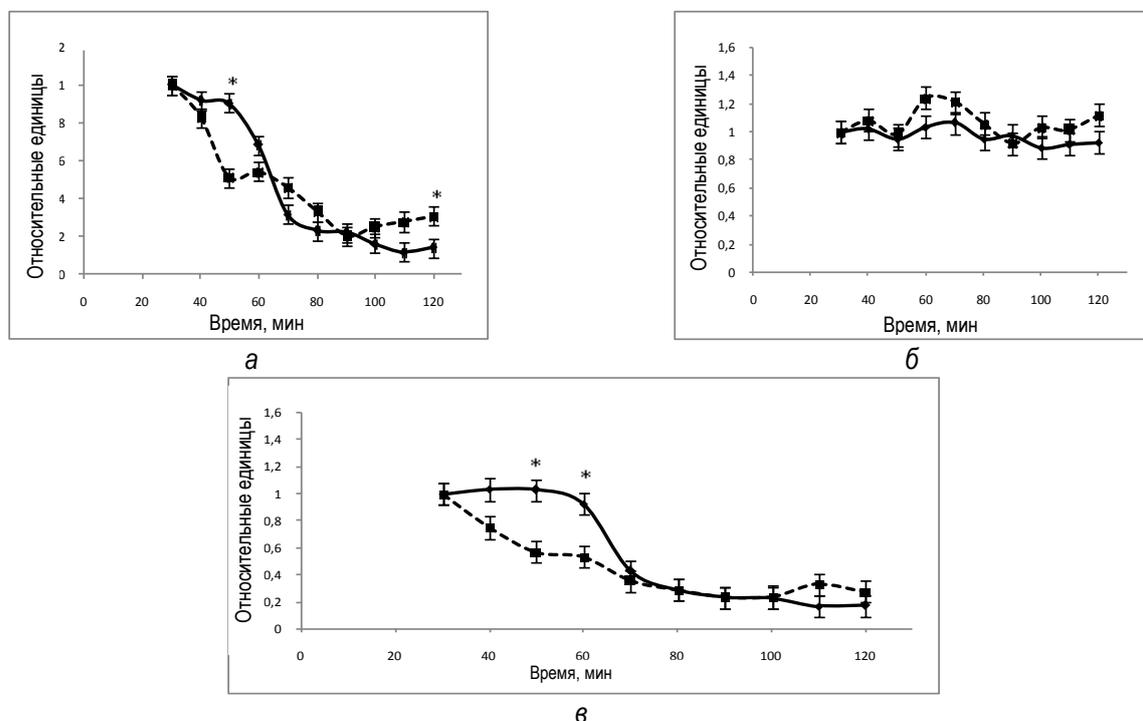


Рис. 5. Динамика уровней лактата (а), пирувата (б) и отношения лактат/пируват (в) в группах 1 (пунктирная кривая) и 2 (сплошная кривая) в системе изолированной перфузируемой печени крыс при введении норадреналина. * обозначает $P < 0,05$ в сравнении со значениями для группы 1

Влияние молочной кислоты на показатели жизнедеятельности
изолированной перфузируемой печени крысы

На рисунке 6, а представлена динамика содержаний молочной и пировиноградной кислот в венозной ветви циркуляции. В контроле – перфузия без введения пирувата и лактата в среду.

Из рис. 6, б следует, что введение молочной кислоты приводит к повышению содержания глюкозы, в то время как в контроле содержание глюкозы относительно стабильно. Увеличение содержания глюкозы в этих условиях, возможно, означает участие лактата в метаболическом пути глюконеогенеза.

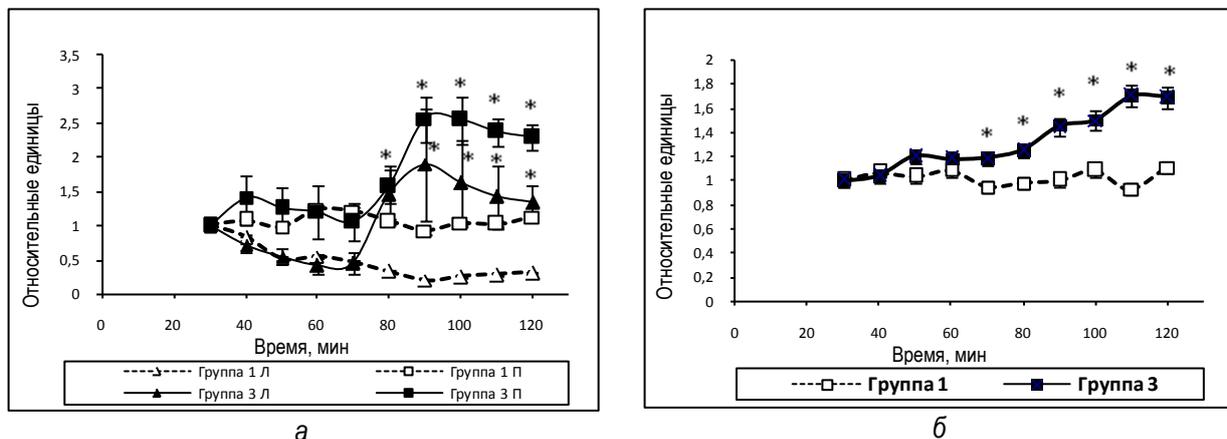


Рис.6. Динамика содержаний молочной и пировиноградной кислот (а) и глюкозы (б) в венозной ветви циркуляции при перфузии изолированной печени крысы: * обозначает $P < 0,05$ в сравнении со значениями для группы 1

Исходя из данных, представленных в таблице 1, можно считать, что изолированный орган адекватно реагирует на введение норадреналина повышением уровня давления в воротной вене. Полученные данные также могут свидетельствовать о том, что в системе изолированной перфузируемой печени идет нормальный кислородный метаболизм.

По полученным данным можно судить также о том, что изолированная перфузируемая печень может продолжать выполнять одну из своих уникальных метаболических функций – превращение лактата в глюкозу.

Представленные данные свидетельствуют о том, что во время подъема содержания молочной кислоты и пирувата скорость прироста содержания молочной кислоты меньше скорости прироста пировиноградной (табл. 2). Это может означать, что активируется не только кислородный метаболизм, например, цикл Кребса, дыхание в митохондриях, но и другой путь метаболизма лактата, присущий интактной печени, глюконеогенез.

Таблица 2

Динамика скорости изменения содержаний лактата и пирувата в группах 1 и 3, относительные единицы, в системе изолированной перфузируемой печени крыс при введении лактата

Время, мин	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
<i>Лактат</i>										
Группа 1	1,000 ±0,050	-1,843 ±0,092	0,188 ±0,009	0,502 ±0,025	0,751 ±0,038	0,751 ±0,038	-0,260 ±0,013	-0,182 ±0,009	-0,177 ±0,009	-0,184 ±0,009
Группа 3	1,000 ±0,050	-1,448 ±0,072	-0,704 ±0,035*	-0,128 ±0,006*	6,472 ±0,324*	3,864 ±0,193*	-2,080 ±0,104*	-1,544 ±0,077*	-1,160 ±0,058*	-0,584 ±0,029*
<i>Пируват</i>										
Группа 1	1,000 ±0,050	-1,259 ±0,063	3,250 ±0,163	-0,345 ±0,017	-1,905 ±0,095	-1,741 ±0,087	1,405 ±0,070	-0,241 ±0,012	1,310 ±0,066	-0,655 ±0,033
Группа 3	1,000 ±0,050	-1,360 ±0,068	-1,800 ±0,090*	-0,200 ±0,010*	6,740 ±0,337*	16,700 ±0,835*	-0,360 ±0,018*	-3,200 ±0,160*	-2,320 ±0,116*	-1,320 ±0,066*

* Обозначает $P < 0,05$ в сравнении со значениями для группы 1.

Выводы

Таким образом, результаты исследования свидетельствуют о том, что норадреналин нормализует физиологическую и метаболическую активности изолированной печени при перфузии и может быть использован для стабилизации параметров гомеостаза органа.

Протекание глюконеогенеза в изолированной перфузируемой печени наряду с обычным аэробным метаболизмом углеводов может свидетельствовать о том, что функционирование органа в условиях искусственного гомеостаза протекает адекватно условиям *in vivo*. Нагрузка молочной кислотой, в свою очередь, может служить удобным и надежным тестом на адекватность перфузии.

Результаты исследования свидетельствуют также о том, что жизнеспособность изолированной перфузируемой печени зависит от длительности подготовительного периода, во время которого орган находится в состоянии гипоксии. Чем короче период между выделением органа и подсоединением к системе искусственного жизнеобеспечения, тем стабильнее его функционирование.

Литература

1. *Alexander H.R.Jr, Butler C.C.* Development of isolated hepatic perfusion via the operative and percutaneous techniques for patients with isolated and unresectable liver metastases // *Cancer*. – 2010. – Vol. 16, № 2. – P. 132-141.
2. Participation of the liver gluconeogenesis in the glibenclamide-induced hypoglycaemia in rats / *S.A. Geisler* [et al.] // *Cell Biochem. Funct.* – 2011. – Vol. 29, № 2 – P. 81–86.
3. Gerrit van Hall. Lactate kinetics in human tissues at rest and during exercise // *Acta Physiol.* – 2010. – Vol. 199, № 4 – P. 499–508.
4. *Gladden L.B.* Lactate metabolism: a new paradigm for the third millennium // *J Physiol.* – 2004. – Vol. 558, № 1 – P. 5–30.
5. *Jitrapakdee S.* Transcription factors and coactivators controlling nutrient and hormonal regulation of hepatic gluconeogenesis // *Int. J. Biochem. Cell Biol.* – 2012. – Vol. 44, № 1 – P. 33–45.
6. Targeted gene delivery to selected liver segments *via* isolated hepatic perfusion / *H. Kinoshita* [et al.] // *J Surg Res.* – 2010. – Vol. 160, № 1 – P. 47–51.
7. Induced hypoglycemia for 48 hours indicates differential glucose and insulin effects on liver metabolism in dairy cows / *L. Kreipe* [et al.] // *Journal of Dairy Science (JDS)*. – 2011. – Vol. 94, № 11 – P. 5435–5448.
8. Role of oxygen during hypothermic machine perfusion preservation of the liver / *B. Lüer* [et al.] // *Transplant International*. – 2010. – Vol. 23, № 9. – P. 944–950.
9. Molecular regulation of lipid metabolism in liver and muscle of rainbow trout subjected to acute and chronic insulin treatments / *S. Polakof* [et al.] // *Domestic Animal Endocrinology*. – 2010. – Vol. 39, № 1. – P. 26–33.
10. Sharize Betoni Galende et al. Glucose administration inhibits the hepatic activation of gluconeogenesis promoted by insulin-induced hypoglycemia // *Braz. Arch. Biol. Technol.* – 2009. – Vol. 52, № 4. – P. 849-854.
11. *Sharma A.M., Staels B.* Peroxisome proliferator-activated receptor γ and adipose tissue-understanding obesity-related changes in regulation of lipid and glucose metabolism // *J. Clin. Endocrinol. Metab.* – 2007. – Vol. 92, № 2. – P. 386–395.
12. *Рупенко А.П., Круглик О.В., Моргулис И.И.* Функциональная активность изолированной перфузируемой печени зависит от состава среды // *Бюл. экспериментальной биологии и медицины*. – 2008. – Т. 146, № 7 – С. 117–120.
13. *Рупенко А.П., Круглик О.В., Моргулис И.И.* Снабжение печени кислородом в условиях изолированной перфузии // *Докл. Академии наук*. – 2008. – Т. 418, № 1. – С. 128–130.





ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, КАДАСТР И МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ

УДК 630:652

С.К. Фарбер, Г.С. Вараксин, Е.М. Байкалов

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ РОССИИ

Представлены результаты анализа современного уровня использования ГИС-технологий в сельском хозяйстве Российской Федерации.

Ключевые слова: ГИС-технологии, управление, база данных, сельское хозяйство.

S.K. Farber, G.S. Varaksin, E.M. Baikalov

THE GEO-INFORMATION SYSTEMS IN RUSSIAN AGRICULTURE

The analysis results of the GIS technology use current level in the Russian Federation agriculture are presented.

Key words: GIS technology, management, database, agriculture.

Геоинформационные системы (ГИС) предназначены для хранения и анализа пространственных данных. Объекты сельскохозяйственного производства, как правило, имеют географическую привязку, т.е. существует принципиальная возможность их картографирования и анализа. Бумажный вариант таблиц, содержащих сведения о производственных ресурсах, а также схем (планов), отражающих их пространственное распределение, в хозяйствах были всегда. Отметим, что бумажный вариант ведения базы данных имеет очевидные недостатки, связанные с использованием ручного труда, внесением дополнительных ошибок и отсутствием возможности автоматизации манипулирования материалами.

Проблемы, решаемые в агропромышленном комплексе народного хозяйства, относятся к экономическим (повышение рентабельности производства), *социальным* (улучшение качества жизни населения) и экологическим (сохранение природной среды, разнообразия видов растительности и животного населения). Проблемы решаются посредством реализации управленческих решений, для обоснования которых используется необходимая информация. Научным подходом обоснования считается оптимизация, выявляемая посредством предварительно сформулированной целевой функции. По отношению к сельскохозяйственному производству (выбор сельскохозяйственных культур, технологических операций по обработке почвы, посева и уборки) следует ориентироваться на две целевые функции – минимизация энергозатрат и максимизация стоимостного дохода [7]. Инструментарий для манипулирования графической и табличной информацией с привлечением информации из внешних баз данных предоставляют ГИС. Использование ГИС в агропромышленном комплексе народного хозяйства является свидетельством качественно нового уровня обособности управления, что является достойной альтернативой решениям, принимаемым волевым порядком.

Разделы сельского хозяйства, в которых применение ГИС наиболее эффективно. По мнению специалистов ООО «Радикс-Тулс» (www.radixtools.ru/publish-gis-agriculture), ГИС позволит повысить эффективность управления сельскохозяйственным производством по направлениям:

- информационная поддержка принятия решений;
- планирование агротехнических операций;
- мониторинг агротехнических операций и состояния посевов;
- прогнозирование урожайности культур и оценка потерь;
- планирование, мониторинг и анализ использования техники.

Функционирование ГИС в сельскохозяйственной отрасли экономики обеспечивается за счет объединения разнородной информации в единую пространственную базу данных. ГИС должна содержать многослойные цифровые карты и атрибутивные таблицы данных, характеризующие структурные составляющие хозяйства. База данных ГИС должна содержать космические снимки, слои гидрографии, дорожной сети, населенных пунктов, рельефа местности. Атрибутивные таблицы должны содержать сведения о микроклимате, уровне грунтовых вод, состоянии почв, включая содержание гумуса, о посевных площадях за весь период наблюдений.

Особенности ГИС по уровням генерализации управления сельскохозяйственным производством [1]. По содержанию экономических характеристик и масштабам хозяйственной деятельности в сельском хозяйстве различаются три уровня управления: федеральный, региональный и местный (вплоть до отдельного хозяйства). Поскольку задачи управления на этих уровнях различны, соответственно, различаются используемые данные и средства работы с ними.

На федеральном и региональном уровнях актуальными задачами являются – выработка сельскохозяйственной политики, лицензирование, контроль производства, прогнозирование валового сбора различных культур, мониторинг природных условий и использования земель, контроль информации, поступающей "снизу".

ГИС-пакет, предназначенный для решения задач федерального и регионального уровней, должен быть достаточно мощным. Эффективное использование данных будет достигаться при обеспечении к ним доступа потенциальным пользователям. Интернет и компьютерные сети позволяют связывать компьютеры, что обеспечивает быстрый обмен информацией. При этом ценность карты в виде простой картинке следует признать невысокой. Интерактивность любого настольного ГИС-пакета более значима. Для передачи картографических данных через Интернет хорошо подходит картографический интернет-сервер ArcIMS (или сравнимый по мощности программный продукт). Благодаря ArcIMS пользователи настольных ArcGIS получают доступ к картографическим материалам из любого места, где есть подключение к Интернету. ArcIMS может использоваться также во внутренних сетях организаций и обеспечивать доступ к картам на центральном сервере через Интернет.

На уровне отдельного хозяйства или группы хозяйств. В индустриально развитых странах становится все более популярным новое направление использования ГИС в сельскохозяйственном производстве, которое получило название precision agriculture (точное земледелие). Суть направления в том, что обработка полей производится в зависимости от реальных потребностей, выращиваемых в данном месте культур. Накопление статистики обработки (куда и сколько внесли каждого удобрения) и получаемых результатов (урожайность) позволяет применять различные виды анализа (регрессионный, факторный и др.). Сделать анализ более детальным можно посредством использования средств пространственного анализа, которыми располагают современные ГИС. Именно такой подход считается оптимальным в идеологии precision agriculture.

Примером средств пространственного анализа могут служить модули ArcGIS – Spatial Analyst и Geostatistical Analyst, которые позволяют по каждому элементарному участку анализировать влияние на урожайность рельефа местности, почвенного покрова, гидрологического режима, истории внесения агрохимикатов, а также выявлять проблемные участки. Однако использование Spatial Analyst и Geostatistical Analyst будет экономически оправдано только при условии загрузки программно-технических средств и наличии специалистов. Поэтому чаще в хозяйствах зарубежья оказались востребованы более простые в использовании инструменты конечного пользователя, создавать которые могут региональные и федеральные подразделения Минсельхоза.

Использование единой программной технологии (ArcGIS или подобной) позволяет разрабатывать методики анализа данных с помощью наиболее мощных продуктов семейства ArcInfo, а также поставлять конечным пользователям решения минимальной стоимости (ArcView, ArcReader). При этом обеспечивается полная совместимость между различными программными продуктами семейства и возможность создания специализированных приложений на основе библиотеки разработчика ArcObjects.

ГИС в агропромышленном комплексе РФ [6]. В 2003 году ГВЦ Минсельхоза РФ начал проводить мероприятия по внедрению ГИС в сельскохозяйственной отрасли. Начальный период работ включал организационно-технические мероприятия, разработку и адаптацию нормативной документации на картографические данные и данные дистанционного зондирования (ДДЗ), организацию поступления базового картографического материала, создание действующего макета централизованного приема ДДЗ земель сельскохозяйственного назначения. В последующие годы (2004–2006 гг.) ГВЦ Минсельхоза РФ подготовил и обеспечил отрасль значительным объемом информационных ресурсов. Основные из них:

- векторные цифровые модели местности масштабов 1:1 000 000 и 1:200 000 на всю территорию сельскохозяйственной зоны РФ в форматах ArcGIS;
- тематические картографические данные (почвенные карты, карты негативных процессов, ландшафтные карты и др.);
- архив оперативных спутниковых данных на территорию субъектов РФ (в настоящее время на территорию практически всей пахотной зоны страны);
- тематические фактографические данные фитосанитарного и ветеринарного состояния регионов РФ, а также агроклиматические показатели;

- цифровые материалы, полученные в результате подготовки и проведения Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2006 года.

Проведены работы по созданию новых и адаптации существующих средств программной обработки цифрового картографического материала сельскохозяйственной тематики и ДДЗ. Накопленные материалы фактического и нормативного содержания позволили в 2006 году приступить к разработке Системы дистанционного мониторинга земель (СДМЗ) сельскохозяйственного назначения, предназначенной для интеграции данных и их дальнейшей интерпретации, предоставления выходных информационных продуктов для поддержки принятия решений на федеральном и региональном уровнях управления. СДМЗ позволяет хранить архивные данные и открыта для пополнения новыми материалами.

Планирование и разработка других направлений использования информационных технологий в сельскохозяйственной отрасли проводились и проводятся в настоящее время. Идет процесс постепенного объединения всех направлений в единую информационно-технологическую модель, концепция которой была разработана в 2005 году и в которой представлено изложение возможностей, стратегий, направлений и задач развития ГИС-технологий в системе управления сельскохозяйственной отраслью.

ГИС на сельскохозяйственных предприятиях России. На примере ГИС «Хозяйство» [4] проиллюстрируем возможности использования ГИС в отдельном хозяйстве:

- рассчитать экономические показатели производства продукции растениеводства и определить интервалы их изменений;
- оценить лимиты затрат на производство продукции по полям;
- проанализировать эффективность производства продукции растениеводства;
- спланировать структуру посевных площадей и объемы внесения удобрений.

ГИС «Хозяйство» разработано на базе инструментальных средств ArcView GIS, MS Access, MS Excel и содержит отдельные автоматизированные рабочие места (АРМ «Агронома» и АРМ «Экономиста»).

К вопросу выбора ГИС для сельхозпредприятия. В настоящее время имеется широкий выбор инструментальных пакетов программного обеспечения ГИС (GeoГраф, Панорама, ALGIS, Arc/Info, ArcCAD, ArcView, AtlasGIS, AutoCADMap и др.). К ГИС подключаются тематически ориентированные модули и приложения, предназначенные для управления моделями данных, построения цифровых моделей, обработки растровых изображений, выполнения расчетов, анализа и проектирования. Образуется единая пользовательская среда инструментальных ГИС. Для решения задач природопользования популярностью пользуются следующие ГИС-платформы: ArcInfo, ArcView, MapInfo, GeoГраф и др. [5]. Программными средствами перечисленных и любых других ГИС разрабатываются специализированные пользовательские ГИС, в т.ч. предназначенные для решения задач по всем отраслям экономики, в т.ч. сельскохозяйственной. Например, для решения задач землеустроительного проектирования разработана программа Project Expert [3], для управления сельскохозяйственным предприятием – ГИС «Хозяйство» [4]. По мере востребованности такого рода продукции ее технические возможности и ассортимент далее будут только расширяться.

Даже из краткого перечисления реально функционирующих ГИС различного назначения и уровня генерализации ясно, что технических препятствий для повсеместного внедрения в практику управления современных технологий не существует. Однако до настоящего времени их массового внедрения не наблюдается. В большинстве хозяйств управление землепользованием производится, как и ранее, т.е. посредством оперирования бумажными вариантами описаний и картографического материала. При бумажном варианте базы данных сложно выделить нужные сведения, поскольку обмен и доступ к ним затруднены. Ведомственные барьеры, режимные ограничения и неупорядоченность данных препятствуют рациональному и эффективному использованию информационных ресурсов. Очевидные преимущества хранения и анализа в ГИС самой разнообразной информации в сельском хозяйстве РФ до сих пор фактически не используются. При этом инструментальные возможности ГИС на местах осознаны и воспринимаются как логически необходимый этап совершенствования механизма принятия управленческих решений. Заметим, что вопросы приобретения компьютеров и необходимых периферийных устройств сняты, как нет уже и проблемы пользования этими техническими устройствами. Назовем две основные и одновременно очевидные причины, препятствующие организации ГИС на уровне хозяйства:

- преодоление стереотипа волевого принятия решения, включающее осознание необходимости всестороннего компьютерного анализа социальной и эколого-экономической ситуации;
- проблема приобретения качественных векторных слоев сельскохозяйственной тематики и их атрибутивных таблиц.

Следует обратить внимание на то обстоятельство, что программный продукт, который будет использован для организации рабочего места пользователя, не имеет определяющего значения. Тем не менее, необходимо различать ГИС-платформы и программные продукты (пользовательские модули), которые создаются на их основе. Адаптированные для цели управления землепользованием средства удобны для

пользователя, поскольку они не требуют большой профессиональной подготовки и позволяют выполнять основные рутинные операции, связанные с выборкой и анализом информации сельскохозяйственного содержания. Но все эти операции выполняются также и в программной среде первичных ГИС-платформ, которые плюс к этому имеют более широкие оперативные возможности. А именно, обладают средствами для создания и редактирования географических баз данных, пространственного анализа, поиска, представления и управления данными.

В настоящее время желательно для всех уровней управления приобретать программную продукцию одного семейства. При этом обеспечивается как вертикальная (между различными уровнями управления), так и горизонтальная (между хозяйствами или организациями одного уровня) совместимость по программным продуктам и форматам данных. Решение может быть принято на уровне министерства. Примеры в мировой практике есть. Министерство сельского хозяйства США выбрало в качестве стандарта ГИС продукты компании ESRI. ГИС семейства продуктов ArcGIS успешно внедрены и плодотворно используются в течение многих лет [1].

Определяющими аргументами, которыми обычно руководствуются при закупке техники и программного обеспечения, являются приемственность и элементы известности. Действительно, при закупке оборудования обычно ориентируются на то, что уже используется в аналогичных организациях и совместимое с тем, что использовалось ранее [2]. Вообще же выбор программного продукта определяется техническими требованиями, предъявляемыми к ГИС, предпочтениями заказчика, характером исходной информации. Если в качестве лимитирующего фактора выступают финансовые возможности, то предпочтение следует отдать отечественному продукту (например, ГеоГраф, Панорама) или специализированным по отраслям экономики ГИС (например, ProjectExpert, ГИС «Хозяйство»). Программные продукты известных иностранных фирм, как правило, дороже, но при этом обладают значительно более широкими оперативными возможностями. Предпочтение за наиболее распространенными, что далее при работе позволит избежать проблем с совместимостью данных, получаемых из разных источников. В России наибольшую популярность имеют ГИС, реализованные на двух основных мировых ГИС-платформах, а именно Map, Info компании Pitney Bowes и ArcGIS, компании ESRI. Для использования в сельскохозяйственной отрасли народного хозяйства предпочтение чаще отдают MapInfo Professional.

Заключение. В России сельское хозяйство находится только на начальном этапе создания ГИС-технологий. Пока использование ГИС в отдельных хозяйствах сельскохозяйственного профиля носит фрагментарный характер. Налицо отставание российских сельхозпроизводителей от уровня индустриально развитых стран. Однако без сомнения массовое внедрение информационных технологий, в т.ч. ГИС-технологий, в сельскохозяйственное производство неизбежно и произойдет в ближайшей временной перспективе.

Литература

1. *Андреанов В.Д.* ГИС в сельском хозяйстве // ARCREVIEW. Современные геоинформационные технологии. – 2004. – №2(29). – С. 1–2.
2. *Баранов Ю.Б., Капралов Е.Г.* Программное обеспечение // Основы геоинформатики: учеб. пособие: в 2 кн. Кн. 2. – М.: Академия, 2004. – С. 76–155.
3. *Лютых Ю.А.* Инновационные подходы к организации использования сельскохозяйственных земель // Вестн. КрасГАУ. – Красноярск, 2011. – №7. – С. 90–93.
4. *Понькина Е.В.* ГИС для управления сельскохозяйственным предприятием // ARCREVIEW. Современные геоинформационные технологии. – 2004. – №2 (29). – С. 4–5.
5. *Сухих В.И., Жирин В.М., Шаталов А.В.* Программа «Интеграция»: учеб. пособие для студентов лесного факультета по специализации «Аэрокосмические средства и методы исследования лесных ресурсов на базе ГИС-технологий». – М., 1999. – 305 с.
6. *Темников В.Н., Столпаков А.В., Рухович Д.И.* Система дистанционного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения (ArcReview). – 2007. – №1 (40).
7. *Цугленок Н.В.* Инновационные технологии производства, переработки и логистики сельскохозяйственной продукции в АПК Восточной Сибири // Вестн. КрасГАУ. – 2011. – №7. – С. 266–271.





ЖИВОТНОВОДСТВО

УДК 636.2.034+636.2.084.1

А.И. Голубков, С.В. Шадрин,
А.А. Голубков, Е.Г. Сиروتинин

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОПРОТЕИНОВОГО ОТНОШЕНИЯ В РАЦИОНАХ НЕТЕЛЕЙ ЕНИСЕЙСКОГО ТИПА КРАСНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ В СУХОСТОЙНЫЙ ПЕРИОД И КОРОВ-ПЕРВОТЕЛОК В ФАЗАХ РАЗДОЯ И СЕРЕДИНЫ ЛАКТАЦИИ

Изучена эффективность использования кормовой добавки Микробиовит Енисей, адсорбента микротоксинов Фунгистат ГПК-1,1%, полисахаридов Минвит КАП и растительного белкового продукта Белков-М в кормлении животных енисейского типа красно-пестрой породы.

Установлено, что введение в суточный рацион животных биодобавок и концентрированного белка 8–23% в пересчете на сухое вещество корма способствовало увеличению полезной микрофлоры в желудочно-кишечном тракте, усилению моторики рубца, снижению патогенной микрофлоры, восстановлению щелочной среды, приросту живой массы, удою, стабилизации воспроизводительной функции, нормализации морфологического и биохимического состава крови.

Ключевые слова: нетель, сухостойный период, корова, раздой первотелок, морфологические и биохимические показатели крови, биодобавки к кормам.

A.I. Golubkov, S.V. Shadrin,
A.A. Golubkov, E.G. Sirotinin

THE PROTEIN ENERGY RELATION OPTIMIZATION IN THE DIETS OF YENISEI TYPE RED-MARKED BREED HEIFERS IN NON-MILKING PERIOD AND FIRST CALF HEIFERS AT THE BEGINNING AND MIDDLE PHASES OF LACTATION

The efficiency of fodder additive Mikrobiovit Enisey use, the micro-toxin adsorbent Fungistat GPK-1,1%, polysaccharides Minvit KAP, vegetative albuminous product Belkov-M in feeding cows of the Yenisei type red-marked breed is studied.

It is revealed that introduction of bio-additives and the concentrated protein of 8–23 % in recalculation of forage solid substance into the cow daily diet facilitated the useful microflora increase in the gastrointestinal tract, hem motility strengthening, decrease in pathogenic microflora to alkaline flora restoration, live weight increase, milk yields increase, reproductive function stabilization, normalization of blood morphological and biochemical composition.

Key words: heifer, non-milking period, cow, first calf heifer lactation beginning, blood morphological and biochemical indicators, forage bio-additive.

Оценка содержания энергии и питательных веществ в кормах животных и определение ожидаемой от них продукции – основополагающие вопросы в молочном скотоводстве. Важно, чтобы в суточном кормовом рационе животного имелось оптимальное количество обменной энергии и протеина. Если корма этим не обеспечиваются, то продуктивность животных снижается, а известно, что разведение низкопродуктивных коров обходится значительно дороже, чем высокопродуктивных. Однако при кормлении высокопродуктивных коров возникают трудности, связанные с обменом веществ, что снижает их продуктивный период жизни. Наиболее быстро реагируют на это гематологические показатели, которые тесно связаны с молочной продуктивностью, так как в период лактации с кровью к молочной железе доставляется большое количество предшественников молока.

Обобщая материалы последних трех лет по разведению молочного и молочно-мясного скота в сибирских регионах, мы убедились, что даже в хорошо организованных племхозах, заготавливающих в полном объеме собственные объемистые и концентрированные корма и добавляющие в готовые кормосмеси биодобавки, максимально получают за год до 5 тыс. кг молока, хотя генетический потенциал коров позволяет

получить до 8 тыс. и более килограммов молока. Дальнейшее увеличение прироста живой массы и надоев ограничивалось недостатками в рационах обменной энергии и протеина.

Современные представления о полноценности кормления требуют контроля почти по 80 питательным веществам и элементам питания. В рационе жвачных должно контролироваться не менее 15–25 из них. Особенно важен контроль таких показателей рациона, как уровень сухого вещества (СВ), количество обменной энергии (ОЭ), содержание сырого (СП) и переваримого протеина (ПП), аминокислот, сахара, крахмала, клетчатки, жира, макро- и микроэлементов, витаминов, сахаро-протеиновое, энергопротеиновое, кальциево-фосфорное отношение, кислотно-щелочное равновесие.

Объемистые корма составляют основу рационов скота и определяют тип кормления. Основой правильного сбалансирования питательных веществ суточного рациона являются: наличие высококачественных кормов в нужном количестве, показатели их химического состава, глубокие знания зоотехниками и ветврачами физиологических особенностей пищеварения жвачных животных, характерной особенностью которых является наличие многокамерного желудка, в котором происходят сложные биохимические процессы переваривания кормов с участием микроорганизмов. Такой синтез изъятия энергии и протеина из кормов у жвачных животных сформировался за многие тысячелетия их эволюции.

Преджелудки жвачных заселены инфузориями, наличие которых составляет от 200 тыс. до 2 млн/мл, и бактериями от 100 млн до 10 млрд/мл. Наличие инфузорий и бактерий в рубце зависит от вида корма. Инфузории подвергают корм механической обработке – разрыхляют и измельчают его, увеличивая его поверхность, он становится доступным для действия ферментов, вырабатываемых бактериями, которые переваривают клетчатку и другие органические вещества корма путем сбраживания и образования летучих жирных кислот (ЛЖК): уксусной, пропионовой и масляной [2].

Оптимальным соотношением в рубце коров ЛЖК должно быть: уксусной 65%, пропионовой 20% и масляной 15%, т.е. соотношение 3:1:1 [1].

Уровня такого соотношения ЛЖК в рубце жвачных животных добиваются скармливанием высококачественных объемистых кормов из травосмесей люцерны и костра, вики и овса, вики и гороха, а также в чистом виде люцерны, клевера, донника, тимopheевки, ежи сборной, эспарцета, люпина узколистого.

Суточный рацион из качественных структурно подобранных объемистых кормов с уровнем содержания в сухом веществе ОЭ 10–11 мДж и 16–18% сухого протеина может обеспечить ежесуточный прирост живой массы молодняка молочных пород старше шести месяцев 850 г, а суточный удой коров по стаду до 25 кг молока без дачи концентрированных кормов. Включение в такой рацион коров до 50% в 1 кг СВ концентрированных кормов может обеспечить суточные удои более 45 кг.

Внедрение детализированных норм кормления животных обязывает хозяйства повышать качество заготавливаемых кормов и сохранность в них питательных веществ, а также закупать и изготавливать собственные балансирующие добавки (белково-витаминно-минеральные и премиксы) – как важнейших компонентов оптимизации рационов по комплексу показателей, а также организовать производство собственных полноценных комбикормов, составлять рационы, рассчитанные по питательности кормов на запланированную продуктивность животных на компьютерных программах [3].

Для примера рассмотрим качество заготовленных кормов для зимы 2011–2012 гг. в ЗАО «Тубинск», – племязаводе с довольно высокой культурой ведения животноводства. Питательность кормов представлена в таблице 1.

Таблица 1

Питательность кормов в ПЗ ЗАО «Тубинск»

Показатель	Сенаж			Силос из кукурузы			Сено		
	Норма	Факт	± к норме	Норма	Факт	± к норме	Норма	Факт	± к норме
В 1 кг корма содержится СВ, %	40,0	49,4	9,4	35	20,2	-14,8	85,0	83	-2,0
В 1 кг СВ: мДж, ОЭ	10,0	9,4	-0,6	10,5	8,6	-1,9	9,5	8,5	-1,0
СП, %	17,0	13,1	-3,9	17	11,3	-5,7	12,0	10,0	-2,0
СК, %	22,0	30,2	10,2	20	32,7	12,7	20,0	34,3	14,3
Р, %	0,1	0,2	0,1	0,25	0,16	-0,09	0,1	0,24	0,14
Са, %	0,6	0,8	0,2	0,25	0,44	0,19	0,6	0,52	-0,08
Сахар, %	10,0	3,6	-6,4	10,0	0,42	-9,58	12,0	3,25	-8,75
ЛЖК: молочная, %	5,0	1,8	-3,2	5,0	0,78	-4,22	5,0	1,7	-3,3
уксусная, %	0,25	1,9	1,65	0,25	5,90	5,65	0,25	0,81	0,56
масляная, %	0,30	0,73	0,43	0,25	1,92	1,65	0,3	0,79	0,49

В таблице 2 представлен кислотный состав и содержание ЛЖК в заготовленных кормах в 2011 году.

Таблица 2

Кислотный состав и содержание летучих жирных кислот в кормах

Показатель		Сенаж		Силос	
		Норма	Факт	Норма	Факт
рН		6,3–7,0	3,5–4,6	6,0–6,5	3,0–3,05
Содержание ЛЖК всего	кг	9,5–10,5	-	9,0–11,0	10,5
	м моль/100 мл	100,0	94,6	100,0	-
В т.ч.: уксусная	кг	6,1–7,1	1,9	5,5–7,5	4,1
	м моль/100 мл	64–68	47,3	65	39,0
пропионовая	кг	2,4–3,5	-	1,5–3,5	-
	м моль/100 мл	25–33	-	25	-
масляная	кг	1,4–1,9	0,13	0,5–2,5	0,36
	м моль/100 мл	15–18	3,24	15	3,39
молочная	кг	-	1,80	-	6,04
	м моль/100 мл	-	44,1	-	57,6

В таблице 3 представлены отклонения питательных веществ в заготовительных кормах от нормы. В 1 кг СВ сенажа, силоса и сена содержалось ниже нормы СВ (от 17,7 до 44,7%), ОЭ (от 7,8 до 19,6 мДж), СП (от 12,5 до 19,3%), сахара (от 5,9 до 96,9%), молочной кислоты (от 0,08 до 9,6%) и было выше нормы СК (от 25,8 до 48,2%), Са (от 12 до 26,7%), Р (от 44,8 до 90%), уксусной кислоты (от 0,6 до 5,7%), масляной (от 0,43 до 1,7%). Микрофлора в рубце активно размножается, растет и функционирует при рН 6,5–7,0, т.е. в нейтральной среде, а в заготовленных сенажах рН составил 3,5–4,6, что ниже нормы на 1,6–3,0, в силосах от 3,0 до 3,05, что ниже нормы на 3,0–3,45.

Таблица 3

Отклонение питательных веществ корма от нормы

Показатель	Сенаж	Силос	Сено
Содержится в 1 кг сухого вещества ниже нормы:			
СВ, %	44,7	17,7	19,1
ОЭ, мДж	7,8	19,6	16,7
СП, %	18,1	19,3	12,5
сахар, %	29,4	96,9	5,9
молочная кислота, %	3,2	9,6	0,08
Содержится в 1 кг сухого вещества выше нормы:			
СК, %	25,8	48,2	42,9
Са, %	26,7	12,0	-
Р, %	90,0	44,8	44,4
уксусная кислота, %	1,65	5,7	0,6
масляная кислота, %	0,43	1,7	0,5

Корма, поступившие в рубец животного и искусственно создавшие кислую среду, пагубно влияют на микрофлору, уничтожая ее [2].

Несколько слов о роли клетчатки в пищеварении жвачных животных. Роль ее особая, она является поставщиком энергии, наполнителем желудочно-кишечного тракта, удлинителем процесса жвачки и стабилизатором нейтральной среды в рубце за счет обильного слюноотделения. Оптимальное содержание клет-

чатки в сухом веществе корма рациона должно быть 18–22%. Переваримость органических веществ в желудочно-кишечном тракте крупного рогатого скота в зависимости от доли клетчатки в СВ кормов суточного рациона была изучена Н.С. Поповым и представлена в таблице 4.

Таблица 4

Переваримость органических веществ кормов рациона в зависимости от содержания клетчатки в СВ кормов, %

Наименование	Показатель			
Содержание клетчатки в 1 т СВ корма	25,1	29,4	29,8	30,0
Переваримость органических веществ	75,0	67,0	61,0	54,0

Из данных таблицы 4 видно, что при содержании в сухом веществе корма суточного рациона 25,1% клетчатки микрофлора рубца жвачных животных способна переварить до 75,0% органических веществ, а при 30,0% только 54,0%.

В сенажах, силосах и сене, заготовленных в племзаводе, доля клетчатки в СВ кормов в среднем составляет 34,3%. По выводам Н.С. Попова, только 40% питательных веществ из таких кормов может быть освоено животными, а 60% транзитом перейдет в навоз.

Поскольку в структуре затраты на молочную продукцию корма составляют 40–45%, а на прирост живой массы скота 55–57%, то очевидно, что в себестоимости молока и мяса половину составляют корма.

Здесь кроются резервы экономии для всех хозяйств, занимающихся молочным и мясным скотоводством. Пора научиться готовить зерносенажи, а не выращивать фуражное зерно и укладывать его в ямы. Важно соблюдать весь технологический процесс производства кормов, что позволяет снизить себестоимость кормов. При этом рост производства кормов и повышение качества не требуют дополнительных капитальных вложений, сроки использования кормозаготовительной техники продлеваются до ста дней из-за кратности уборки многолетних трав, которых в кормовом клине каждого хозяйства должно быть не менее 75%, не достигается.

Объемистые корма (зеленая масса, сено, силос, сенаж) являются структурными углеводами рационов. Зеленый корм служит источником легкодоступных питательных веществ для всех видов сельскохозяйственных животных. Сухое вещество молодой травы по энергетической питательности и содержанию переваримого протеина близко к концентрированным кормам, но превосходит их по биологической ценности. В сухом веществе трав содержится 20–24% протеина, 18–22% клетчатки, 4–6% жира, 41–45% БЭВ и 9–11% минеральных веществ [1].

Современные технологии по возделыванию однолетних и многолетних трав, скашиванию их в оптимальные сроки вегетации растений и укладке на хранение позволяют до 92–95% сохранить биологический урожай кормовых культур с высокой питательной ценностью.

Новые зерносенажные, сенажные и силосные технологии позволяют внести в рационы скота бобовые и злаковые культуры, имеющие гораздо большую кормовую ценность и в 2–3 раза дешевле, чем фураж.

Наладить производство дешевых высококачественных кормов, богатых обменной энергией и протеином и значительно улучшить конверсию корма – задача для любого животноводческого хозяйства.

Мы поставили цель: помочь нетелям в период сухостоя и первотелкам в разные физиологические периоды лактации в переработке заготовленных кормов в хозяйстве в желудочно-кишечном тракте, найти дозированные варианты введения к основному рациону пробиотиков, макро- и микродобавок, полисахаридов и высококонцентрированного растительного белка.

Научно-хозяйственный опыт проведен на нетелях и первотелках енисейского типа красно-пестрой породы в 2011–2012 гг. в ПЗ ЗАО «Тубинск» Красноярского края. Методом пар-аналогов сформировали из животных на 7 месяце стельности 4 группы нетелей с разрывом в каждой группе не более 20 дней по дате случки. Первая группа – контрольная, 2-, 3- и 4-я – опытные. Все группы нетелей и первотелок находились в одинаковых условиях привязного содержания в типовых коровниках, с одинаковым режимом температуры, влажности, загазованности и ухода.

Планный удой для первотелок контрольной группы приняли 5000 кг – фактический удой первотелок за 2010 год для 2-й группы увеличили на 12%, для 3-й на 26%, для 4-й на 40% соответственно (табл. 5).

Таблица 5

**Потребность животных в питательных веществах кормов суточных рационов
на запланированную продуктивность**

Наименование	Показатель	Физиологический период животного	1-я группа (контроль)	2-я группа	3-я группа	4-я группа
Молочная продуктивность	Удой	Сухостойный	5000	5600	6300	7000
		Лактация 305 дн.	5000	5600	6300	7000
		В т.ч.: первые 100 дн.	2250	2520	2835	3150
		вторые 100 дн.	1750	1960	2205	2450
		третьи 105 дн.	1000	1120	1260	1400
	Массовая доля жира, %	Лактация 305 дн.	4,07	4,08	4,09	4,10
	Массовая доля белка, %	Лактация 305 дн.	3,17	3,18	3,19	3,26
Живая масса, кг	Лактация 305 дн.	570	580	590	600	
Суточная потребность в питательных веществах корма на плановую продуктивность	СВ, кг	Лактация 305 дн.	21,1	21,46	21,83	24,60
	ЭКЕ	Лактация 305 дн.	17,51	18,69	19,87	22,39
	ОЭ, мДж	Лактация 305 дн.	204,10	208,89	213,67	233,23
	СП, % СВ	Лактация 305 дн.	13,0	14,5	16,0	16,2
	СК, % СВ	Лактация 305 дн.	14,0	14,0	14,0	14,0

Нормативную потребность в кормах для нетелей и первотелок по фазам лактации обосновали нормами ВИЖа.

Для увеличения полезной микрофлоры, роста, активизации и подавления патогенной микрофлоры в желудочно-кишечном тракте в рацион вводили кормовую добавку Микробиовит Енисей.

Для выведения из организма токсинов и регенерации клеток печени использовали адсорбент Фунгистат ГПК-1,1%.

Энергопротеиновое отношение в суточном рационе балансировали высококонцентрированным препаратом из белка сои и подсолнечника Белков-М, который по химическому составу превосходит белок других растений, а по биохимической ценности приравнивается к белкам животного происхождения. Для питания микрофлоры рубца вводили в рацион полисахариды (табл. 6).

Таблица 6

**Потребность нетелей и коров-первотелок енисейского типа
в период сухостоя и по фазам лактации**

Биодобавки, белок	Дни кормления	Группа			
		1-я (контроль)	2-я	3-я	4-я
1	2	3	4	5	6
<i>Сухостойный период (60 дней)</i>					
Микробиовит Енисей, мл	1–60		50	50	50
Фунгистат ГПК-1,1%	1–60		100	100	100
Минвит 5.1 (Арома), г	1–45		120	120	120
Минвит 5.2 (Арома), г	46–60		120	120	120
Минвит КАП, г	1–15		50	70	100
	1–60		100	150	200
Белков-М, г	1–15		100	200	300
Белков-М, г	16–60		200	400	600

1	2	3	4	5	6
<i>Лактация от отела до 100 дней (период раздоя)</i>					
Микробиовит Енисей, мл	1–100		50	50	50
Фунгистат ГПК-1,1%	85–100		120	120	120
Минвит 6.2-2, г	1–100		120	120	120
Минвит КАП, г	1–100		100	100	100
Белков-М, г	1–100		100	150	200
Белков-М, г	1–100		300	600	900
<i>Лактация от 101 до 305 дней (середина и окончание лактации)</i>					
Минвит Амиго, г	101–305		50	50	50
Минвит 3-27, г	101–305		80	80	80
Минвит КАП, г	101–305		80	80	80
Белков-М, г	101–200		150	200	250
Белков-М, г	201–305		50	65	80

Увеличение СВ кормов суточного рациона сырого протеина у нетелей опытных к контрольной группе (на 11,54-24,70%) сказалось на валовых приростах живой массы. Они увеличивались прямо пропорционально повышению уровня протеинового кормления. Максимальный прирост живой массы за сухостойный период имели нетели 4-й группы – 62,3 кг (11,6%), минимальный – 1-й (контроль) – 39,1 (7,24%), 2-й – 47,2 (8,8%), 3-й – 57,4 (7,24%).

Валовый прирост живой массы был выше у нетелей 2-й группы на 1,56%, 3-й на 3,46%, 4-й на 4,36% соответственно.

Увеличение в суточных рационах биодобавок и протеина сказалось и на увеличении среднесуточных приростов живой массы. Так, у нетелей 4-й группы за сухостойный период прирост составил 1038,3 г, что больше, чем в контрольной группе, на 386,6 г (59,3%) ($P < 0,95$), в 3-й – на 305,0 г (46,8%), во 2-й – на 135 г (20,7%) при $P < 0,95$ (табл. 7).

Таблица 7

Динамика живой массы у нетелей в сухостойный период и у первотелок в первые 100 дней лактации

Группа	Период сухостоя нетелей (60 дней)				Среднесуточный прирост, г	Дни лактации				Снижение живой массы 100 дн. к 1 дн.	
	Живая масса, кг		Валовый прирост живой массы			1	30	60	100	кг	%
	начало сухостоя	период отела	кг	%							
1-я (контроль)	535,0	574,1	39,1	7,24	651,7	517,6	505,3	493,1	480,8	36,8	7,12
2-я	536,0	583,2	47,2	8,80	786,7	523,5	516,6	509,8	502,9	20,6	3,93
3-я	537,0	593,4	57,4	10,70	956,7	530,3	526,3	522,4	518,6	11,9	2,24
4-я	537,0	591,3	62,3	11,60	1038,3	530,7	529,2	527,7	526,2	4,5	0,85
В среднем	536,0	587,5	51,5	9,60	858,3	525,6	519,2	513,3	507,1	18,5	3,52

На 1-й день после отела живая масса у первотелок 3-й и 4-й групп была фактически одинаковой и превышала такую у первотелок 1-й группы на 2,45–2,53%, 2-й группы на 1,14% соответственно.

Интенсивная лактация в первые 100 дней требовала много энергии и протеина для жизнедеятельности организма и образования молока, поступление которых с кормом было недостаточно. За период раздоя наблюдалось снижение живой массы у первотелок с 0,85 до 7,12%. Наибольшее снижение массы (7,12%) было у первотелок 1-й группы, наименьший (0,85%) – у 4-й группы.

Обогащение простых зерносмесей суточных рационов опытных групп 2-й, 3-й и 4-й опытных групп балансирующими добавками (пробиотиками, макро- и микродобавками, полисахаридами и высококонцентрированным растительным белком) способствовало лучшему оплодотворению первотелок в первую стадию возбуждения.

Наиболее высоким этот показатель был у первотелок 3-й группы (85,7%). В сравнении с животными контрольной группы этот показатель был выше на 13%, а 2-й и 4-й группами – на 26,9 и 35,7 соответственно. Первотелки 3-й группы также имели преимущество по индексу оплодотворения по сравнению к 1-, 2- и 4-й группам на 1,14, 0,85 и 0,71 соответственно (табл. 8).

Таблица 8

**Воспроизводительная способность коров енисейского типа при разных уровнях кормления
в ПЗ ЗАО «Тубинск» (на 24.08.2012 г.)**

Показатель		Ед. изм.	Оптимальное значение	Группа			
				1-я (n=22)	2-я (n=22)	3-я (n=22)	3-я (n=22)
Средний возраст при 1 отеле		мес.	24,0	26,5	27,2	26,5	26,8
Удой за первые 100 дней лактации		кг	2600	2097	2446	2839	3177
Суточный удой		кг	26,0	20,97	24,5	28,4	31,8
Увеличение в СВ суточного рациона к контролю	мДж ОЭ	%	-	-	2,34	4,53	4,27
	кг СП	%	-	-	11,54	23,1	24,7
Физиологическое состояние коров	стельных	гол.	-	11	17	14	14
		%	60–70	52,3	77,3	63,6	66,7
	условно стельных	гол.	-	8	3	4	4
		%	-	38,1	13,4	18,2	9,1
	не осемененных	гол.	-	1	-	-	-
		%	-	-	-	-	-
	осемененных и не стельных	гол.	-	-	2	4	3
		%	-	-	9,3	18,2	14,2
Выбыло	гол.	-	2	-	-	1	
	%	-	10,0	-	-	4,55	
Осеменено	гол.	-	20	22	22	21	
	%	-	90,9	100,0	100,0	95,5	
В т.ч.: однократно	гол.	-	12	11	20	8	
	%	70	60,0	50,0	90,9	38,1	
многократно	гол.	-	8,0	11	2	13	
	%	30	40,0	50,0	9,1	61,9	
Оплодотворяемость:	гол.	-	11	17	14	14	
	%	-	55	77,3	63,6	66,7	
В т.ч.: от однократного осеменения	гол.	-	8	10	12	7	
	%	50–60	72,7	58,8	85,7	50	
многократного осеменения	гол.	-	3	7	2	7	
	%	40–50	27,3	41,2	14,3	50	
Сервис-период в среднем		дн.	85–110	158	142,9	127,7	135,7
В т.ч.: от однократного осеменения		дн.	90	133,6	113	123	128,1
многократного осеменения		дн.	150	194,5	173	167	141,4
Коров с сервис-периодом <120 дн.	гол.	-	14	14	7	12	
	%	>10	70	63,64	31,82	57,20	
Число осеменений на 1 зачатие		осем.	1,8	3,0	2,71	1,86	2,57
Расход спермодоз		доза	3,6	6,00	5,41	3,71	5,14
Предполагаемый межотельный период		мес.	12,5–13,0	14,38	14,08	13,46	13,65
Продолжительность беременности		дн.	-	279	285	281,4	279,4

Воспроизводительные способности животных непосредственно влияют на эффективность селекции стада, а сервис-период в свою очередь – на воспроизводительную функцию и молочную продуктивность. Наиболее низким этот показатель был у первотелок 3-й опытной группы – 127,7 дня, что было ниже, чем у

первотелок контрольной группы, на 30,3 дня (23,73%), 2-й и 4-й групп на 15,2 дня (11,9%) и 8 дней (6,3%) соответственно.

Наименьшее количество первотелок, имевших сервис-период менее 120 дней, было из 3-й опытной группы. Таких коров в группе было 31,82%, что меньше контрольной на 38,18%, 1-й и 4-й групп на 31,82 и 25,38% соответственно.

В 3-й группе число осеменений на одно зачатие также было наименьшим – 1,86 раза, как и расход спермодоз – 3,71, что ниже контрольной в 1,14 раза (61,3%) и в 2,29 (61,7%), 2-й и 4-й групп на 0,85 (45,7%) и на 1,7 (45,8%) и на 0,71 раза (38,2%) и на 1,43 (38,5%).

У коров 3-й группы ожидаемый межотельный период – 13,46 месяцев – это наименьший показатель среди всех опытных групп. В сравнении с контрольной группой это меньше на 0,92 мес. (6,84%), 2-й и 4-й групп на 0,62 мес. (4,6%) и на 0,19 мес. (1,41%).

Таким образом, такие показатели воспроизводительной способности, как оплодотворяемость, продолжительность сервис-периода, межотельный период, расход спермодоз на 1 плодотворное осеменение были лучше у первотелок 3-й группы.

Учет молочной продуктивности показал, что они различались в зависимости от уровня кормления телок в сухостойный период и период раздоя. Молочную продуктивность определяли путем контрольных доек один раз в декаду (табл. 9).

Валовый удой молока за 200 дней лактации в 4-й группе оказался выше, чем в контрольной, на 2135 кг (57,6), в 3-й группе – на 1248 кг (33,7%), а во 2-й группе – на 590 кг (15,9%).

Массовая доля жира в молоке коров-первотелок возрастала прямо пропорционально увеличению уровня протеинового кормления, например, в 4-й группе по отношению к контрольной она увеличилась на 0,15%, в 3-й – на 0,17%, во 2-й – на 0,03% соответственно.

Таблица 9

Молочная продуктивность коров енисейского типа красно-пестрой породы за первые две фазы лактации

Группа	Фаза лактации, дн.	n	Валовый надой		Массовая доля в молоке, %				Среднесуточный удой, кг	Выход молочного жира и белка	
			кг	± % к контролю	жира	± % к контролю	белка	± % к контролю		кг	± % к контролю
1-я (контроль)	0–100	22	2026	0	4,15	0	3,16	0	20,26	148,1	0
	101–200	22	1678	0	4,26	0	3,16	0	16,78	124,5	0
	0–200	22	3704	0	4,21	0	3,16	0	18,52	272,6	0
2-я	0–100	22	2426	19,7	4,21	0,06	3,22	0,06	24,26	180,2	21,67
	101–200	22	1848	10,1	4,27	-0,01	3,22	0,06	18,48	138,4	11,16
	0–200	22	4294	15,9	4,24	0,03	3,21	0,05	21,47	318,6	16,88
3-я	0–100	22	2837	40,0	4,31	0,16	3,33	0,17	28,37	216,8	46,39
	101–200	21	2115	26,0	4,44	0,18	3,18	0,02	21,15	161,2	29,45
	0–200	21	4952	33,7	4,38	0,17	3,26	0,10	24,76	378,0	38,67
4-я	0–100	22	3178	56,9	4,39	0,24	3,45	0,29	21,78	249,1	68,20
	101–200	22	2661	58,6	4,33	0,07	3,31	0,05	26,61	202,8	62,87
	0–200	22	5839	57,6	4,36	0,15	3,38	0,22	29,20	451,9	65,77

Аналогичная зависимость прослеживается и в увеличении массовой доли белка в молоке. Так, во 2-й группе по отношению к контрольной она увеличилась на 0,05%, в 3-й – на 0,10%, в 4-й – на 0,22% соответственно.

Среднесуточный удой натурального молока также возрастал по группам первотелок: во 2-й группе по отношению к контрольной он увеличился на 2,95 кг (15,9%), в 3-й – 6,24 кг (33,7%), в 4-й – на 10,68 кг (57,7%) соответственно.

Самый высокий выход молочного жира и белка дали первотелки 4-й группы – 451,9 кг, прирост к контрольной составил 65,8%, 3-й – на 38,7%, 2-й – на 63,7%.

Таким образом, повышение уровня протеинового кормления у нетелей в сухостойный период и у первотелок в периоды раздоя и середины лактации способствовало увеличению удоя во 2-й группе к контрольной – на 15,9%, в 3-й на 33,7%, в 4-й – на 57,6%, а также создало в организме животных резерв питательных веществ. Это привело к улучшению обмена веществ, повышению валового и среднесуточного прироста живой массы, увеличению валового и среднесуточного удоя.

Экономическую эффективность производства молока коров-первотелок опытных групп определяли расчетным путем (в ценах 2012 г.) на основании «Методики определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научных исследований и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений».

Цену на молоко-сырье рассчитали с учетом массовой доли жира в молоке по формуле

$$Ц = (Б \times Цб + Ж \times Цж) \times Кк / 100 + Н - Д,$$

где $Б$ – массовая доля белка, %;

$Цб$ – цена покупателя за 1 кг белка в молоке (300 руб.);

$Ж$ – массовая доля жира в молоке, %;

$Цж$ – цена покупателя за 1 кг жира в молоке (190 руб.);

$Кк$ – коэффициент качества (4);

$Н$ – стимулирующая надбавка к цене за 1 кг молока;

$Д$ – затраты на доставку молока транспортом продавца.

Цена реализации 1 ц молока у коров 1-й группы составила 1290 руб., 2-й – 1516, 3-й – 1594 и 4-й – 1660 руб.

На основании данных по расходу кормов и получению молочной продукции, а также материалов бухгалтерского учета и других затрат была рассчитана экономическая эффективность использования биодобавок и протеинового концентрата Белков-М. Как показали расчеты, скармливание животным опытных групп биодобавок и «защищенного» белка дало удорожание стоимости произведенного центнера молока во 2-й группе в сравнении с контрольной на 23 руб., в 3-й – на 45 руб., в 4-й – на 84 руб.

В относительных величинах прирост себестоимости 1 ц молока у первотелок 2-й опытной группы к контрольной составил 2,2%, у 3-й – на 4,3%, у 4-й – на 8,1% соответственно (табл. 10).

Таблица 10

**Уровень молочной продуктивности и эффективность использования
первотелок енисейского типа с разными уровнями протеинового кормления**

Показатель	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
Удой, кг	3704±69	4294±146	4952±143	5839±176
Массовая доля жира в молоке, %	4,21±0,05	4,24±0,05	4,38±0,08	4,36±0,07
Массовая доля белка в молоке, %	3,16±0,05	3,21±0,06	3,26±0,05	3,38±0,07
Себестоимость 1 ц молока, руб.	1042	1065	1087	1126
Сумма затрат, руб.	38595,7	45422,3	53828,2	65547,2
Цена реализации 1 ц молока, руб.	1290	1516	1594	1660
Выручено средств от реализации молока, руб.	47781,6	65097,1	78934,9	96927,4
Прибыль от реализации молока, руб.	9185,9	19674,8	25106,7	31380,2
Рентабельность, %	23,80	43,32	46,64	47,87
Дополнительная прибыль по сравнению с контролем, руб.	0	10488,9	15920,8	22194,3
%	0	114,2	173,32	231,6

Наибольшая экономическая эффективность производства молока была получена в 4-й группе, где дополнительная прибыль от реализации молока составила по сравнению с контрольной группой 22194,3 руб. (231,6%), в 3-й – 15920,8 руб. (173,3%), во 2-й – 10488,9 руб. (114,2%).

Выводы

В процессе научно-хозяйственного опыта получены результаты, которые свидетельствуют о том, что введение в рацион высокопродуктивным коровам красно-пестрой породы биодобавок и «защищенного» белка Белков-М в количестве 11,5–23,0% общего содержания сырого протеина в рационе коров в первую и среднюю фазу лактации с целью повышения концентрации обменной энергии в сухом веществе дает удорожание 1 ц молока на 2–8%, обеспечивает получение дополнительной прибыли от ее реализации 114,2–231,6%, увеличивает рентабельность на 19,52–24,07%.

Литература

1. Харитонов Е.Л. Организация научно-обоснованного кормления высокопродуктивного молочного скота: практ. рекомендации. – Боровск: Изд-во ВНИИ ФБиП, 2008. – 106 с.
2. Алиев А.А. Обмен веществ у жвачных животных. – М.: НИЦ «Инженер», 1997. – 420 с.
3. Головин А., Гусев И., Таранович А. Эффективность повышения уровня обменной энергии в рационах высокопродуктивных коров при использовании сухих пальмовых жиров // Молочное и мясное скотоводство. – 2012. – №1. – С. 23–25.



УДК 637.122

Е.А. Козина, Н.А. Табаков

ПРИМЕНЕНИЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ИЗ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЛЕСА В РАЦИОНАХ ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ

Представлены результаты исследования по влиянию кормовой добавки из древесины на продуктивность лактирующих коров.

Опытами установлено, что скармливание 1 кг коры пихты в сутки дойным коровам увеличивает их продуктивность и снижает затраты корма на 1 кг молока. Результаты клинических и гематологических исследований свидетельствуют о нормальном здоровье подопытных животных.

Ключевые слова: коровы, лактирующие, кора пихты, продуктивность, клинические и гематологические исследования.

E.A. Kozina, N.A. Tabakov

THE APPLICATION OF FODDER ADDITIVE FROM WOOD PROCESSING WASTE PRODUCTS IN THE LACTATING COW DIETS

The research results of wood fodder additive influence on lactating cow productivity are presented.

It is experimentally determined that feeding one kilogram of silver-fir wood per twenty-four hours to milking cows increases their productivity and decreases fodder expenses per one kilogram of milk. The results of clinic and haematological research indicate to the normal health of experimental animals.

Key words: cows, lactating cows, silver-fir crust, productivity, clinic and haematological research.

Одним из условий увеличения производства животноводческой продукции является обеспечение животных кормами. Среднегодовой запас кормов на одну условную голову не превышает 21,4 ц корм. ед. Это сдерживает реализацию генетического потенциала животноводства [3].

Обеспеченность кормами составляет 80,2 %. Концентраты занимают 32,1 % в структуре кормов, в том числе собственного производства – 21,6 %. Сеном обеспечиваются животные на 65,3 % [2].

Решением проблемы повышения продуктивности является интенсификация кормопроизводства и кормоприготовления. Но при интенсивных технологиях резко увеличиваются затраты удобрений, пестицидов, других химических средств. Нарастает быстрыми темпами загрязненность окружающей среды.

Проблема загрязнения окружающей среды, по мнению многих ученых, после угрозы ядерной катастрофы становится в последнее время второй глобальной проблемой.

Одним из выходов из этой сложной ситуации могло быть, по-видимому, применение широкой гаммы биотехнологий, позволяющих утилизировать в кормовые средства многотоннажные отходы и побочные продукты перерабатывающей промышленности и сельского хозяйства. Это поможет решению проблемы углеводного и белкового питания животных, уменьшить выбросы потенциально опасных для биосферы веществ, создать малоотходные технологии, которые будут доминирующими в ведущей человеческой цивилизации [4].

Одним из резервов восполнения дефицита кормов для жвачных может служить производство кормовых добавок на основе отходов переработки леса.

В Красноярском крае находится 50,5% запасов спелой и переспелой пихты, пригодной для эксплуатации. Запас пихты составляет 1296,6 млн м³, или 9,3 % запаса всех пород.

Сибирским научно-исследовательским институтом лесной промышленности (СибНИИЛП) совместно с институтом леса и древесины СО АН РАН имени В.Н. Сукачёва выполнены исследования и разработана технология получения масла из коры пихты, которая может служить полноценным заменителем масла из древесной зелени.

В схеме установки предусмотрено размольно-сушильное отделение на базе установки «Волгарь-5» и сушилки АВМ-0,65, в которых пропаренная кора перерабатывается в муку [1].

Материал и методы исследования. В хозяйстве Сухобузимского района Красноярского края был проведен опыт на четырех группах коров черно-пестрой породы, по семь голов в каждой (табл. 1). Группы формировались по принципу пар-аналогов [5].

Целью исследований являлось изучить применение кормовой добавки из отходов переработки леса в рационах лактирующих коров.

В результате исследований были изучены: молочная продуктивность (удой, массовая доля жира); химический состав молока, полученного от подопытных животных; клинические и гематологические показатели животных; переваримость кормов рациона. Материалы научно-хозяйственного опыта были обработаны биометрически по методу Е.К. Меркурьевой с использованием персонального компьютера и программы Excel.

В подготовительный период коровы всех групп получали одинаковый рацион, в который входили сено, сенаж, силос, турнепс и концентраты. В опытный период первая группа продолжала получать корма по основному рациону. Животные второй группы получали дополнительно 1 кг коры пихты, третьей – 1,5 кг коры, а в рационе четвертой группы 2 кг силоса заменено на 1,5 кг коры пихты.

Таблица 1

Схема опыта

Группа	Количество голов	Условия кормления
1-я	7	Основной рацион (ОР)
2-я	7	ОР + 5 % коры по питательности концентратов
3-я	7	ОР + 8 % коры по питательности концентратов
4-я	7	ОР, где 20 % силоса заменено корой

Содержание коров привязное.

В опыте использована кора пихты сибирской, приготовленная на Канском ЛПК. Измельченная кора представляет собой порошок коричневого цвета с содержанием, %: сухого вещества – 82,3; протеина – 2,39; жира – 8,29; клетчатки – 30,56; безазотистых экстрактивных веществ – 51,63; золы – 2,25, в т.ч. кальция – 0,75, фосфора – 0,05.

Скармливалась кора пихты в смеси с концентратами.

Наблюдения за поведением животных в период опыта показали, что коровы неохотно принимали включение в рацион коры пихты в первые 2–3 дня, в следующие дни корм поедался полностью.

Данные опыта показывают (табл. 2), что включение в рацион 1 кг коры пихты позволяет увеличить продуктивность на 2,8–18,3 % и содержание жира на 0,09 %. При увеличении скармливания коры пихты более 1,5 кг на голову поедаемость резко снижалась. Среднесуточный удой у коров второй опытной группы выше на 1,81 кг (1,18 %) по сравнению с контролем. Затраты корма на 1 кг молока ниже во второй и третьей опытных группах на 0,07–0,19 корм. ед.

Молочная продуктивность коров

Показатель	1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа
Среднесуточный удой, кг	9,86±0,35	11,67±0,40	10,90±0,30	10,14±0,43
Содержание жира, %	3,91±0,08	4,0±0,08	3,87±0,07	3,84±0,06
Среднесуточный удой молока базисной (3,4 %) жирности, кг	11,33	13,57	12,41	11,45
Затраты корма на 1 кг молока, корм. ед.	1,16	0,97	1,09	1,16

Химический состав молока опытных животных приведен в таблице 3. Данные таблицы 3 показывают, что показатели химического состава молока отличаются незначительно.

Химический анализ молока, %

Показатель	1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа
Сухое вещество	11,37	11,55	11,02	10,8
Протеин	3,4	3,61	2,89	3,29
Казеин	2,38	2,76	2,00	2,55
Зола	0,73	0,74	0,70	0,74
Кальций	0,13	0,13	0,11	0,13
Фосфор	0,07	0,08	0,07	0,09
Сахара	4,67	5,38	5,06	5,27
Каротин	0,17	0,16	0,15	0,14
Витамин С	1,05	1,04	0,97	1,00
Жир	3,91	4,00	3,97	3,84

Включение в рацион лактирующих коров коры пихты сибирской не оказывает влияния на клинические показатели животных. Частота пульса, количество дыханий, число сокращений рубца, температура тела находятся в пределах физиологических норм.

Гематологические и биохимические показатели крови также находятся в пределах нормы. Однако в крови животных второй группы сократилось количество лейкоцитов. Разность статистически достоверна при $P \geq 0,95$. Остальные показатели крови колеблются незначительно (табл. 4).

Показатели состава крови

Показатель	1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа
Гемоглобин, г%	9,8±0,58	9,43±0,23	9,06±0,203	8,97±0,41
Лейкоциты, тыс.	5,8±0,37	3,73±0,07	4,06±0,59	4,80±0,11
Эритроциты, млн	4,51±0,95	4,97±1,30	4,09±1,68	3,81±0,49
Общий белок, г%	7,98±0,34	8,17±0,18	8,17±0,19	7,40±0,33
Резервная щелочность, мг%	49,2±3,0	41,8±3,0	45,3±6,73	41,8±1,3
Каротин, мг%	0,50±0,13	0,45±0,03	0,50±0,07	0,37±0,03
Кальций, мг%	11,47±0,66	11,83±0,31	11,23±0,39	10,73±0,28
Фосфор, мг%	5,8±0,29	6,07±0,22	5,53±0,19	5,8±0,14

Дополнительно анализировалась моча опытных животных (табл. 5).

Таблица 5

Результаты анализа мочи

Показатель	1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа
Плотность	1,028±0,2	1,031±0,1	1,032±0,2	1,030±0,3
Содержание азота	0,50±0,1	0,71±0,1	0,62±0,1	0,74±0,1
Аммиак	14,73±0,0	11,03±0,0	11,06±0,0	11,6±0,0
Зола	2,80±0,2	2,76±0,2	2,76±0,1	2,57±0,2
Ацетоновые тела	Нет			

Из таблицы 5 видно, что показатели мочи находятся в пределах нормы.

Данные клинического исследования показателей крови и мочи свидетельствуют о хорошем физиологическом состоянии подопытных животных.

Результаты исследования переваримости питательных веществ представлены в таблице 6. Данные таблицы 6 показывают, что в опытных группах (особенно во второй) наблюдается незначительное повышение коэффициентов переваримости жира, протеина, клетчатки.

Таблица 6

Коэффициенты переваримости питательных веществ

Показатель	1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа
Сухое вещество	65,2±0,7	68,1±0,9	67,7±0,8	66,1±0,6
Органическое вещество	70,3±0,1	69,9±0,3	69,5±0,4	69,7±0,2
Протеин	62,9±0,2	67,9±0,1	66,6±0,2	66,0±0,3
Клетчатка	51,0±0,4	54,2±0,4	51,5±0,3	54,0±0,6
Жир	63,6±0,6	69,8±0,2	66,3±0,2	65,0±0,5
Безазотистые экстрактивные вещества	73,5±0,9	79,6±0,7	78,7±0,6	78,4±0,5

Возможно, на переваримость питательных веществ повлияло наличие в коре биологически активных веществ котехиновой группы.

При расчете экономической эффективности (табл. 7) брались фактические затраты, сложившиеся в хозяйстве, на 1 кг молока за время проведения опыта.

Таблица 7

Экономическая эффективность скармливания коры пихты

Показатель	1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа
Среднесуточный удой, кг	9,86	11,67	10,90	10,14
Массовая доля жира, %	3,91	4,0	3,87	3,84
Среднесуточный удой молока базисной жирности (3,4%), кг	11,33	13,57	12,41	11,45
Затраты корма на 1 кг молока, корм. ед.	1,16	0,97	1,09	1,16
Затраты корма, руб.	5,40	4,51	5,07	5,40
Прочие затраты, руб.	8,65	8,65	8,65	8,65
Себестоимость 1 кг молока, руб.	14,05	13,16	13,72	14,05
Цена реализации, руб.	17,22	17,22	17,22	17,22
Прибыль, руб.	3,17	4,06	3,50	3,17
Рентабельность, %	22,6	30,8	25,5	22,6

Проведенные расчеты показали, что скармливание 1 кг коры пихты в сутки дойным коровам приводит к увеличению молочной продуктивности, снижению себестоимости 1 кг молока на 0,89 руб. (6,33 %), что послужило увеличению рентабельности молока на 8,2 %.

Таким образом, кора пихты может использоваться в составе рациона лактирующих коров как источник протеина, жира, углеводов и биологически активных веществ, что позволяет повысить иммунный статус жи-

вотных. Результаты клинических и гематологических исследований свидетельствуют о нормальном здоровье подопытных животных. Скармливание коры пихты в рационах лактирующих коров в количестве 1 кг приводит к увеличению продуктивности на 18,3%, массовой доли жира в молоке – на 0,09%. Скармливание 1 кг коры пихты в сутки дойным коровам увеличивает рентабельность молока на 8,2 %.

Измельченную кору пихты можно использовать в кормлении лактирующих коров в количестве 1–1,5 кг на голову в сутки.

Литература

1. Грузиненко В.П., Колпаков С.В., Шурупова Н.Ю. Региональные аспекты ценообразования на древесный корм // Производство кормовых и биологически активных продуктов на основе низкосортной древесины и отходов лесопромышленного комплекса. – Красноярск, 1988. – С. 40–42.
2. Донченко А.С., Еранов А.М. Пути развития сибирского агропромышленного комплекса на основе интеграции науки, образования и производства // Достижения науки и техники АПК. – 2007. – №4. – С. 5–6.
3. Кашеваров Н.И., Данилов В.П. Достижения и перспективы развития кормопроизводства в Западной Сибири // Достижения науки и техники АПК. – 2006. – №1. – С. 19–22.
4. Релях С.М., Рубчевская Л.П. Химия и технология переработки древесной зелени. – Красноярск: Изд-во КГТА, 1994. – 320 с.
5. Овсянников А.И. Основы опытного дела. – М.: Колос, 1976. – 302 с.



УДК 619:616.995.429.1

*М.А. Шихалиева, С.Ш. Мантаева, М.М. Сарбашева,
А.З. Кажаров, А.З. Биджиев, А.А. Голубев, А.М. Биттиров*

МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ И СОРТОВОЙ СОСТАВ ТУШ БЫЧКОВ СИММЕНТАЛЬСКОЙ ПОРОДЫ ПРИ МОНОИНВАЗИИ ДИКРОЦЕЛИОЗА

В статье представлены результаты исследований морфологического и сортового состава 18-месячных бычков симментальской породы.

Выявлено, что выход мяса костей у бычков зависит от степени интенсивности инвазии дикроцелиоза, что необходимо учитывать при выращивании животных на мясо.

Ключевые слова: бычок, возраст, продуктивность, мясо, дикроцелиоз, интродукция, экстенсивность, интенсивность, инвазия, Кабардино-Балкарская Республика.

*M.A. Shihaliyeva, S.SH. Mantaeva, M.M. Sarbasheva,
A.Z. Kazharov, A.Z. Bidzhiyev, A.A. Golubev, A.M. Bittirov*

THE MORPHOLOGICAL AND SORT COMPOSITION OF SIMMENTAL BREED BULL-CALF CARCASSES IN DICROCELIASIS MONOINVASION

The research results of morphological and sort composition of 18-month-old Simmental breed bulls are presented in the article.

It is revealed that the meat bone yield in calves depends on the dicroceliasis invasion intensity that must be considered when farming animals for meat.

Key words: bull-calf, age, productivity, meat, dicroceliasis, introduction, extensiveness, intensity, Kabardino-Balkarian Republic.

Введение. Крупный рогатый скот симментальской породы при откорме обладает высокими убойными качествами. Мясная продуктивность бычков за пастбищный сезон составляет в среднем 59–72 кг [1]. Авторы отмечают повышение интенсивности роста бычков данной породы при кормлении высокобелковыми рационами, при которых убойный выход достигает 57–60% [2]. Мясные качества бычков симментальской породы пастбищного содержания при кишечных инвазиях снижаются, убойный выход составляет от 53,3 до 57,0% [3]. При моноинвазии фасциолеза бычки симментальской породы пастбищного содержания отставали в росте и разви-

тии, а при убойе выход продукции был на 4,2–4,9% меньше по сравнению с агельминтозными сверстниками [4]. В связи с этим возникла необходимость изучения морфологического и сортового состав туш бычков симментальской породы при моноинвазии дикроцелиоза

Материалы и методы исследований. Для проведения научно-хозяйственных опытов в 4 крестьянских хозяйствах с. Герпегеж в 2008–2012 гг. были сформированы две группы по 10 бычков симментальской породы. Убой проводился на Нальчикском мясокомбинате по методикам ВИЖа (1965). Морфологический состав туш определяли обвалкой трех правых полутуш от каждой группы после выдержки в камере охлаждения в течение 24 ч. При обвалке учитывали массу мяса, жира, костей и сухожилий. Цифровой материал обработан методом вариационной статистики (Плохинский Н.А., 1969) и по компьютерной программе «Биометрия».

Результаты и обсуждение. Данные морфологического состава туш агельминтозных и инвазированных моноинвазией дикроцелиоза бычков симментальской породы пастбищного содержания в возрасте 18 месяцев приведены в таблицах 1, 2.

Как видно, качество полутуш агельминтозных бычков симментальской породы хорошее, с наличием большого выхода чистого мяса ($88,97 \pm 0,8\%$) и при меньшем количестве костей ($17,76 \pm 0,68\%$), тогда как у моноинвазированных бычков наблюдалось уменьшение выхода чистого мяса ($78,17 \pm 0,6\%$) и увеличение количества костей ($22,01 \pm 0,66\%$).

Масса полутуши инвазированных моноинвазией дикроцелиоза бычков симментальской породы в возрасте 18 месяцев было меньше агельминтозных сверстников на 12,51%, по выходу мяса – на 17,0%, по выходу чистой мякоти – на 27,1%, по выходу жира – на 55,2%, что свидетельствует о снижении убойных качеств животных при поражении печени преимагинальными и имагинальными дикроцелиями.

Разница выхода мяса и костей между бычками контрольной и опытной группы зависит от степени интенсивности инвазии дикроцелиоза, что необходимо учитывать при проведении оздоровительных мероприятий с целью получения качественной и биологически полноценной говядины.

Таблица 1

Морфологический состав полутуш агельминтозных и инвазированных моноинвазией дикроцелиоза бычков симментальской породы (n=3)

Показатель	Бычки симментальской породы в возрасте 18 мес.				Достоверность	
	Контроль		Опыт			
	$X \pm m_x$	C_v	$X \pm m_x$	C_v	t_d	P
Количество	3	-	3	-	-	-
Масса полутуши, кг	$118,50 \pm 4,9$	7,32	$103,67 \pm 5,8$	8,87	1,1	>0,99
В т.ч. костей: кг	$21,05 \pm 0,64$	5,17	$22,82 \pm 0,9$	9,85	3,8	<0,95
% к полутуше	$17,76 \pm 0,68$	6,1	$22,01 \pm 0,66$	7,5	2,9	< 0,95
Масса мяса, кг	$97,45 \pm 3,93$	7,2	$80,85 \pm 3,1$	6,2	0,8	>0,99
% к полутуше	$82,24 \pm 1,10$	2,2	$77,98 \pm 1,7$	3,6	1,2	>0,999
В т. ч. мякоти: кг	$86,70 \pm 3,6$	7,55	$63,20 \pm 2,0$	4,74	1,3	>0,95
относительно к мясу, %	$88,97 \pm 0,8$	1,36	$78,17 \pm 0,6$	0,92	2,1	>0,99
Масса жира: кг	$5,72 \pm 0,07$	2,38	$2,56 \pm 0,07$	2,24	21,0	>0,99
относительно к мясу, %	$5,90 \pm 0,51$	14,3	$3,17 \pm 0,54$	11,9	4,2	>0,95
Масса сухожилия: кг	$4,0 \pm 0,42$	17,9	$3,10 \pm 0,31$	17,5	2,3	>0,95
относительно к мясу, %	$4,10 \pm 0,40$	16,3	$3,83 \pm 0,27$	14,9	2,1	>0,99
Индекс мясности	$4,2 \pm 0,3$	12,6	$5,1 \pm 0,37$	12,3	1,7	>0,95

Сортовой разуб полутуш агельминтозных и инвазированных моноинвазией дикроцелиоза бычков симментальской породы в возрасте 18 месяцев приводится в таблице 2.

При сравнении с агельминтозными ($65,7 \pm 2,2\%$) низкий выход мясопродуктов первого сорта $60,3 \pm 1,6\%$ имели полутуши зараженных дикроцелиозом бычков. Разница в выходе сортовых отрубов указывает на отличительные особенности между группами бычков в зависимости от физиологического состояния. Инвазированные дикроцелиозом бычки симментальской породы имели большее числовое значение показателей костей, сухожилий по сортам туш. Количественный показатель жира зависел от сорта отруба туш и был низким у бычков, зараженных дикроцелиозной инвазией. На долю отрубов 1-го сорта от массы полутуши в

опытной группе приходилось 60,3±1,6%, 2-го сорта – 33,7±1,20%, 3-го сорта – 6,0±0,62%, а в контрольной группе 65,7±2,2; 29,5±2,0; 4,60±0,23% соответственно. По морфологическим и сортовым показателям полутуш агельминтозные бычки превосходили зараженных дикроцелиозом бычков данной породы.

Таблица 2

Сортовой разруб полутуш агельминтозных и интенсивно инвазированных моноинвазией дикроцелиоза бычков симментальской породы (n=3)

Показатель	Бычки симментальской породы				Достоверность разности	
	Контроль		Опыт			
	X±m _x	C _v	X±m _x	C _v	t _d	P
Масса полутуши, кг	118,5±4,9	7,32	103,67±5,8	8,6	1,1	<0,95
В т.ч. масса 1-го сорта, кг	77,86±5,3	13,1	62,51±1,5	3,8	1,3	<0,99
Масса 1-го сорта к массе полутуши, %	65,7±2,2	5,44	60,3±1,6	4,7	0,8	<0,999
Масса 2-го сорта, кг	34,96±1,7	8,24	34,93±2,51	12,8	0,2	<0,99
Масса 2-го сорта к массе полутуши, %	29,5±2,0	12,5	33,7±1,20	6,54	0,8	<0,95
Масса 3-го сорта, кг	5,45±0,53	16	6,22±0,83	27,7	0,6	<0,99
Масса 3-го сорта к массе полутуши, %	4,60±0,23	8,25	6,0±0,62	21,8	0,3	<0,95

Заключение. Качество полутуш агельминтозных бычков симментальской породы хорошее, с наличием большого выхода чистого мяса (88,97±0,8%) и при меньшем количестве костей (17,76±0,68%), тогда как у инвазированных моноинвазией бычков наблюдалось уменьшение выхода чистого мяса (78,17±0,6%) и увеличение количества костей (22,01±0,66%), что свидетельствует о снижении убойных качеств животных при поражении печени преимагинальными и имагинальными дикроцелиями. Сравнительно с агельминтозными (65,7±2,2%) низкий выход мясопродуктов первого сорта 60,3±1,6% имели полутуши зараженных дикроцелиозом бычков. На долю отрубов 1-го сорта от массы полутуши в опытной группе приходилось 60,3±1,6%, 2-го сорта – 33,7±1,20%, 3-го сорта – 6,0±0,62%, а в контрольной группе 65,7±2,2; 29,5±2,0; 4,60±0,23% соответственно.

Литература

1. *Блинова Е.С.* Мясная продуктивность бычков симментальской породы при разных типах кормления // Зоотехния. – 2010. – № 2. – С.47–49.
2. *Льков В.И.* Качество туш бычков симментальской породы // Ветеринария Поволжья. – 2009. – № 5. – С. 66–68.
3. *Сивков Г.А.* Влияние гиперинвазий на биологические свойства туш бычков симментальской породы // Мат-лы междунар. науч.-практ. конф. / Вятская ГСХА. – Киров, 2011. – С. 159–161.
4. *Шильникова Т.Ф.* Хозяйственно-полезные признаки крупного рогатого скота // Зоотехния. – М., 2002. – № 8. – С. 93–95.





ВЕТЕРИНАРИЯ

УДК 59 + 577

А.Д. Кобылинская, А.В. Сахаров,
А.А. Макеев, А.Е. Просенко, Ю.В. Сафьянов

РОЛЬ СВОБОДНОРАДИКАЛЬНОГО ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ В МЕХАНИЗМЕ РАЗВИТИЯ ЖИРОВОЙ ДИСТРОФИИ ПЕЧЕНИ РЫБ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ НА ИСКУССТВЕННЫХ КОРМАХ

В статье описаны результаты морфогистохимического анализа печени сеголетков зеркального карпа, выращенных на аквакультурных предприятиях двух различных типов. В серии аквариальных экспериментов на *Barbus tetrazona* воспроизведены условия выращивания рыб при интенсивном типе аквакультуры, установлен свободнорадикальный механизм сублетальных и летальных повреждений гепатоцитов при развитии жировой дистрофии печени у рыб.

Ключевые слова: рыба, аквакультура, искусственные корма, алиментарные заболевания, диспротеинозы, печень, жировая дистрофия, активные кислородные метаболиты, свободнорадикальное повреждение клеток, окислительный стресс, антиоксиданты.

A.D. Kobylinskaya, A.V. Sakharov,
A.A. Makeyev, A.E. Prosenko, Y.V. Safyanov

THE ROLE OF FREE RADICAL LIPID PEROXIDATION IN THE DEVELOPMENT MECHANISM OF FISH LIVER FATTY DEGENERATION WHILE FARMING ON ARTIFICIAL FORAGE

The results of the morphological histochemical analysis of the mirror carp underyearling liver, grown in aquaculture facilities of two different types are described in the article. In series of aquarium experiments on *Barbus tetrazona*, the fish farming conditions in intensive aquaculture type are simulated, free-radical mechanism of the hepatic cell sublethal and lethal damage by the development of fish liver fatty degeneration is identified.

Key words: fish, aquaculture, artificial feed, nutritional diseases, disproteinosis, liver, fatty degeneration, active oxygen metabolites, cell free-radical damage, oxidation stress, antioxidants.

Рыбоводство является одной из наиболее рентабельных отраслей сельскохозяйственного производства, направленной на обеспечение потребностей населения в доступном белке [1, 4]. При увеличении масштабов управляемого воспроизводства рыбных ресурсов сбалансированное кормление и оптимизация условий содержания рыбы становятся первостепенными задачами рыбоводных предприятий. В этой связи состояние здоровья поголовья рыбы и качество комбикормов являются решающими факторами рентабельности индустриального рыбоводства [2]. Наличие требуемого количества белка в составе кормов известных зарубежных и лучших отечественных производителей не гарантирует удовлетворение потребностей организма рыб в протеине. В результате технологических процессов действие физических факторов на белковый компонент кормов при их приготовлении вызывает глубокие изменения структуры нативного протеина, что снижает его доступность для пищеварительных ферментов *in vivo* и приводит к развитию алиментарных заболеваний [5]. Задержка роста, ожирение, повышение уровня пероксидации и ослабление естественной резистентности являются признаками диспротеинозов у рыб при их выращивании в условиях аквакультуры с использованием искусственных кормов [3, 6]. Высокая плотность посадки, колебания кислородного режима воды, слабая проточность и высокая концентрация продуктов метаболизма в воде обуславливают напряжение адаптационных механизмов, что сопровождается развитием неспецифической ответной реакции организма рыб в форме окислительного стресса. При этом свободнорадикальные механизмы повреждения клеток органов пищеварительной системы рыб остаются наименее изученными.

По данным литературного анализа, антиоксидантные соединения вводятся в рецептуру кормов преимущественно для предупреждения окисления входящих в его состав липидов [2,6]. Сведения по применению антиоксидантных соединений для оптимизации физиологических процессов рыб с целью профилактики алиментарных заболеваний фрагментарны и представлены крайне недостаточно.

Цель исследования – изучить влияние свободнорадикального перекисного окисления липидов на развитие жировой дистрофии печени рыб при выращивании на искусственных кормах.

Материал и методы исследования. Исследования проводились на базе ООО «Беловское рыбное хозяйство» Кемеровской области и ООО «Маяк» Алтайского края, специализированных на разведении различных видов рыб в аквакультуре, в том числе карповых.

Для оценки морфофункционального состояния органов пищеварительной системы у сеголетков карпа в возрасте 1 месяц (n=25) и 6 месяцев (n=25), выращенных в Беловском рыбном хозяйстве на искусственных кормах, и образцов из ООО «Маяк», выращенных в выростных прудах на естественных кормах, забирали печень и все отделы кишечника. Образцы тканей данных органов фиксировали в 10 % буферном растворе формалина по стандартной методике. Обзорные препараты окрашивали гематоксилином Бемера и эозином. Кислые гликозаминогликаны (ГАГ) выявляли реакцией с альциановым синим. Уточнение причинно-следственных связей между развитием жировой дистрофии при кормлении искусственными кормами и свободнорадикальным перекисным окислением липидов (СПОЛ), а также оценку возможности управления оксидативными процессами в организме рыб за счет использования антиоксиданта «Тиофан» осуществляли в серии аквариальных экспериментов на *Barbus tetrazona*. Согласно протоколу эксперимента было создано две группы животных: контрольная (n=50) и опытная (n=50). Рыбы обеих групп содержались в стандартных условиях – аквариум объемом 50 л с возможностью поддержания уровня кислорода на уровне до 5 мг/л и температуры воды 26° С. Кислородный режим в выростных аквариумах обеспечивался при помощи двух фильтров эрлифтной системы. Подмена воды в рабочих емкостях производилась полуавтоматическим путем: слив через общий шланг, а заливка – через дегазатор при помощи насоса и шланга. Подмена воды осуществлялась один раз в 10 дней в объеме 30% от общего объема аквариума. Кормление рыб обеих групп осуществлялось гранулированным стартовым кормом для карпов «AQUAREX» три раза в день. Суточная норма потребления корма составляла 3% от массы тела рыбы. Животным опытной группы в состав корма вводили антиоксидант «Тиофан» в дозе 100 мг/кг массы тела рыбы. Животных обеих групп по 25 особей в каждой выводили из эксперимента на 30 и 60 сутки. На гистологических препаратах исследовали состояние печени и кишечника. В объединенных гомогенатах печени и кишечника определяли содержание белка по Лоури, активность ферментов антиоксидантной защиты – супероксиддисмутазы (СОД), каталазы (КАТ) и содержание продуктов свободнорадикального перекисного окисления липидов – малонового диальдегида (МДА) и диеновых конъюгатов (ДК). Морфометрические параметры рыб оценивали по методике Правдина (Правдин, 1966).

Результаты исследования и их обсуждение. Исследование гистологических препаратов гепатопанкреаса беловского зеркального карпа позволило выявить наличие дегенеративных изменений печени у сеголетков на всех сроках отбора проб (1 и 6 месяцев). Различия касались лишь степени развития жировой дистрофии. Для образцов печени сеголетков месячного возраста характерным признаком являлась локализация мелких липидных капель в гепатоцитах преимущественно интермедиарной и центрлобулярной зон дольки печени (рис. 1, А). У 6-месячных сеголетков крупнокапельная жировая дистрофия затрагивала все зоны дольки печени, что характеризуется как крайне выраженная степень стеатоза (рис. 1, Б).

Степень выраженности жировой дистрофии в динамике возрастного развития рыб от 1 до 6 месяцев, а также топография сублетальных изменений клеток печени в различных долях органа указывают на прогрессирующее повреждение гепатоцитов. Важно отметить, что развитие дистрофических изменений происходит в направлении от центрлобулярной зоны, клетки которой эволюционно приспособлены для детоксикации и синтеза ферментов антиоксидантной защиты, прогрессирует в направлении к перипортальной зоне на более поздних сроках развития. В соответствии с принципами классической патоморфологии данные изменения объясняются с позиции свободнорадикального механизма повреждения клеток. Это явилось основанием для проверки данного утверждения в модельных аквариальных экспериментах на *Barbus tetrazona*.

У рыб обеих групп через месяц наблюдения в печени обнаружены признаки стеатоза. Вместе с тем, у рыб контрольной группы степень жировой дистрофии имеет более выраженный характер по сравнению с опытной (рис. 1, В, Г).

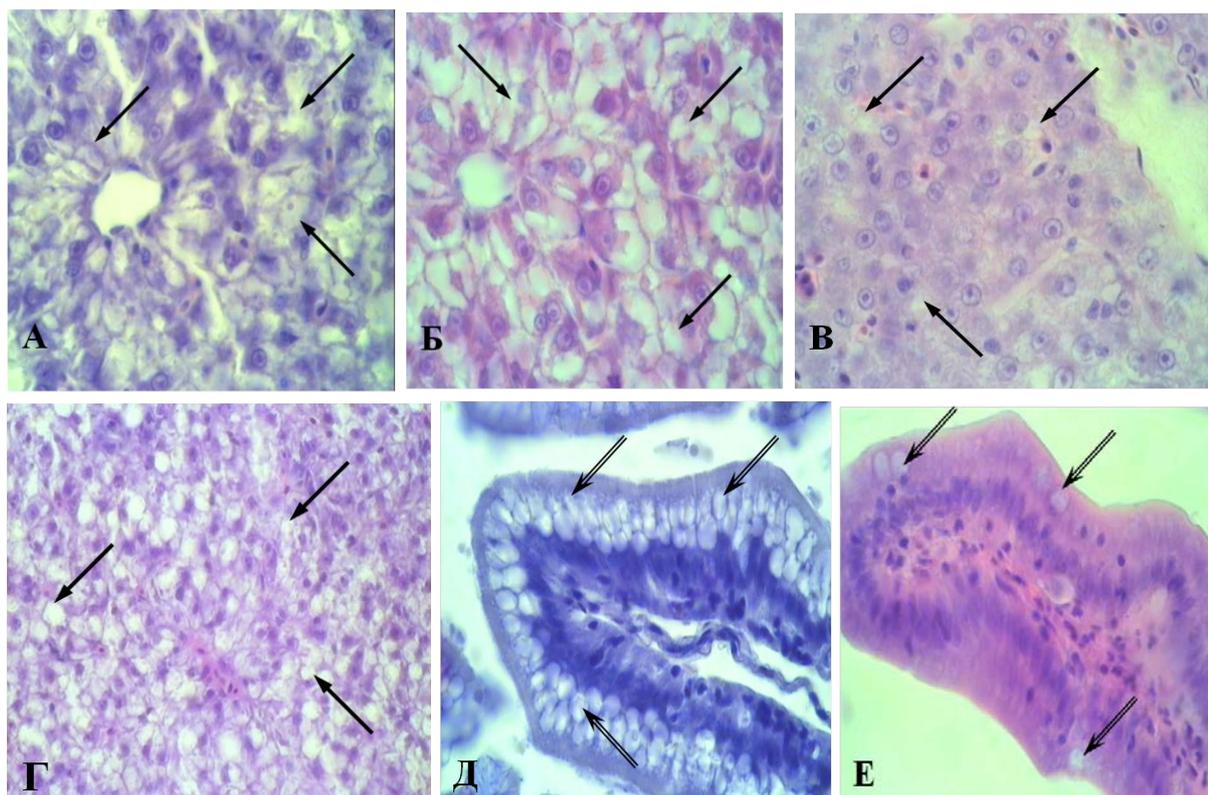
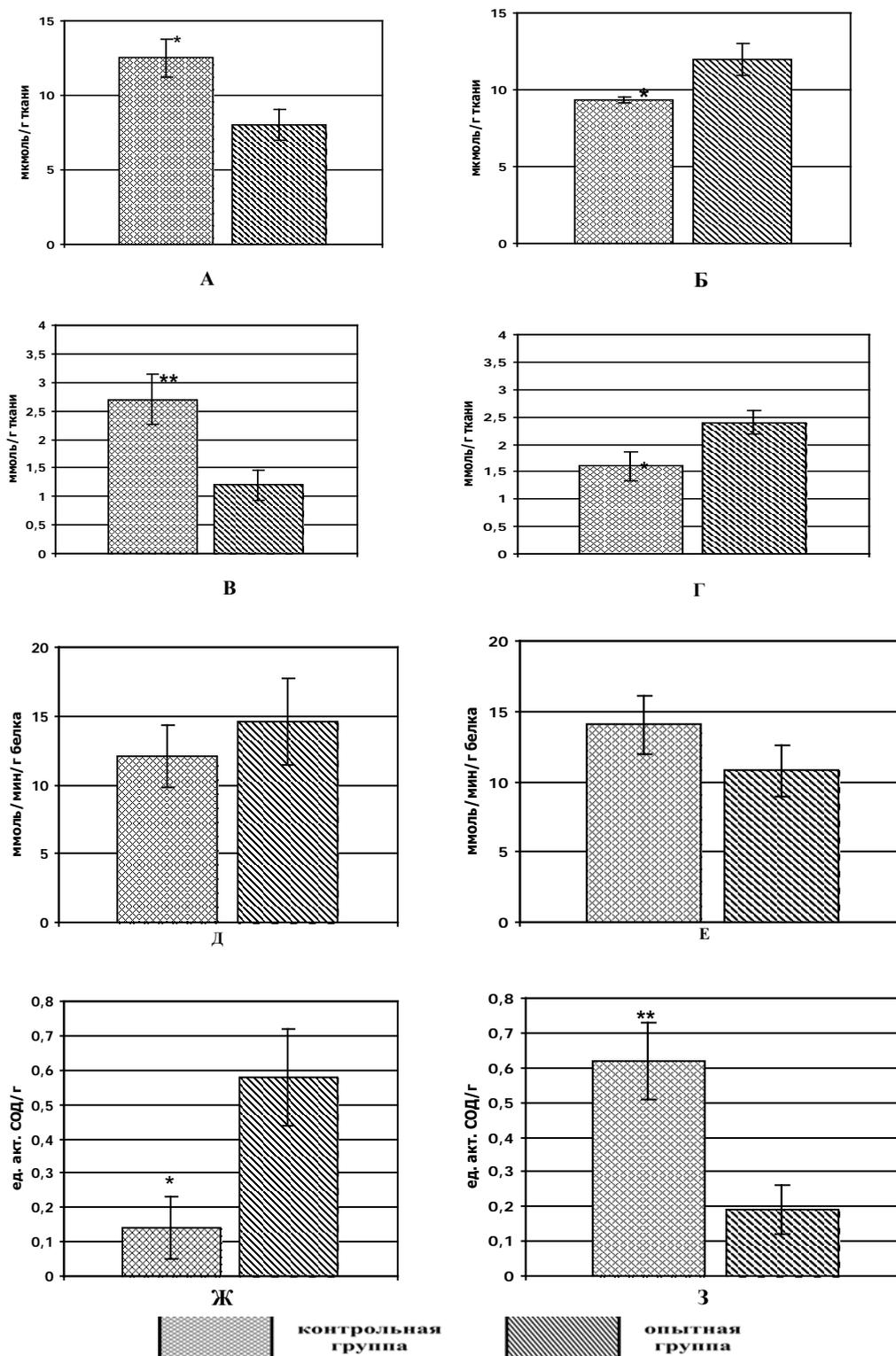


Рис. 1. Образцы печени и кишечника рыб: А – печень сеголетка беловского зеркального карпа на сроке 1 месяц после начала кормления; Б – срок 6 месяцев кормления искусственными кормами. Гематоксилин и эозин. Ув. 1000 х.; В – печень *Barbus tetrazona* опытной группы на сроке 30 суток наблюдения. Ув. 400 х.; Г – печень *Barbus tetrazona* контрольной группы на сроке 30 суток наблюдения. Ув. 200 х. Гематоксилин и эозин; Д – средний отдел кишечника *Barbus tetrazona* опытной группы на 30 сутки эксперимента. Альциановый синий; Е – средний отдел кишечника *Barbus tetrazona* контрольной группы на 30 сутки эксперимента. Ув. 400 х. Гематоксилин и эозин. Темными стрелками обозначены липидные капли в гепатоцитах, двойными стрелками – транспортные вакуоли эпителиоцитов

На связь развития жировой дистрофии гепатоцитов с окислительным стрессом указывают результаты биохимического анализа образцов гепатопанкреаса и кишечника *Barbus tetrazona*. Через месяц кормления искусственными кормами уровень МДА и ДК у рыб контрольной группы на 62 и 44% соответственно превышает аналогичные показатели рыб опытной группы (рис. 2, А, В). Активность СОД в контрольных образцах имела статистически достоверный низкий показатель по сравнению с опытными (рис. 2, Ж). Активность КАТ в тканях контрольной и опытной групп на всех сроках отбора проб достоверных различий не имеет (рис. 2, Д, Е).

Результаты исследования показали, что у рыб опытной группы клетки эпителия переднего и среднего отделов кишечника имеют признаки высокой функциональной активности. Об этом свидетельствует хорошо развитая щеточная каемка на апикальном полюсе эпителиоцитов, которая интенсивно окрашивается альциановым синим. Известно, что ее ультраструктурным эквивалентом являются микроворсинки, обеспечивающие процессы премебранного пищеварения. В цитоплазме клетки определяются многочисленные различного размера вакуоли, заполненные гомогенным содержимым (рис. 1, Д). С нашей точки зрения, данные структуры являются транспортными вакуолями и отражают интенсивные процессы трансмембранного переноса органических соединений из полости кишечника в цитоплазму эпителиоцитов.



Примечание: статистически достоверные различия между контрольной и опытной группами (* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$)

Рис. 2. Показатели уровня свободнорадикального перекисного окисления липидов и активности системы антиоксидантной защиты у *Varbus tetazona*: А – содержание МДА в гомогенатах печени и кишечника на сроке 30 суток наблюдения; Б – содержание МДА на сроке 60 суток наблюдения; В – содержание ДК на сроке 30 суток эксперимента; Г – содержание ДК на сроке 60 суток эксперимента; Д – активность каталазы на сроке 30 суток эксперимента; Е – активность каталазы на сроке 60 суток эксперимента; Ж – активность супероксиддисмутазы на сроке 30 суток эксперимента; З – активность супероксиддисмутазы на сроке 60 суток эксперимента

Комплексный подход к оценке состояния органов желудочно-кишечного тракта *Barbus tetrazona* позволил сделать заключение о влиянии окислительного стресса на снижение функциональной активности кишечника контрольной группы по сравнению с опытной (рис. 1, Е). Можно считать, что свободнорадикальное повреждение плазматической мембраны и мембранных органелл эпителиоцитов лимитирует синтез пищеварительных ферментов и снижает трансмембранный перенос органических элементов корма через эпителий кишечника в кровь и лимфу.

При этом данные морфометрического анализа показали, что линейные размеры и масса животных опытной группы через один месяц наблюдения статистически достоверно превышают аналогичные показатели рыб контрольной группы (табл.).

Морфометрические параметры экспериментальных животных

Показатель	1-й месяц		2-й месяц	
	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
Длина общая	2,41±0,13	3,08±0,16*	3,40±0,95	2,94±0,43
Длина туловища	1,70±0,09	2,23±0,14*	2,62±0,73	2,34±0,64
Длина головы	0,50±0,06	0,63±0,03	0,77±0,09	0,67±0,03
Высота тела	0,79±0,05	1,27±0,18*	1,55±0,27	1,30±0,11
Масса тела	0,350±0,04	0,818±0,18*	0,84±0,12	0,74±0,07

Примечание: достоверные различия по сравнению с контролем (* $p < 0,05$).

Как известно, увеличение линейных размеров во многом определяется интенсивностью пищеварения. Однако через 2 месяца после начала эксперимента исследуемые показатели рыб опытной группы хотя и не имеют достоверных различий с контролем, но достаточно четко прослеживается тенденция к их снижению по сравнению с контрольными животными (см. табл.). Данное противоречие потребовало проведения исследования функционального состояния системы антиоксидантной защиты и уровня СПОЛ в гомогенатах кишечника и печени, а также оценки морфофункционального состояния всех отделов кишечника и печени. Исследованиями установлено, что уровень содержания МДА и ДК в гомогенатах печени и кишечника животных опытной группы достоверно превышает аналогичные показатели контрольной группы (рис. 2, Б, Г). Уровень активность СОД в контрольных образцах на 68% выше, чем в опытных (рис. 2, И).

С нашей точки зрения, жировая дистрофия печени у рыб опытной группы на сроке 2 месяцев наблюдения может являться не только следствием свободнорадикального повреждения гепатоцитов, но и недостатком поступающих в клетку белков, осуществляющих транспорт жирных кислот из клеток эпителия кишечника в кровь и лимфу. Результатом чего является низкое усвоение белков и как следствие развивается дефицит протеина, используемого для увеличения линейных размеров и массы тела. При этом на светооптическом уровне признаки высокой функциональной активности кишечника у рыб контрольной группы более выражены, чем в опытных образцах, а степень жировой дистрофии печени у рыб опытной группы характеризуется более низкими показателями по сравнению с контролем.

Полученные результаты позволяют считать, что при моделировании условий содержания рыб в условиях индустриального комплекса приводит к развитию окислительного стресса и повреждению АКМ клеток печени, кишечника и угнетению роста рыб. Использование антиоксиданта «Тиофан» в течение одного месяца наблюдения за счет ограничения развития окислительного стресса и защиты эпителиальных клеток от повреждения АКМ оптимизирует процессы пищеварения и способствует увеличению темпов роста осевого скелета на 60,10 %, а массы тела на 60,15 % по сравнению с контролем. При равном содержании общего белка в тканях рыб обеих групп, но увеличении осевого скелета и массы тела рыб опытной группы, становится очевидным, что под влиянием «Тиофан» интенсивность пищеварения и высокий уровень транспорта из кишечника органических соединений используется на обеспечение пластических процессов. Через 2 месяца наблюдения при высокой напряженности метаболических процессов у животных опытной группы белка в составе корма оказывается недостаточно для сохранения высоких темпов роста. С нашей точки зрения, при повышенном уровне метаболизма рыб требуется более высокий уровень обеспечения этих процессов протеином. При низкой биодоступности белка в искусственных кормах его оказывается крайне недостаточно, что приводит к дефициту белковых транспортеров липидов из печени и, как следствие, избыточному накоплению жирных кислот в гепатоцитах и развитию жировой дистрофии. Кроме развития стеатоза, избыток жирных кислот в клетках печени обуславливает их вовлечение в свободнорадикальный процесс, что

приводит к повреждению клеток печени АКМ. Этот вывод убедительно доказывается результатами проведенных биохимических и морфологических исследований. Главным выводом исследования является положение о необходимости использования антиоксидантной защиты для повышения темпов роста при условии дополнительного введения биодоступного протеина в состав корма рыб. В этой связи для индустриального рыбоводства рекомендуется сочетание кормления рыб искусственными кормами с обязательным использованием нативного протеина, например, мясного фарша или культур беспозвоночных животных.

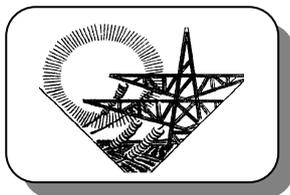
В исследуемых образцах печени сеголеток карпа, выращенного в условиях аквакультуры ООО «Маяк» на естественных кормах с высоким содержанием протеина в составе зоопланктона, признаков жировой дистрофии печени в точках отбора проб 1 и 6 месяцев не наблюдалось.

Таким образом, результаты проведенных исследований позволяют считать, что недостаток протеинов в искусственных кормах либо снижение его биодоступности в результате издержек при его производстве определяют развитие стеатоза и снижение темпов роста рыб при разведении в аквакультуре и кормлении искусственными кормами.

Литература

1. *Грейнджер Р.* Рыбохозяйственные ресурсы: тенденции в производстве, использовании и торговле // Состояние мирового рыболовства и аквакультуры. Ч.1. Мировой обзор рыболовства и аквакультуры. – 2010. – С. 3–14.
2. *Желтов Ю.А.* Рецепты комбикормов для выращивания рыб разных видов и возрастов в промышленном рыбоводстве. – Киев: ИНКОС, 2006. – 154 с.
3. *Желтов Ю.А., Алексеенко А.А.* Кормление племенных карпов разных возрастов в прудовых хозяйствах. – Киев: ИНКОС, 2006. – 169 с.
4. *Ильясов С.В.* Значение рыбного хозяйства // Право и безопасность. – 2004. – № 4(13).
5. *Мирзоева Л.М.* Болезни рыб при индустриальном выращивании. Обзорная информация // Болезни гидробионтов в аквакультуре. – М.: ЦНИИТЭИРХ, 2000. – Вып. 1. – С. 1–60.
6. *Скляров В.Я.* Корма и кормление рыб в аквакультуре. – М.: Изд-во ВНИРО, 2008. – 150 с.





ТЕХНИКА, ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ И ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИИ

УДК 629.114.2

Н.И. Селиванов, В.Н. Запрудский

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРАКТОРОВ СЕРИИ К-744Р НА ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ

Определены рациональные тягово-скоростные режимы использования разных моделей тракторов серии К-744Р на операционных технологиях основной обработки почвы.

Ключевые слова: агрегатирование, обработка почвы, технология, трактор, модель, серия, режим.

N.I. Selivanov, V.N. Zaprudskiy

THE RATIONAL USE OF K-744P SERIES TRACTORS ON THE MAIN SOIL PROCESSING

The rational traction and high-speed modes of K-744P series tractors different model use on the main soil processing operational technologies are defined.

Key words: development of aggregates, soil processing, technology, tractor, model, series, mode.

Введение. Основными показателями технического уровня современных тракторов общего назначения являются производительность Π , удельные топливные g_w и прямые эксплуатационные C_3 затраты почвообрабатывающих агрегатов разного технологического назначения на их базе, определение которых производится с учетом согласования потенциальной тягово-динамической характеристики трактора и характеристики удельного тягового сопротивления рабочей машины или орудия $K_a(v)$. Для обеспечения минимальных удельных затрат $g_w \rightarrow \min$ и $C_3 \rightarrow \min$ среднее значение номинальной скорости трактора \bar{V}_H , соответствующее тяговому диапазону $\varphi_{кр\ opt} \leq \varphi_{кр} \leq 0,5(\varphi_{кр\ opt} + \varphi_{кр\ max})$ [1], должно находиться в пределах рационального интервала рабочих скоростей $V_{opt\ i}^* \leq \bar{V}_H \leq V_{max\ i}^*$ для установленных групп родственных операций основной обработки почвы.

В статье представлены результаты сравнительной оценки адаптации отечественных тракторов высокой мощности (колесной формулы 4к4б) серии К-744Р к зональным технологиям основной обработки почвы, как наиболее энергоемкой и затратной операции при возделывании сельскохозяйственных культур.

С учетом энергоемкости применяемых технологий и технического обеспечения родственных операций основной обработки почвы условно разделены [1] на три группы:

1) отвальная вспашка и глубокое рыхление на глубину 0,21–0,23 м и 0,40–0,50 м соответственно при удельном тяговом сопротивлении $\bar{K}_{0i} = 11–14$ кН/м, приращении удельного тягового сопротивления в зависимости от скорости $\Delta K_i = 0,15–0,18$ с²/м², коэффициенте вариации $\nu_{\bar{K}_{0i}} = 0,10$ и рациональном интервале рабочих скоростей $(V_{opt}^* - V_{max}^*) = 1,80–2,10$ м/с;

2) послеуборочная безотвальная комбинированная обработка (сплошная культивация), дискование и чизелевание на глубину 0,14–0,16 м и до 0,18–0,30 м соответственно при $\bar{K}_{0i} = 4,70–6,50$ кН/м, $\Delta K_i = 0,10$ с²/м², $\nu_{\bar{K}_{0i}} = 0,07$ и $(V_{opt}^* - V_{max}^*)_i = 2,10–2,80$ м/с;

3) послеуборочная поверхностная обработка (лушение стерни), предпосевная обработка, обработка и посев по нулевой технологии при $\bar{K}_{0i} = 3,10–5,10$ кН/м, $\Delta \bar{K}_{0i} = 0,06$ с²/м², $\nu_{\bar{K}_{0i}} = 0,07$ и $(V_{opt}^* - V_{max}^*)_i = 2,80–3,80$ м/с;

Цель работы – оценка адаптации тракторов серии К-744Р к использованию на операциях основной обработки почвы.

Для достижения поставленной цели предусматривалось решение следующих задач:

1) обосновать эксплуатационные допуски на скорость рабочего хода почвообрабатывающих агрегатов для основных групп родственных операций;

2) установить рациональные тягово-скоростные режимы использования разных моделей тракторов серии К-744Р на почвообрабатывающих операциях основных групп;

3) дать сравнительную оценку эффективности использования тракторов разных моделей на основной обработке почвы;

4) определить условия агрегатирования тракторов разных моделей с основными типами почвообрабатывающих машин и орудий.

Условия и методы исследования. Обоснование основных (базовых) значений и интервалов регулирования рабочей скорости трактора производится на заключительном уровне общей системы адаптации с использованием предложенных [1] математических моделей и алгоритмов оптимизации параметров мобильного энергетического средства для конкретных природно-производственных условий.

В условиях вероятностного характера тяговой нагрузки главной выходной координатой трактора как динамической системы является скорость поступательного движения, допустимые значения которой определяют зону его эффективного функционирования при выполнении технологических операций в составе агрегата.

К основным количественным характеристикам эксплуатационных допусков на рабочую скорость трактора относятся [2] установочный допуск на уровень настройки и контрольный допуск или предельные границы скорости рабочего хода (двухсторонние и односторонние).

Номинальное значение рабочей скорости для родственных операций с двухсторонним контрольным допуском можно определить как

$$V_{hi}^* = (V_{opt}^* + V_{max}^*)_i / 2. \quad (1)$$

Установочный допуск на уровень настройки по номинальной скорости $\Delta \bar{V}_{hi}$ равен алгебраической разности математического ожидания номинальной скорости трактора \bar{V}_{hi} и величины \bar{V}_{hi}^*

$$\Delta \bar{V}_{hi} = |V_H^* - \bar{V}_{hi}| = |V_H^* - \xi_{N1}^* * V_H|_i. \quad (2)$$

Контрольный допуск $\Delta \bar{V}$ представляет собой интервал средних значений скорости, ограниченный V_{opti}^* и V_{maxi}^* при $v_v = v_{mc}$, определяется по формуле

$$\Delta \bar{V}_i = 0,5 |V_{max}^* - V_{opt}^*|_i \approx |k\sigma_v|, \quad (3)$$

где $V_{maxi}^* = V_{hi}^* + \Delta \bar{V}_i$ – верхняя граница допуска;
 $V_{opti}^* = V_{hi}^* - \Delta \bar{V}_i$ – нижняя граница допуска;
 $\pm \Delta \bar{V}_i$ – поле двухстороннего допуска;
 σ_v – среднее квадратичное отклонение.

Для операций первой группы, с учетом незначительного интервала изменения рабочей скорости $(V_{max}^* - V_{opt}^*)_1 = (2,10 - 1,80) = 0,3$ м/с, целесообразно использовать односторонний контрольный допуск с нижней предельной границей V_{opt1}^* и $V_H^* = V_{max1}^*$.

$$\Delta \bar{V}_1 = V_{max1}^* - V_{opt1}^* \approx 3\sigma_v. \quad (4)$$

Вероятность нахождения среднего значения скорости \bar{V}_H в зоне двухстороннего допуска при нормальном законе распределения определяется из выражения

$$\bar{P}_\Delta = \Phi(t_1) - \Phi(t_2), \quad (5)$$

где $\Phi(t)$ – функция Лапласа;
 $t_1 = (V_{max}^* - V_H^*) / \sigma_v$;
 $t_2 = (V_{opt}^* - V_H^*) / \sigma_v$ – аргументы функции Лапласа.

Результаты исследования и их обсуждение. В таблице 1 приведены эксплуатационные допуски на скорость рабочего хода трактора для выделенных групп родственных операций основной обработки почвы при вероятности ее нахождения в установленных границах не менее 0,95. Измеряемыми и управляемыми в процессе рабочего хода являются частота вращения коленчатого вала n , буксование движителей δ и передаточное число трансмиссии i_{mp} .

Таблица 1

Эксплуатационные допуски на скорость рабочего хода почвообрабатывающих агрегатов

Группа родственных операций	V_{opt}^* , м/с	V_{max}^* , м/с	V_H^* , м/с	$\Delta\bar{V}$, м/с	v_v	σ_v , м/с	t	\bar{P}_Δ
1	1,80	2,10	2,10	-0,30	0,05	0,10	2,30	0,95
2	2,10	2,80	2,45	$\pm 0,35$	0,07	0,171	2,05	0,95
3	2,80	3,80	3,30	$\pm 0,50$	0,07	0,231	2,16	0,95

Критериями оценки адаптации трактора с механической ступенчатой трансмиссией к определенной технологии обработки почвы является обеспечение установочного и контрольного допусков на скорость рабочего хода при условии $\varphi_{кр\ opt} \leq \varphi_{кр} \leq \bar{\varphi}_{кр} = 0,5(\varphi_{кр\ opt} + \varphi_{кр\ max})$.

Результатами моделирования (табл. 2) установлены наиболее рациональные режимы работы тракторов серии К-744Р на родственных операциях основной обработки почвы разных групп. Для первой группы родственных операций наиболее адаптированным является трактор К-744Р₁, значения номинальной скорости которого $\bar{V}_H = \bar{V}_{opt}$ на одинарных и сдвоенных колесах (2,09/2,07 м/с) практически соответствует скорости $V_{H1}^* = 2,10$ м/с, а контрольный допуск $\Delta\bar{V}_1 = 0,30$ м/с обеспечивается при работе в режиме $\varphi_{кр} \approx \bar{\varphi}_{кр}$. Вторая передача второго режима (II-2) является основной на этих операциях.

Номинальная скорость тракторов К-744Р₂/Р₃ на режиме $\bar{\varphi}_{кр} = 0,41$ на 6–7% превышает скорость V_{H1}^* , а контрольный допуск ($-\Delta\bar{V}_1$) обеспечивается при $\varphi_{кр} \geq \varphi_{кр\ max}$ с превышением допустимого (15%) буксования. Использование этих тракторов при $\bar{V}_H > V_{H1}^*$ существенно повышает удельные топливные затраты.

Тракторы К-744Р₂М/Р₃М в заданном тяговом диапазоне не обеспечивают установленный для операций первой группы скоростной режим работы. Превышение скорости $\bar{V}_H = V_{\bar{\varphi}_{кр}}$ номинальной V_{H1}^* составляет 27 и 38% соответственно. Располагая высоким энергетическим потенциалом они не приспособлены к выполнению этих операций. Одним из возможных вариантов их адаптации является использование двигателя на частичном скоростном режиме при $n_H = 1400-1450$ мин⁻¹.

Таблица 2

Рациональные режимы работы тракторов К-744Р на основной обработке почвы

Группа и вид родственных операций	Показатель	Значения показателей на одинарных / сдвоенных колесах				
		К-744Р ₁	К-744Р ₂	К-744Р ₂ М	К-744Р ₃	К-744Р ₃ М
1. Традиционная технология						
1.1. Вспашка отвальная ($h=0,21-0,25$ м) 1.2. Глубокое рыхление ($h=0,40-0,50$ м)	$\varphi_{кр}$	0,37/0,37	0,41/0,41	0,41/0,41	0,41/0,41	0,41/0,41
	$P_{кр}$, кН	54,1/61,3	63,1/71,5	61,2/69,7	70,4/80,1	68,3/78,4
	\bar{V}_H , м/с	2,09/2,07	2,24/2,21	2,66/2,61	2,26/2,22	2,89/2,77
	$i_{тр\ opt}$	66,5/68,0	62,1/63,8	47,9/50,0	61,5/64,3	44,9/47,3
	Режим Передача	II-2/ II-2	III-2/ III-2	III-3/ III-3	III-2/ II-2	II-4/ II-4
2. Минимальная технология						
2.1. Безотвальная сплошная обработка ($h=0,14-0,18$ м) 2.2. Дискование стерни ($h=0,14-0,18$ м)	$\varphi_{кр}$	0,35/0,35	0,37/0,37	0,41/0,41	0,37/0,37	0,41/0,41
	$P_{кр}$, кН	51,2/58,0	56,9/64,5	61,2/69,7	63,5/72,6	68,3/78,4
	\bar{V}_H , м/с	2,42/2,40	2,70/2,68	2,81/2,77	2,73/2,68	3,00/2,93
	$i_{тр\ opt}$	56,6/59,6	53,5/55,2	46,4/48,3	52,9/53,9	43,5/45,6
	Режим Передача	II-3/ III-2	II-3/ II-3	II-4/ III-3	II-3/ II-3	II-4/ II-4
3. Минимальная и нулевая технологии						
3.1. Поверхностная сплошная обработка стерни ($h=0,08-0,12$ м) 3.2. Поверхностная сплошная обработка стерни и посев ($h=0,014-0,18$ м)	$\varphi_{кр}$	0,30/0,30	0,37/0,35	0,37/0,37	0,37/0,35	0,37/0,37
	$P_{кр}$, кН	43,9/49,7	56,9/61,0	61,2/69,7	63,5/68,7	61,7/70,8
	\bar{V}_H , м/с	2,78/2,78	2,70/2,83	3,13/3,19	2,73/2,81	3,34/3,28
	$i_{тр\ opt}$	51,1/52,6	53,5/52,3	46,1/46,1	52,9/52,3	40,9/42,9
	Режим Передача	III-3/ III-3	II-3/ III-3	II-4/ II-4	III-3/ III-3	III-4/ III-4

На операциях второй группы наиболее эффективными являются тракторы К-744Р₂/Р₃, эксплуатационные параметры которых обеспечивают их функционирование в скоростном интервале ($V_{н2}^* + \Delta\bar{V}_2$) при $\varphi_{крн} = \varphi_{кр\ opt}$. Недостаточный удельный энергетический потенциал трактора К-744Р₁ позволяет использовать его только в диапазоне тяговых нагрузок при $\varphi_{кр} < \varphi_{кр\ opt}$. В то же время тракторы К-744Р₂М/Р₃М из-за повышенной энергонасыщенности не обеспечивают установленный скоростной интервал ($V_{н2}^* \pm \Delta\bar{V}_2$) при $\varphi_{крн} = \bar{\varphi}_{кр}$ без использования частичных скоростных режимов двигателя.

Для операций третьей группы наиболее адаптированными являются тракторы К-744Р₂М/Р₃М с использованием в номинальном тяговом режиме при $\varphi_{крн} = \varphi_{кр\ opt}$. Передачи II-4 и III-4 этих тракторов являются основными. Остальные модели тракторов (особенно К-744Р₁) обладают недостаточным для этих операций удельным энергетическим потенциалом. Поэтому их рабочая скорость выходит за пределы эксплуатационного допуска ($V_{н3}^* - \Delta\bar{V}_3$). Для обеспечения установленного интервала рабочих скоростей эти тракторы приходится использовать на повышенных скоростях (II-4, III-4) в левой части тягово-динамической характеристики при тяговых усилиях, соответствующих $\varphi_{кр} < \varphi_{кр\ opt}$.

Таблица 3

Рациональные параметры и показатели использования почвообрабатывающих агрегатов на базе тракторов серии К-744Р

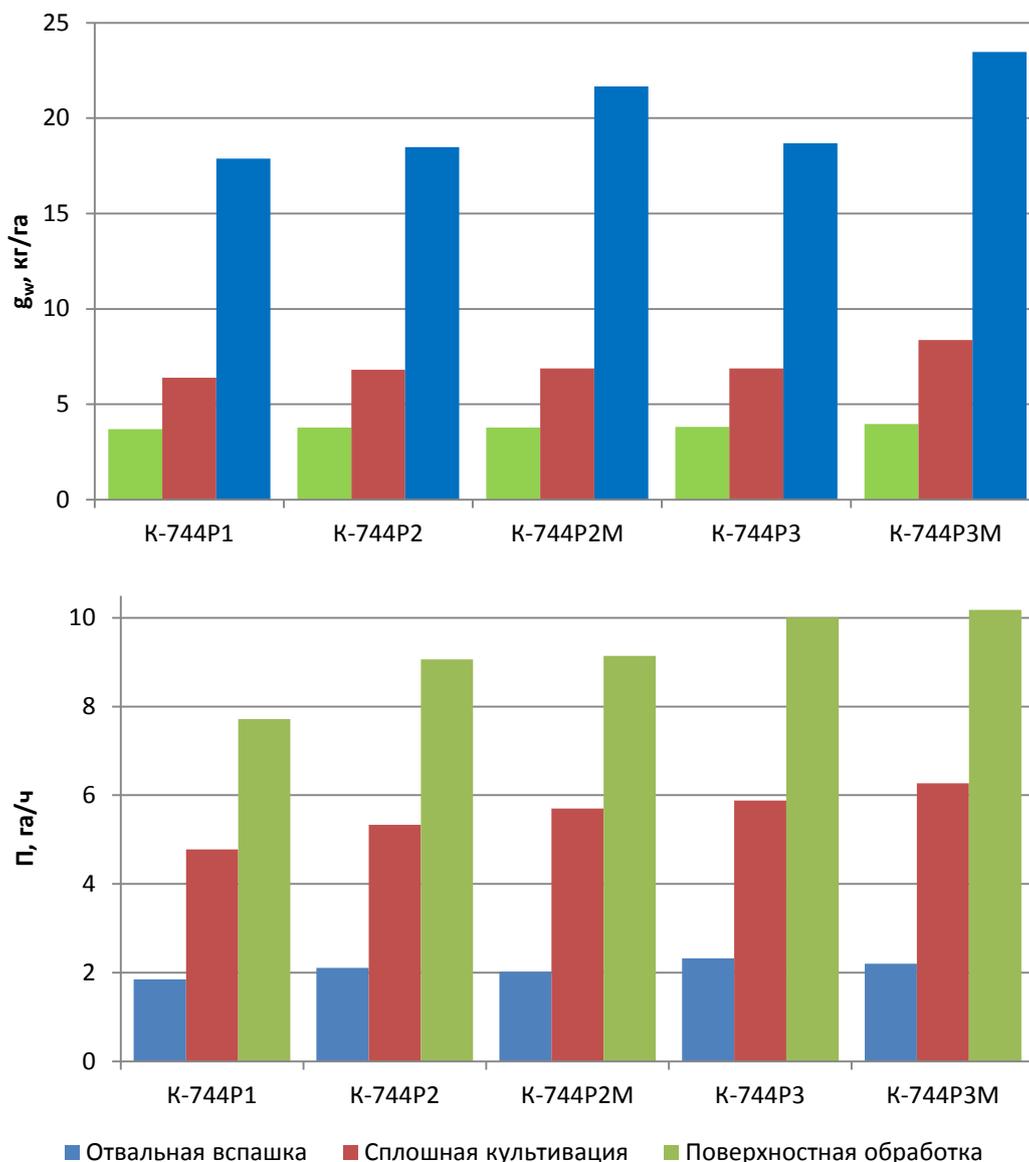
Вид операции	Показатель	Значения показателей одинарные / сдвоенные колеса				
		К-744Р ₁	К-744Р ₂	К-744Р ₂ М	К-744Р ₃	К-744Р ₃ М
Вспашка отвальная ($\bar{K}_0 = 13,6 \text{ кН/м}$, $\Delta\bar{K} = 0,15-0,18 \text{ с}^2/\text{м}^2$)	$W, \text{ м}^2/\text{с}$	6,08/6,20	7,10/8,05	6,75/7,71	7,92/9,05	7,43/8,57
	$P, \text{ га/ч}$	1,85/2,06	2,11/2,35	2,02/2,27	2,32/2,60	2,20/2,48
	$g_w, \text{ кг/га}$	17,87/15,68	18,48/16,2	21,66/18,98	18,68/16,33	23,47/20,34
	$V_{p\ max}, \text{ м}$	2,90/3,32	3,17/3,64	2,54/2,94	3,50/4,08	2,62/3,09
Безотвальная комбинированная обработка	$W, \text{ м}^2/\text{с}$	1856/21,02	20,88/23,6	22,49/25,59	23,32/26,63	25,08/28,80
	$P, \text{ га/ч}$	4,79/5,36	5,33/5,96	5,70/6,38	5,88/6,61	6,27/7,07
	$g_w, \text{ кг/га}$	6,40/5,65	6,81/6,01	6,88/6,05	6,87/6,02	7,36/6,41
	$V_{p\ max}, \text{ м}$	7,67/8,76	7,33/8,83	8,0/9,24	8,54/9,94	8,36/9,83
Поверхностная комбинированная обработка	$W, \text{ м}^2/\text{с}$	32,0/36,0	37,57/40,90	37,95/43,07	42,07/46,04	42,85/49,02
	$P, \text{ га/ч}$	7,72/8,60	9,06/9,77	9,14/10,22	10,01/10,81	10,18/11,43
	$g_w, \text{ кг/га}$	3,70/3,50	3,78/3,48	3,78/3,38	3,81/3,48	3,96/3,48
	$V_{p\ max}, \text{ м}$	11,5/12,9	13,9/14,6	12,1/13,9	15,4/16,2	12,8/14,9

В таблице 3 и на рисунке приведены рациональные параметры и показатели использования почвообрабатывающих агрегатов для выделенных групп родственных операций с установленными значениями \bar{K}_{0i} и $\Delta\bar{K}_{0i}$ при обоснованных тягово-скоростных режимах работы тракторов.

Результаты моделирования показали, что наименьший удельный расход топлива достигается при работе агрегатов на базе трактора К-744Р₁, независимо от их технологического назначения. Превышение этого показателя для агрегатов на базе тракторов других типоразмеров зависит от согласованности характеристики и режимов их работы с характеристиками рабочих машин. Минимальное увеличение g_w (2–7%) характерно для тракторов К-744Р₂/Р₃, а максимальное (15–31%) – для К-744Р₂М/Р₃М. При этом наименьшее превышение удельных топливных затрат характерно для третьей группы операций, а наибольшее – для первой группы.

Минимальная техническая производительность характерна для агрегатов на базе трактора К-744Р₁. Наивысшие ее значения достигаются при использовании тракторов К-744Р₃ и К-744Р₃М. Превышение по сравнению с использованием К-744Р₁ составляет 19–32%.

Оснащение тракторов сдвоенными колесами обеспечивает повышение производительности и снижение погектарного расхода топлива на 11–12% и на 9–13% соответственно.



Показатели использования почвообрабатывающих агрегатов на базе тракторов серии К-744Р

Полученные результаты сравнительной оценки показателей эффективности почвообрабатывающих агрегатов позволяют рекомендовать предпочтительное использование тракторов серии К-744Р на следующих операциях:

- отвальная вспашка и глубокое рыхление – К-744Р₁/Р₃;
- безотвальная комбинированная обработка – К-744Р₂/Р₂М/Р₃;
- поверхностная обработка – все модели, кроме К-744Р₁.

Результаты производственных испытаний почвообрабатывающих агрегатов разного технологического назначения на базе трактора К-744Р₂ (табл. 4) позволили определить действительные нагрузочно-скоростные режимы работы и показатели эффективности их использования. При этом установлено, что действительные значения показателей тягово-скоростных режимов и эффективности отличаются от потенциальных по результатам моделирования не более чем на 3–5%. Указанное свидетельствует о достаточно высокой достоверности полученных характеристик и оценочных показателей используемой методологии многоуровневой системы оптимизации эксплуатационных параметров почвообрабатывающих агрегатов разного технологического назначения для адаптации к производственным условиям.

Результаты производственных испытаний почвообрабатывающих агрегатов
($r_d = 0,840$ м, $P_m = 0,16$ МПа)

Операция и состав агрегата	Показатели работы (эксперимент/моделирование)								
	Реж. перед.	\bar{V}_p , м/с	$\bar{n}_{об}$, мин ⁻¹	δ , %	$P_{кр}$, кН	W_i , м ² /с	g_w , кг/га	$\lambda_w = W_u/W_m$	$\lambda_{gw} = g_{w_u}/g_{w_m}$
Культивация стерни ($h=0,14-0,16$ м) К-744Р ₂ +АКП «Лидер-7,2» (рыхлительные лапы)	II-3	2,62	1880	12,0	59,5	18,86	7,54	0,970	1,030
	II-3	2,70	1850	10,1	56,9	19,44	7,32		
Дискование стерни ($h=0,14-0,16$ м) К-744Р ₂ +БДМ 6х4ПМ ($\alpha=25^\circ$)	II-3	2,76	1890	8,0	54,8	16,56	8,47	1,022	0,965
	II-3	2,70	1850	10,1	56,9	16,2	8,78		
Поверхностная сплошная обработка стерни ($h=0,10-0,12$ м) К-744Р ₂ +АКП «Лидер-8,4» (плоскорезящие лапы)	II-3	2,80	1900	7,0	53,9	23,52	5,96	1,037	0,951
	II-3	2,70	1850	10,1	56,9	22,68	6,27		
Дискование стерни ($h=0,10-0,12$ м) К-744Р ₂ +БДМ 6х4ПМ ($\alpha=15^\circ$)	II-4	3,41	1905	5,8	44,1	20,46	6,82	1,040	0,945
	II-4	3,28	1850	7,0	46,1	19,68	7,23		

По результатам моделирования и производственных испытаний предложены условия рационального агрегатирования тракторов серии К-744Р с основными типами почвообрабатывающих машин и посевных комплексов в АПК Красноярского края (табл. 5). Указанные условия могут быть положены в основу комплектования почвообрабатывающих агрегатов для реализации зональных операционных технологий основной обработки почвы.

Таблица 5

Рациональное агрегатирование тракторов серии К-744Р с основными типами почвообрабатывающих посевных машин и орудий в АПК Красноярского края

Технологии и типы машин и орудий	Модель, максимальная ширина захвата, м (количество корпусов)				
	К-744Р ₁	К-744Р ₂	К-744Р ₂ М	К-744Р ₃	К-744Р ₃ М
Традиционная Плуг полунавесной ПТК 9-35 Плуг оборотный ППО Плуг чизельный ПЧ	$\begin{pmatrix} 8к \\ 9к \\ 6см \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 9к \\ 10к \\ 7см \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 7к \\ 10к \\ 7см \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 10к \\ 12к \\ 8см \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 8к \\ 12к \\ 8см \end{pmatrix}$
Минимальная Дискатор 4-х рядный Культиватор КТС АКП «Лидер»	6/7м 7/8м 7,2/8,5м	6/7м 7/8м 7,2/8,5м	6/7м 7/8м 7,2/8,5м	7/8м 8/10м 8,5/10,8м	7/8м 8/10м 8,5/10,8м
Поверхностная обработка и нулевая технология АКП «Лидер» Посевной комплекс «Кузбасс» Посевной комплекс «Томь»	9/10м ПК-8,5/9,7 Томь-6,3/6,3	10/12м ПК-9,7/9,7 Томь-10/10	10/12м ПК-9,7/9,7 Томь-10/10	12/14м ПК-12,2/12,2 Томь-12/12	10/13м ПК-9,7/12,2 Томь-10/12

* В знаменателе для тракторов на сдвоенных колесах.

Выводы

1. Обоснованы эксплуатационные допуски на скорость рабочего хода почвообрабатывающих агрегатов для основных групп родственных операций и установлены рациональные тягово-скоростные режимы использования разных моделей тракторов серии К-744Р на операционных технологиях основной обработки почвы.
2. На основании сравнительной оценки показателей эффективности использования тракторов разных типоразмеров на обработке почвы обоснованы приоритетные группы операционных технологий их применения.
3. По результатам производственных испытаний и моделирования эксплуатационных параметров почвообрабатывающих агрегатов определены условия рационального агрегатирования разных моделей тракторов серии К-744Р с основными типами рабочих машин в АПК Красноярского края.

Литература

1. Селиванов Н.И. Технологические основы адаптации тракторов. – Красноярск, 2012. – 259 с.
2. Агеев Л.Е., Бахриев С.Х. Эксплуатация энергонасыщенных тракторов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 271 с.



УДК 628.81

Р.Ж. Низамутдинов, О.С. Пташкина-Гирина, А.Х. Доскенов

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ РАБОТЫ ТЕПЛОНАСОСНОЙ УСТАНОВКИ В СИСТЕМЕ ОТОПЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

По результатам прямого натурного эксперимента и теоретических исследований создана имитационная модель теплонасосной установки в системе отопления, позволяющая воспроизвести функционирование системы во времени при различных сочетаниях условий внешней среды и значений параметров установки.

Ключевые слова: насос тепловой, низкопотенциальная тепловая энергия, прямой натурный эксперимент, имитационное моделирование.

R.Zh. Nizamutdinov, O.S. Ptashkina-Girina, A.Kh. Doskenov

SIMULATION MODEL OF HEAT PUMP EQUIPMENT OPERATION IN HEATING SYSTEM IN THE CHELYABINSK REGION CONDITIONS

According to the results of direct field experiment and theoretical studies the simulation model of heat pump equipment in the heating system is developed. It allows to reproduce the system functioning in time under various combinations of environmental conditions and equipment parameters values.

Key words: heat pump, low-potential heat energy, direct field experiment, simulation modeling.

Одно из основных энергосберегающих мероприятий в системе отопления и горячего водоснабжения не только в мире, но и в России стало внедрение теплонасосных установок, использующих низкопотенциальную энергию грунтов, грунтовых вод и т.п. Использование практически неиссякаемой низкопотенциальной энергии в объектах теплоснабжения обеспечивает экономию топливно-энергетические ресурсы.

Челябинская область относится к Уральской зоне аномально низкого (<30 мВт/м²) теплового потока, т.е. не обладает запасами глубинных термальных вод в отличие от соседних регионов (Башкирия, Тюменская область) [1]. Территория горного Урала, являющаяся областью формирования поверхностного и подземного стоков, характеризуется развитием исключительно холодных подземных вод. Температура их до глубины 300–400 м обычно составляет 5–7°C и даже на глубинах до 1000 м не поднимается выше 9°C. В целом по Зауралью зона холодных вод распространена до глубины 450–500 м. Зона слаботермальных вод распространяется до глубин 1100–1200 м с температурами не выше 50°C [2].

Для определения возможности использования низкопотенциальной тепловой энергии грунта и подземного стока, оценки выбора элементов теплонасосной установки в климатических и геологических условиях Челябинской области был осуществлен прямой натурный эксперимент на базе ООО КЭП «Лаборатория вариаторов», но прямой эксперимент не позволяет изменить многие параметры установки без дополнительных материальных и временных затрат. Поэтому на основе результатов прямого эксперимента и теоретических исследований была создана имитационная модель теплонасосной установки, позволяющая воспроизводить алгоритм («логику») функционирования исследуемой системы во времени при различных сочетаниях значений параметров системы и внешней среды.

Для создания имитационной модели была использована программа Simulink, являющаяся приложением к пакету MATLAB [3]. При моделировании с использованием Simulink реализуется принцип визуального программирования, в соответствии с которым пользователь на экране из библиотеки стандартных блоков создает модель устройства и осуществляет расчеты. При этом, в отличие от классических способов моделирования, пользователю не нужно досконально изучать язык программирования и численные методы математики, а достаточно общих знаний, требующихся при работе на компьютере и, естественно, знаний той предметной области, в которой он работает.

Соответственно, технология компьютерного моделирования предполагает выполнение следующих действий [4]:

- определение цели моделирования;
- разработка концептуальной модели;
- формализация модели;
- программная реализация модели;
- реализация плана эксперимента;
- анализ и интерпретация результатов моделирования.

Цель имитационного моделирования теплонасосной установки – это создание модели работы теплового насоса совместно со всеми процессами, касающимися преобразования первичной низкопотенциальной энергии в энергию полезную потребителю.

Для этого была создана концептуальная модель теплового насоса, состоящая из блоков. Каждому блоку соответствует какой-либо из элементов теплонасосной установки (рис.1). Элементы описываются математическими формулами или зависимостями в соответствии с процессами, проходящими в том или ином блоке.

Блок №1 задает изменение температуры окружающей среды, внутреннюю температуру помещения, теплопроводность ограждающих конструкций с учетом их материалов.

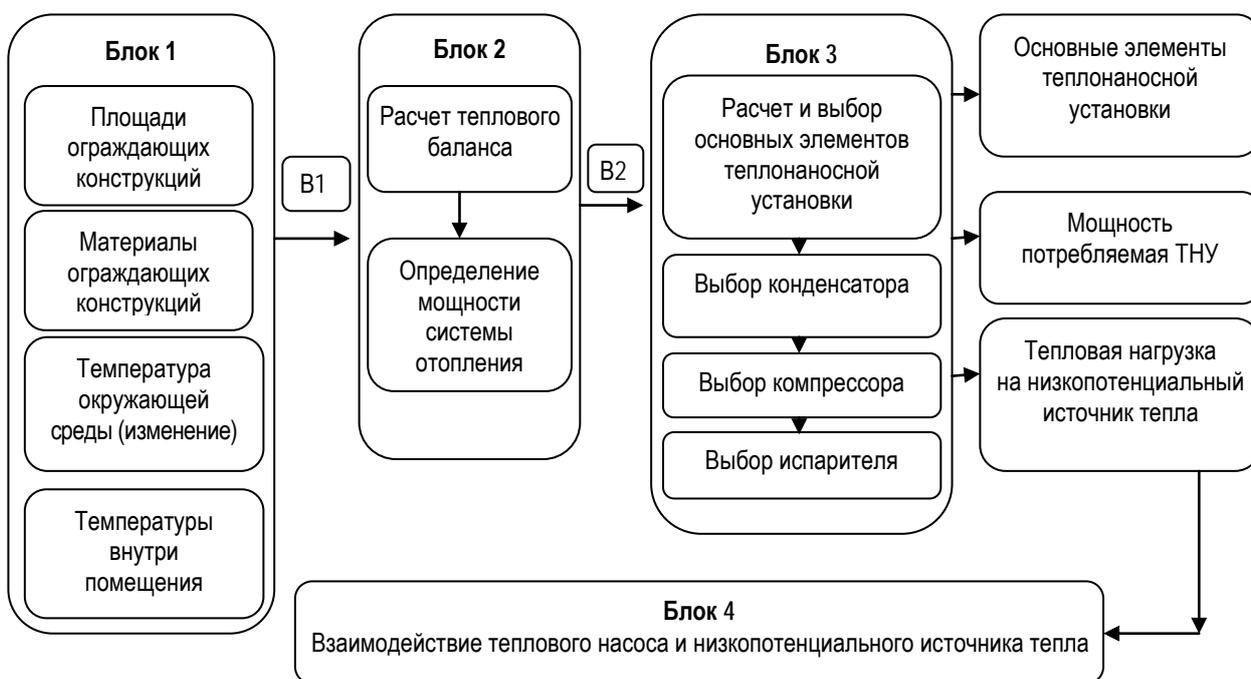


Рис. 1. Блок схема имитационной модели теплового насоса для условий Челябинской области

Блок №2 производит расчет теплового баланса помещения и определяет необходимую мощность системы отопления.

Блок №3 производит расчет и выбор основных элементов теплонасосной установки.

Результатом блока №3 также является выбор наиболее важных параметров системы отопления: мощности, потребляемой тепловым насосом, и хладопроизводительности теплонасосной установки.

Блок № 4 позволяет смоделировать в динамике совместную работу теплового насоса и источника низкопотенциальной энергии в зависимости от значений температуры наружного воздуха.

Результатом блока №4 является выбор необходимых параметров установки для добычи низкопотенциальной энергии: длины скважины, площади погружного теплообменника. Работа блока № 4 стала возможной только после проведенных теоретических исследований и натурного эксперимента.

Следующим элементом модели теплового насоса являются взаимосвязи (B1, B2), они при помощи математических формул описывают влияние блоков друг на друга.

Чем больше блоков описывает модель и чем точнее подобрано математическое описание взаимосвязей блоков, тем меньше погрешность конечных результатов. Адекватность модели проверяется на любом этапе моделирования.

При моделировании пользователь может выбирать метод решения дифференциальных уравнений, а также способ изменения модельного времени (с фиксированным или переменным шагом). В ходе моделирования имеется возможность следить за процессами, происходящими в системе. Для этого используются специальные устройства наблюдения, входящие в состав библиотеки Simulink. Результаты моделирования могут быть представлены в виде графиков или таблиц (рис. 2).

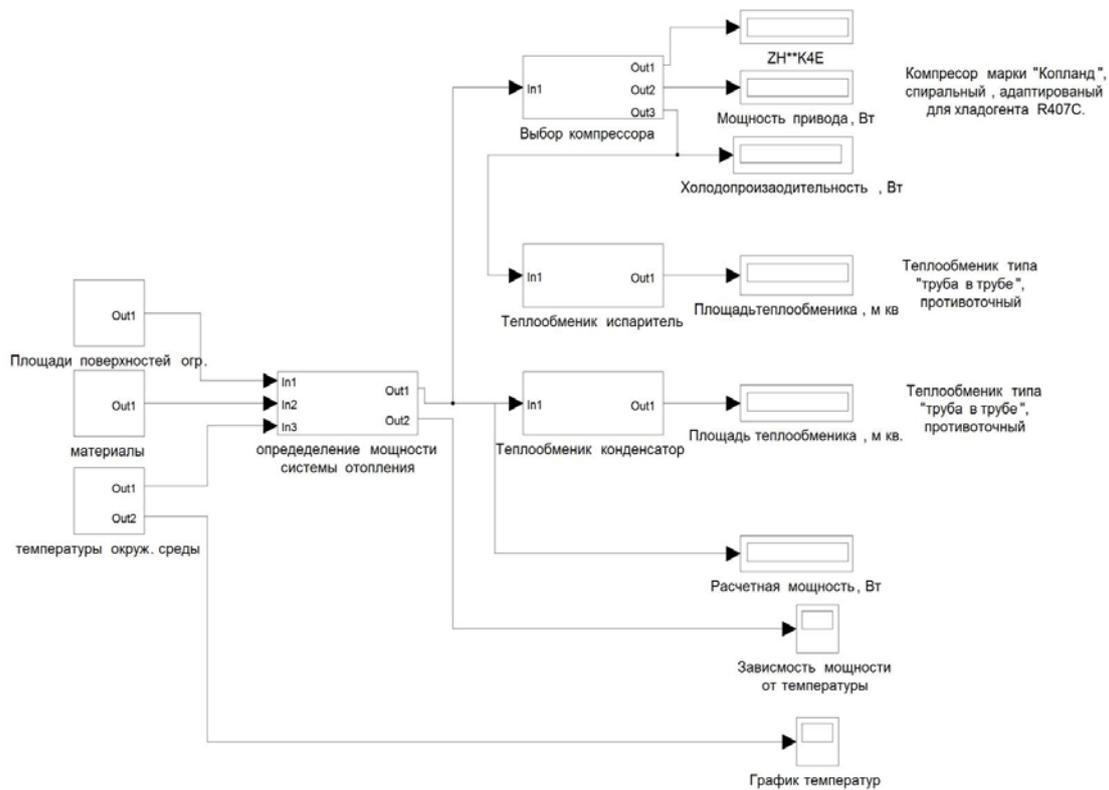


Рис. 2. Результат имитационного моделирования теплонасосной установки

При выборе теплового насоса в системе отопления в первую очередь рассматривались установки Viessmann и Stiebel Eltro, на поставках которых специализируются большинство фирм России. Эти тепловые насосы используют схему с промежуточным теплоносителем совместно со скважиной, что приводит к дополнительным затратам энергии для перекачки промежуточного теплоносителя. Авторами предложена схема,

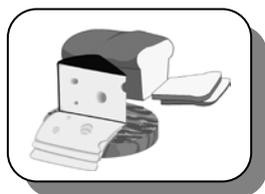
использующая принцип прямого кипения, т.е. теплообменником-испарителем является непосредственно теплообменник-труба, погруженный в скважину [5].

Имитационное моделирование позволило в значительной мере сократить время, затрачиваемое на расчеты, и повысило точность инженерно-технических изысканий при проектировании систем отопления с использованием теплонасосных установок для условий Челябинской области.

Литература

1. Голованова И.В. Тепловое поле Южного Урала / Ин-т геологии УфимНЦРАН. – М.: Наука, 2005. – 189 с.
2. Гидрогеология СССР. Т. XIV. Урал. Уральское территориальное геологическое управление / под ред. В.Ф. Прейс. – М.: Недра, 1972. – 648 с.
3. URL: <http://www.mathworks.com>.
4. Хахулин Г.Ф. Основы конструирования имитационных моделей: учеб. пособие. – М.: НТК Поток, 2002. – 222 с.
5. Пат. на полезную модель №14137. Трубка теплообменника: заявка 2011131986/06. Российская Федерация / Пташкина-Гирина О.С., Низамутдинов Р.Ж.; заявл. 15.11.11; Оpubл. 10.03.2012.





ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ

УДК 630* 232. 31. 9

В.В. Острошенко, Л.Ю. Острошенко,
Р.Ю. Акимов, А.В. Пак

НОРМИРОВАНИЕ РАБОТ ПО ДРАЖИРОВАНИЮ СЕМЯН ХВОЙНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД

В статье рассматриваются работы по дражированию семян хвойных древесных пород: мелких – лиственницы Каяндера и крупных – кедра корейского. Рассчитаны предварительные нормы выработки и нормы времени на дражирование семян ручным и механизированным способами.

Ключевые слова: кедр корейский, лиственница Каяндера, семена, дражирование, норма выработки, норма времени.

V.V. Ostroshenko, L.Yu. Ostroshenko,
R.Yu. Akimov, A.V. Pak

RATE SETTING OF WORKS ON CONIFEROUS TREE SPECIES SEED PELLETTING

The works on coniferous tree species seed pelleting: small – the Kayander's larch and large - the Korean cedar are considered in the article. The preliminary production rates and standard hours of seed manual and mechanical pelleting are calculated.

Key words: Korean cedar, Kayander's larch, seeds, pelleting, production rate, standard hours.

Введение. Эффективность искусственного лесовосстановления в значительной степени зависит от качества посадочного материала. В последние десятилетия в лесном хозяйстве разрабатывается новая перспективная технология – применение стимуляторов (регуляторов) роста при выращивании сеянцев в питомнике и проведении комбинированных мер лесовосстановления на лесных участках [1]. Результаты первых исследований, проведенных в европейской части России и на Дальнем Востоке, показали, что росторегулирующие препараты обеспечивают устойчивость растений к неблагоприятным условиям среды и болезням, стимулируют образование корневой системы, рост побегов, репродуктивных органов и фитомассы [2–5,9].

Выявленная эффективность применения стимуляторов роста позволяет перейти к дражированию семян и разработке орудий для точечного посева, как наиболее экономичного.

Дражирование – предпосевная обработка семян, цель которой состоит в выравнивании их поверхности, обеспечении проростка на ранних фазах развития необходимыми элементами минерального питания, в защите от вредителей и болезней [2–9].

Суть дражирования заключается в покрытии семени оболочкой, в которую входят связующие вещества, элементы питания и инсектициды. Образуются гранулы (драже) диаметром, зависящим от размера семян, пригодные для хранения, транспортировки и точечного высева. К моменту прорастания семян в почве гранула растворяется, обеспечивая проросток элементами питания и защищая его от агрессивной почвенной флоры.

Вплотную дражированием семян стали заниматься лишь после Второй мировой войны. Первоначально: в США, Англии, Канаде, Новой Зеландии, затем и в других странах [3,4]. В настоящее время этот новый эффективный прием предпосевной подготовки семян применяется в промышленных масштабах в сельском хозяйстве нашей страны и за рубежом при посеве мелкосеменных культур (овощные, сахарная свекла, хлопчатник) [4]. Дражированные семена моркови часто встречаются в торговой сети России.

В лесном хозяйстве России первые опыты по дражированию и посеву мелких семян хвойных древесных пород (сосна обыкновенная, ель аянская) начаты в 1980-е годы сотрудниками ЛенНИИЛХа [3]. При разработке нового способа использовали лабораторный дражиратор. Скорость вращения дражиратора – 2–2,2 с⁻¹, угол наклона – 40°, длительность дражирования – 1–1,5 ч, диаметр полученных драже – 3,5–4,5 мм.

Всхожесть дражированных семян в грунте снижалась на 7–9%, но в дальнейшем энергия роста однолетних сеянцев по отношению к контролю повышалась в пределах 5–7%.

Первые опыты на Дальнем Востоке по дражированию семян проводились с лиственницей Каяндера в бывшем Чумиканском лесхозе Хабаровского краевого управления лесами [2]. Затем эти работы были продолжены на кафедре лесоводства Института лесного и лесопаркового хозяйства Приморской государственной сельскохозяйственной академии (ПГСХА). Изучались возможности механизированного дражирования семян кедра корейского. Последующие посевы дражированных семян показали, что дражирование легко включается в технологический процесс, не требует больших трудо- и материальных затрат и может повысить эффективность лесовосстановления.

Однако для последующих экономических расчетов себестоимости лесовосстановительных работ требуются утвержденные нормы выработки на дражирование семян и нормы времени на единицу объема проведенной работы. Изучению данных вопросов посвящена настоящая работа.

Цель исследований – техническое нормирование работ по дражированию семян.

Исходя из поставленной цели решались **следующие задачи**:

- дражирование семян лиственницы Каяндера и кедра корейского;
- техническое нормирование работ по дражированию семян;
- расчет норм выработки и норм времени.

Методика работ. Дражирование семян лиственницы Каяндера проводили ручным способом в 2001–2004 гг. Использовали семена местного сбора. Лесоводственная ценность семян – нормальные. Масса 1 тыс. штук – 3,73 г. Энергия прорастания за 7 дней проращивания – 25%. Лабораторная всхожесть за 15 дней проращивания – 58%. Класс качества – первый. Перед дражированием семена были подвергнуты снегованию в течение двух месяцев и последующей обработке 0,03–0,05% раствором $KMnO_4$. Затем семена смешивали в эмалированной посуде с приготовленными компонентами. Компоненты дражирования: стимулятор роста растений (0,01% – иммуноцитифит), ТМТД (5 г на 1 кг семян), раксил (фунгицид – 1,5 г на 1 кг семян), 5% клей ПВА (клеящее вещество) и наполнитель (древесная зола и компост). Соотношение семян, древесной золы и компоста 1:1:1. Длительность многослойного (трехкратного) дражирования с просушиванием семян на открытом воздухе и перемешиванием их до состояния сыпучести и ультрафиолетовым облучением в зависимости от погодных условий составляла 3–4 ч. Диаметр подготовленных драже – 0,5–0,7 см.

Механизированное дражирование семян сосны корейской (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.) проводили на лабораторном дражираторе, сконструированном на кафедре лесоводства ПГСХА.

Перед дражированием семена в течение 30 мин обрабатывали стимуляторами роста: цирконом и эпином. Концентрация раствора: 0,5 мл на 2 л воды.

Семена смешивали с дражировочной смесью из расчета: на 50 г семян, 50 г клеящего вещества и 50–70 г древесной золы. Изготовленные драже подсушивали: лиственницы Каяндера – 1–2 ч на открытом воздухе, подвергая ультрафиолетовому облучению; кедра корейского – 4–6 ч в помещении при комнатной температуре. По окончании просушивания определяли прочность приклеивания наполнителя к семенам и формирования драже.

Техническое нормирование работ по дражированию семян лиственницы Каяндера и кедра корейского проводили в течение трех смен согласно действующей методике [10]. Норма выработки – количество продукции или объем работы, которые должны быть выполнены или произведены за единицу времени. Одновременно с дражированием семян в течение трех смен проводили техническое нормирование (фотографию рабочей смены) по определению нормы выработки (в натуральных показателях), нормы времени (в человеко-часах) и нормы обслуживания, позволяющие организовать оплату труда в соответствии с распределением по труду.

Норму выработки ($H_{\text{выр}}$) рассчитывали по формуле

$$H_{\text{выр}} = T_{\text{см}} - (T_{\text{пз}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{отд}} + T_{\text{лн}}) / t_{\text{оп}} = T_{\text{оп}} / t_{\text{оп}}$$

- где $T_{\text{см}}$ – время смены;
 $T_{\text{пз}}$ – время подготовительно-заключительной работы;
 $T_{\text{обс}}$ – время обслуживания рабочего места;
 $T_{\text{отд}}$ – время на отдых;
 $T_{\text{лн}}$ – время на личные надобности;
 $t_{\text{оп}}$ – основное время;
 $T_{\text{оп}}$ – время оперативной работы в течение смены.

Результаты исследований. Продолжительность каждой смены составляла 8 ч. Структура рабочего времени отражена в таблице.

Хронометраж рабочего времени при дражировании семян хвойных древесных пород

Структура рабочего времени	Затраты времени, мин	
	Ручное дражирование семян лиственницы Каяндера	Дражирование семян кедрового на дражираторе
Общая продолжительность смены $T_{см}$	480	480
Подготовительно-заключительная работа $T_{пз}$	12	10
Обслуживание рабочего места $T_{обс}$	-	40
Отдых $T_{отд}$	10	10
Личные надобности $T_{лн}$	10	10
Оперативная работа $T_{оп}$	448	410

Подготовительно-заключительная работа заключалась:

- при ручном дражировании семян лиственницы Каяндера – в подготовке тары и рабочего места, очистке тары, уборке семян и компонентов наполнителя, переноске их к месту хранения, очистке рабочего места. Продолжительность работы по трем рабочим сменам составляла: 14, 10, 9 мин, в среднем – 12 мин.

- при работе на дражираторе – в подготовке тары, проверке работы дражиратора и его очистке после окончания работы, уборке дражиратора, семян и компонентов наполнителя к месту хранения. Продолжительность работы по трем рабочим сменам: 12, 8 и 11 мин, в среднем – 10 мин. При механизированном дражировании подготовительно-заключительной работы время сократилось на 2 мин.

Выявление количества клеящего вещества, необходимого для производственного процесса, носило поисковый характер. Использовали клей ПВА, крахмальный и мучной клейстеры. При его передозировке наблюдалось формирование отдельных комков из семян, клеящего вещества и наполнителя. Процесс разделения комков при механизированном дражировании требовал остановки дражиратора, последующей разбивки комков и включения дражиратора. Затраты времени в среднем составили 40 мин. Опытным путем установлено, что в среднем для приготовления 1 кг дражированных семян необходимо 0,9–1 кг клеящего вещества.

Время на отдых и личные надобности составляет по 10 мин, соответственно.

В среднем за одну смену подготовлено дражированных семян:

при ручном дражировании – 11,8 кг; при использовании дражиратора – 14,0 кг.

$T_{оп}$ на дражирование 1 кг семян составляет:

- при ручном дражировании – 38 мин ($448 \text{ мин} : 11,8 \text{ кг} = 38 \text{ мин/кг}$);

- при механизированном дражировании – 29 мин ($410 \text{ мин} : 14 \text{ кг} = 29 \text{ мин/кг}$).

Проведенная фотография рабочей смены и последующие расчеты позволили определить норму выработки ($N_{выр}$), которая составила:

- при ручном дражировании семян лиственницы – 12,6 кг ($480 : 38 = 12,6$);

- при механизированном дражировании семян кедрового – 16,5 кг ($480 : 29 = 16,5$).

Выводы. Таким образом, проведенная работа позволила рассчитать нормы выработки на внедряемый в лесную отрасль новый вид трудового процесса при подготовке семян к посеву – дражирование семян.

Дражирование семян на дражираторе повышает производительность труда на 18,6% (с 11,8 кг до 14,0 кг в смену) и снижает трудоемкость на 8,5 %.

Наиболее эффективным клеящим веществом являются клей ПВА, клейстеры: крахмальный и мучной.

Опытные работы проведены с семенами хвойных древесных пород: мелкими и крупными. Считаем целесообразным продолжить исследования с семенами других древесно-кустарниковых пород.

Литература

1. Лесной кодекс Российской Федерации (по состоянию на 20 февраля 2008 г.). – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2008. – 63 с.
2. Гуков Г.В., Острошенко В.В., Острошенко Л.Ю. Использование стимуляторов роста и дражирование семян при лесовосстановлении на Дальнем Востоке // Проблемы охраны лесов и многоцелевого лесопользования: тр. ДальНИИЛХ. – Хабаровск: Изд-во ФГУ «ДальНИИЛХ», 2005. – Вып. 38. – С. 175–183.

3. *Маслаков Е.Л., Лебеденко Л.А., Альберт В.Э.* Разработать систему мероприятий и определить нормативы по срокам сбора, переработки, хранению и подготовки семян сосны и ели к посеву, обеспечивающие 90% всхожесть при выращивании сеянцев с закрытыми корнями в условиях теплиц. – Л., 1985. – 105 с.
4. *Мухин В.Д.* Дражирование семян сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1971. – 93 с.
5. *Пентелькина Н.В.* Экологически чистые технологии на основе использования стимуляторов роста // Экология. Наука, образование, воспитание: сб. науч. тр. / БГИТА. – Брянск, 2002. – Вып. 3. – С. 69–71.
6. *Пентелькина Ю.С.* Влияние стимуляторов на всхожесть семян и рост сеянцев хвойных видов: автореф. дис... канд. с-х. наук. – М.: Изд-во Моск. гос. ун-та леса. – 2003. – 24 с.
7. *Пентелькина Н.В., Пентелькина Ю.С.* Влияние новых стимуляторов на качество сеянцев хвойных пород // Лесной комплекс: состояние и перспективы развития. – Брянск: Изд-во БГИТА, 2003. – Вып. 5. – С. 122–125.
8. *Пентелькина Н.В., Острошенко Л.Ю.* Выращивание сеянцев хвойных пород в условиях Севера и Дальнего Востока с использованием стимуляторов роста // Актуальные проблемы лесного комплекса. – Брянск: Изд-во БГИТА, 2005. – Вып. 10. – С. 125–129.
9. Предпосевная обработка семян хвойных стимуляторами роста / *В.В. Острошенко* [и др.] // Тр. междунар. форума по пробл. науки, техники и образования. – М.: Изд-во АНЗ, 2002. – Т.3. – С. 75–77.
10. *Янушенко А.Д., Воронин И.В., Кожухов Н.И.* Организация, планирование и управление предприятиями лесного хозяйства. – М.: Лесн. пром-сть, 1983. – 344 с.



УДК 661.68

Н.В. Присухина, Н.Н. Тупсина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОРОШКА ЕЖЕВИКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Рассматривается возможность применения порошка ежевики в производстве мучных кондитерских изделий для создания продуктов функционального назначения.

Приведен химический состав некоторых сортов ежевики. Представлена технологическая схема и рецептура производства бисквита с порошком ежевики.

Ключевые слова: ежевика, порошок, кондитерские изделия, производство, рецептура.

N.V. Prisukhina, N.N. Tipsina

BLACKBERRY POWDER USE IN WAD PRODUCTION

The possibility of blackberry powder use in wad production for functional purpose product creation is considered.

The chemical composition of some blackberry sorts is given. The technological scheme and sponge cake production formulation with blackberry powder is presented.

Key words: blackberry, powder, confectionary, production, formulation.

Современные условия жизни требуют новых продуктов, которые содержали бы в физиологически значимых количествах незаменимых макро- и микронутриентов. Один из вариантов решения этого вопроса – возможность использования добавок на основе растительного сырья. В качестве добавок, используемых для обогащения кондитерских изделий, очень удобно использовать порошки, получаемые из плодов и ягод [5].

Использование порошков дает возможность интенсифицировать технологические процессы производства продукции и позволяет обогатить ее ценными пищевыми веществами. Порошкообразные полуфабрикаты могут выступать как основные структурообразующие компоненты, так и в качестве наполнителей и обогатителей с целью сбалансированного состава продуктов питания.

Среди сырья для получения порошков большой интерес представляет дикорастущая ежевика, дающая стабильно высокие урожаи ягод, обладающих тонким устойчивым ароматом, высокими вкусовыми, диетическими и лечебными свойствами [3].

Виды ежевики очень изменчивы и отличаются большим разнообразием, многочисленными подвидами, разновидностями, формами. В настоящее время в России насчитывается 52 вида дикорастущей ежевики. Химический состав ягод ежевики в основном представлен водой, нерастворимыми и растворимыми веществами, свободной яблочной кислотой, дубильными веществами, клетчаткой, азотистыми, минеральными веществами и фосфорной кислотой, количество которых зависит от биологических особенностей, почвенно-климатических условий, сроков сбора и других факторов. Установлено, что сахара в ягодах ежевики представлены глюкозой и фруктозой, а сахароза встречается в малых количествах или вообще отсутствует. Массовая доля пектиновых веществ составляет до 2% на сырую массу. Из органических кислот в ягодах преобладает лимонная. Обнаружены изолимонная, яблочная, янтарная, щавелевая и другие пищевые кислоты. Установлено, что ежевика содержит значительное количество полифенолов, представленных хлорогеновой кислотой, катехинами, лейкоантоцианидами и антоцианами. Из флавоноидов преобладают антоцианы. Они составляют 64,7–69,6% , а катехины – 5% общего количества фенолов [1].

На Майкопской станции ВИР была изучена зависимость химического состава ежевики от сорта и видовых форм. Результаты исследования представлены в таблицах 1 и 2.

Из полученных данных следует, что ягоды представителей разных сортов форм ежевики сильно различаются по химическому составу. Так, количество сухого вещества колеблется от 11,37 до 20,10%, сумма сахаров – от 4,98 до 13,58%. Содержание аскорбиновой кислоты в ягодах ежевики относительно невысоко – в пределах 20–55 мг/100г.

Таблица 1

Содержание сухих веществ, сахаров, кислот и биологически активных веществ в различных сортах и плодовых формах ежевики, % на сырое вещество

Образец	Сухое вещество, %	Сумма сахаров, %	Кислотность, град	Аскорбиновая кислота, мг/100г	Сумма Р-активных веществ, мг/100г	Флавонолы, мг/100г	Антоцианы, мг/100г	Лейкоантоцианы, мг/100г
Изобильная	11,37	6,03	1,17	33,2	598,0	111,6	309,6	116,0
Киттатини	15,17	7,13	1,30	39,1	568,0	196,5	202,4	97,3
Лаутон	14,60	7,53	1,04	32,2	650,7	244,8	264,4	102,7
Ловеттс Бест	14,90	6,40	1,42	37,5	622,7	208,0	311,0	117,3
Макдоналд	18,08	11,74	0,83	29,3	596,0	216,0	318,0	96,0
Максуэл Эрли	13,95	6,92	1,04	38,9	822,7	290,9	458,0	90,7
Торнфри	12,80	4,98	1,46	25,9	726,0	145,6	409,5	84,0
Уилсонс Эрли	19,5	10,43	0,52	30,2	752,0	326,7	225,0	102,7
Флинт	15,24	6,77	1,22	37,3	751,7	287,7	402,0	102,7
Эри	15,00	7,85	1,17	30,1	672,0	213,2	293,1	114,0
R. abnormis	16,28	8,01	1,21	28,3	708,0	129,1	465,0	105,3
R. allegheniensis	16,76	8,96	1,00	23,4	694,6	236,5	310,0	88,0
R. candicans	15,66	7,73	1,16	32,1	864,0	197,6	398,0	102,7
R. caucasicus	18,34	9,40	1,06	39,3	890,7	137,3	473,6	101,3
R. cyri	15,25	8,47	1,16	30,7	721,3	161,6	443,0	85,3
R. discernendus	15,71	6,70	1,44	54,0	70,0	99,2	402,0	88,0
R. georgicus	16,45	8,38	1,14	30,1	701,3	225,5	271,3	96,0
R. ibericus	14,97	8,17	1,31	36,6	664,0	161,6	412,0	106,7
R. Juzepszikii	17,8	8,61	1,29	29,2	649,0	127,5	396,0	93,3
R. leptostemon	19,08	9,60	0,72	36,0	772,0	112,0	486,0	80,0

В состав ягод ежевики входит значительное количество Р-активных веществ. По этому показателю выделяются среди сортов Максвел Эрли (822,7 мг/100г), Уилсон Эрли (752,0 мг/100г), среди дикорастущих видов – R. lloydianus (942,7 мг/100г), R. sanguineus (934,0 мг/100г), R. caucasicus (890,7 мг/100г).

Содержание зольных веществ в различных сортах и видовых формах ежевики (% на сухое вещество)

Образец	Зола, %	Фосфор, %	Кальций, мг/100г	Магний, мг/100г	Железо, мг/100г
Изобильная	3,53	204,9	282,8	315,1	6,7
Киттатини	3,17	224,2	182,3	165,1	5,9
Лаутон	2,86	208,2	205,4	213,2	5,7
Ловеттс Бест	3,47	253,9	202,3	177,8	7,2
Макдоналд	3,66	227,9	227,1	204,3	5,6
Максуэл Эрли	2,69	182,0	218,9	172,1	4,2
Торнффри	3,45	201,7	177,8	139,3	11,71
Уилсонс Эрли	2,79	199,4	208,4	141,1	7,0
Флинт	2,98	207,8	199,2	159,1	4,4
Эри	2,70	199,1	192,0	139,2	6,1
R. abnormis	3,13	186,0	255,2	200,9	7,4
R. allegheniensis	2,51	202,8	202,3	159,9	6,5
R. candicans	3,13	202,7	258,9	204,6	6,2
R. caucasicus	2,87	183,1	228,7	187,0	6,7
R. cyri	2,43	171,1	199,3	145,1	5,7
R. discernendus	3,67	220,2	303,0	229,9	4,5
R. georgicus	2,46	188,6	169,3	161,3	6,5
R. hirtus	3,26	239,8	284,2	176,4	11,1
R. idericus	2,92	196,6	208,9	153,2	5,2
R. Juzepszukii	2,46	163,5	240,6	168,4	5,7
R. leptostemon	3,77	220,2	242,4	278,3	7,5

Количество зольных элементов в ягодах разных образцов также различно. Наиболее высокое содержание фосфора отмечено в ягодах сортов Ловеттс Бест (253,9 мг/100г), Макссуэл Эрли (227,9 мг/100г), вида R. hirtus (239,8 мг/100г), кальция – у сорта Изобильная (282,8 мг/100г), дикорастущих видов R. discernendus (303,0 мг/100г), R. hirtus (284,2 мг/100г), магния – у сортов Изобильная (315,1 мг/100г), Лаутон (213,0 мг/100г), видов – R. leptostemon (278,3 мг/100г), R. discernendus (229,9 мг/100г), железа – у сорта Торнффри (11,7 мг/100г), вида R. hirtus (11,1 мг/100г).

В ходе исследования было отмечено, что накопление сахаров, аскорбиновой кислоты, Р-активных и других веществ было неодинаково в годы изучения и зависело во многом от погодных условий. Наиболее высоким содержанием веществ отличались ягоды, созревшие и собранные в теплую солнечную погоду [6].

Сравнительный анализ биохимического состава различных сортов и форм ежевики показал, что ягоды дикорастущих видов не уступают по пищевой ценности культурным сортам, а иногда и превосходят их.

Использование порошков дает возможность интенсифицировать технологические процессы производства продукции и позволяет обогатить ее ценными пищевыми веществами [2].

Пищевые порошки имеют ряд особенностей, которые выгодно отличают их от других форм пищевых продуктов. В результате сушки они освобождаются от значительной части влаги, в связи с чем имеют незначительный объем, массу и высокую концентрацию питательных веществ [4].

Для обезвоживания овощей и фруктов применяются различные методы сушки, обеспечивающие максимальную сохранность пищевой ценности и вкусовых достоинств продукта: конвективный, кондуктивный, радиационный, сублимационный, высокочастотный и их комбинации [7].

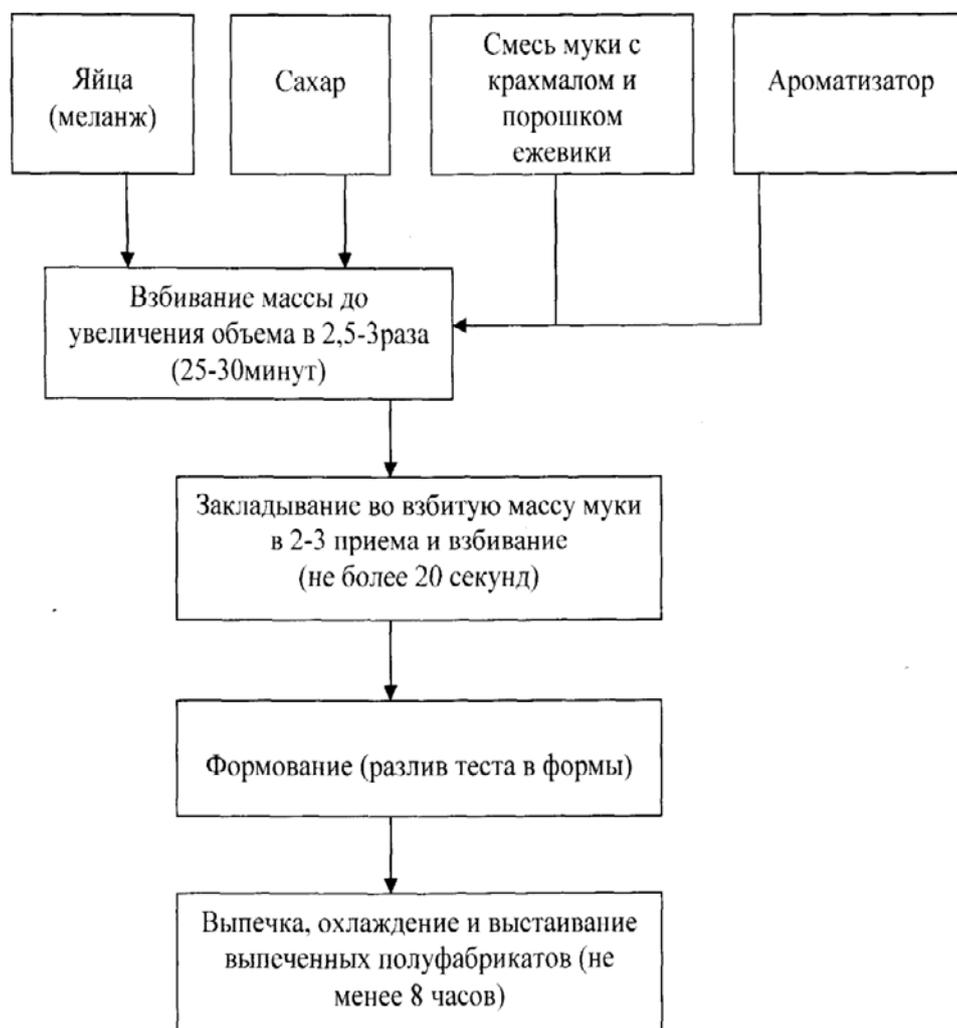
Выбор метода сушки зависит от биохимических, физических и структурно-механических свойств растительного сырья, его состояния при обезвоживании, а также от свойств конечного продукта, которые необходимо получить [8].

Целью исследования является разработка технологий и рецептур мучных кондитерских изделий с использованием порошка ежевики.

Исследования проводились на кафедре технологии хлеба, кондитерских и макаронных производств ИПП Красноярского государственного аграрного университета.

Порошок ежевики получен конвективным методом в печи. Ягода сушилась на поддонах в один слой в начале при температурном режиме 65–70°С для быстрого подвяливания. Через несколько часов температура была уменьшена до 40°С, в таком режиме довели ягоды до полного высыхания.

Разработаны технологическая схема (рис.) и рецептура бисквита с порошком ежевики (табл. 3).



Технологическая схема производства бисквита с порошком из ежевики

Таблица 3

Рецептура приготовления бисквита (основного) с использованием порошка из ежевики

Сырье	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья, г	
		в натуре	в сухих веществах
Мука пшеничная в/с	85,5	23,898	20,433
Крахмал	80,0	6,942	5,554
Сахар	99,9	34,711	34,659
Меланж	27,0	57,853	15,621
Ароматизатор	-	0,347	-
Порошок из ежевики	95,0	3,796	3,606
Итого	-	127,547	79,873
Выход	75,0	100,0	75,0

Результаты исследования влияния порошка из ягод ежевики на качество бисквита приведены в таблице 4.

Таблица 4

Органолептические и физико-химические показатели бисквита с добавлением порошка из ягод ежевики

Показатель	Бисквит с порошком ежевики
Внешний вид	Без изломов и вмятин
Поверхность	Поверхность гладкая, без трещин
Цвет мякиша	Светло-вишневый
Состояние мякиша	Пышный, эластичный с равномерной тонкостенной пористостью
Пропеченность	Пропеченный
Вкус и запах	Сладкий с ягодным привкусом и ароматом
Влажность, %	24,4
Кислотность, град	1,8
Удельный объем, см ³ /100г	358
Пористость, %	78

Результаты исследования влияния порошка из ягод ежевики на качество бисквита показывают, что внесение порошка из ягод ежевики приводит к улучшению физико-химических показателей, это связано с тем, что полисахариды порошка, адсорбируясь на поверхности раздела фаз газ-жидкость и взаимодействуя с белками яиц, повышают прочность межфазного слоя.

По органолептическим показателям бисквит соответствует стандартам, у него появляются приятный ягодный привкус и запах.

Был проведен расчет пищевой ценности, который представлен в таблице 5.

Таблица 5

Пищевая ценность и степень удовлетворения суточной потребности в основных пищевых веществах (бисквит)

Показатель	Содержание в 100 г бисквита с порошком ежевики	Степень удовлетворения суточной потребности, %
Белки, г	9,88	13,17
Жиры, г	6,93	8,35
Усвояемые углеводы, г	57,51	15,76
Пищевые волокна, г	1,04	3,47
Минеральные вещества, мг:		
натрий	81,37	3,39
калий	131,76	3,76
кальций	48,64	4,86
магний	17,49	4,37
фосфор	143,96	14,40
железо	2,07	14,78
Витамины, мг:		
В ₁	0,06	4,00
В ₂	0,24	13,33
Энергетическая ценность, ккал	332	

Употребление бисквита с порошком ежевики удовлетворяет суточную потребность в натрии, калии, кальции, магнии и фосфоре.

Расчет экономической эффективности от внедрения нового вида изделия с порошком из ежевики представлен в таблице 6.

Таблица 6

Показатели экономической эффективности бисквита

Показатель	Бисквит с порошком из ежевики
Стоимость 1т товарной продукции, руб.	207546,47
Прибыль от реализации готовой продукции, руб.	31659,63
Рентабельность, %	22

На основании полученных данных выявлено, что экономическая эффективность разработанного бисквита является рентабельной. Рентабельность составляет 22%, поэтому выпуск этого изделия возможен для расширения ассортимента и увеличения объемов выработки лечебно-профилактических изделий, так как бисквит с порошком из ежевики является обогащенным минеральными веществами, что повышает пищевую ценность изделия.

Проведены комплексные исследования по разработке технологии бисквита с порошком из ягод ежевики.

На основании полученных результатов сделаны следующие выводы:

Научно обоснована и экспериментально подтверждена целесообразность использования продуктов переработки ежевики в производстве мучных кондитерских изделий. Изделия обладают пониженной калорийностью и повышенной пищевой ценностью. Они богаты калием, кальцием, магнием и фосфором. Пектиновые вещества, содержащиеся в порошке из ягод ежевики, обладают хорошей связывающей способностью, положительно влияют на работу желудочно-кишечного тракта. Установлен наиболее эффективный способ внесения порошка из ягод ежевики в процессе тесто приготовления бисквита (в смеси муки и крахмала). С учетом всех показателей качества и выводов, сделанных после обработки экспериментальных данных, порошок из ежевики можно рекомендовать для использования в мучных кондитерских изделиях с целью повышения питательной ценности и созданию новых продуктов функционального назначения.

Литература

1. *Абрасимович В.В.* Биохимия ежевики. Т.7. Биохимия культурных растений. – М.-Л.: Сельхозгиз, 1940. – С. 343–352.
2. *Азии Д.Л., Меркулов Н.Ю.* Растительные порошки и пищевая ценность хлебобулочных изделий // Хлебопечение России. – 2000. – №6.
3. *Галкин М.А., Казаков А.Л.* Дикорастущие полезные растения Северного Кавказа. – Ростов н/Д: Изд-во Ростовского ун-та, 1980. – 128с.
4. *Галикаберов З.К., Николаев Н.А.* Получение сухих порошков из растительного сырья // Пищевая промышленность. – 1995. – №9. – С.32.
5. *Корячкина С.Я.* Новые виды мучных и кондитерских изделий. – Орел: Труд, 2001. – 212с.
6. Новое в технологии переработки плодового сырья / *Л.П. Малюк* [и др.] // Харьков: Изд-во Харьк. гос. акад. технологии и организации питания, 1995. – 105с.
7. *Петрова В.П.* Биохимия дикорастущих плодово-ягодных растений. – Киев: Выща шк., 1986. – 360с.
8. *Черевенко А.И., Потанов В.Б.* Новая технология сушки продуктов // Питание и общество. – 1997. – №9. – С.33.

МОДЕЛЬ ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОВ МЕЛКОПЛОДНЫХ ЯБЛОНЬ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКА ХРАНЕНИЯ

Разработана модель и методика изменения физико-химических показателей мелкоплодных яблок для проведения исследований замороженного сырья и прогнозирования оптимальной температуры, предельного срока хранения, обеспечивающих качество продукта.

Ключевые слова: мелкоплодные яблоки, замораживание, сроки хранения.

N.N. Tipsina, D.A. Koch

THE PHYSICAL AND CHEMICAL INDICATOR CHANGE MODEL OF SMALL-FRUITED APPLE-TREE FRUITS DEPENDING ON THE STORAGE PERIOD

The physical and chemical indicator change model and technique for small-fruited apples in order to carry out research on the frozen raw materials and optimum temperature and the storage deadline forecasting that provide the product quality are developed.

Key words: small-fruit apples, freezing, storage periods.

При использовании местного сырья следует учитывать, что условия Сибири и Севера характеризуются специфичностью состава почвы, воды, воздуха, своеобразием биохимических процессов. Красноярский край, как и многие районы Сибири, отличается особыми климатическими условиями. Бурное развитие в этих районах промышленности значительно изменило экологическую обстановку. В этих условиях приобретает огромное значение комплекс мероприятий, направленных на сохранение здоровья населения. В условиях Сибири значительные трудности представляет круглогодичное обеспечение населения фруктами и изделиями из них. Большую роль в решении этой проблемы представляет местная сырьевая база [1, 2].

Изучению этих вопросов до сих пор не уделялось должного внимания. Поэтому разработка научно обоснованной технологии получения полуфабриката из замороженных плодов мелкоплодных яблонь Красноярского края приобретает в настоящее время особую актуальность.

Цель работы: разработать модель изменения физико-химических показателей мелкоплодных яблок и методику ее применения для проведения исследований замороженного сырья и прогнозирования оптимальной температуры, предельного срока хранения, обеспечивающих качество продукта.

Модель изменения физико-химических показателей замороженных мелкоплодных яблок в зависимости от срока хранения (мес.) и температуры хранения (°C) включает в себя оценки плодов сорта Добрыня по содержанию сухих веществ (%) и общего сахара (%), титруемой кислотности (%), содержанию пектиновых веществ (%) и витамина С (мг/100г).

Оценка содержания сухих веществ в плодах сорта Добрыня (y_1 , %) представлена следующей зависимостью (рис. 1):

$$y_1 = b_0 + b_1 \cdot x_1 + \frac{b_2}{x_2} + b_3 \cdot x_1^2 + \frac{b_4}{x_2^2} + b_5 \cdot \frac{x_1}{x_2} + b_6 \cdot x_1^3 + \frac{b_7}{x_2^3} + b_8 \cdot \frac{x_1}{x_2^2} + b_9 \cdot \frac{x_1^2}{x_2}$$

где x_1 – срок хранения, мес.; x_2 – температура хранения, °C; $b_0=21,306$, $b_1=0,422$, $b_2=-45,070$, $b_3=-0,109$, $b_4=827,965$, $b_5=1,427$, $b_6=0,006$, $b_7=-4893,942$, $b_8=-50,154$, $b_9=0,638$ – коэффициенты регрессии. Коэффициент детерминации 98,74 %, относительная погрешность 4,40 %.

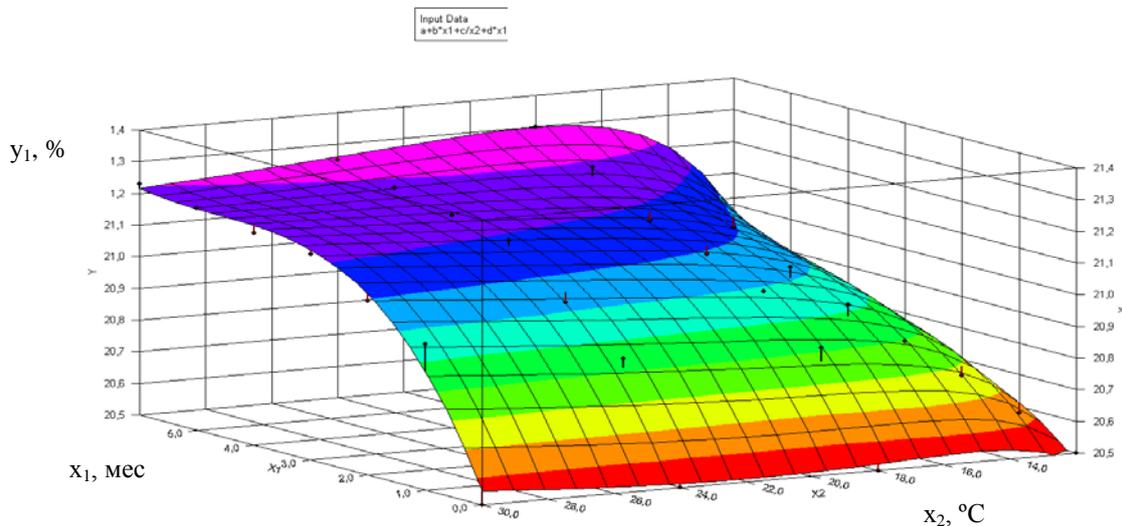


Рис. 1. Зависимость содержания сухих веществ в плодах сорта Добрыня

Оценка содержания общего сахара в плодах сорта Добрыня (y_2 , %) представлена следующей зависимостью (рис. 2):

$$y_2 = b_0 + b_1 \cdot x_1 + \frac{b_2}{x_2} + b_3 \cdot x_1^2 + \frac{b_4}{x_2^2} + b_5 \cdot \frac{x_1}{x_2} + b_6 \cdot x_1^3 + \frac{b_7}{x_2^3} + b_8 \cdot \frac{x_1}{x_2^2} + b_9 \cdot \frac{x_1^2}{x_2}$$

где x_1 – срок хранения, мес.; x_2 – температура хранения, °C; $b_0=10,371$, $b_1=-0,450$, $b_2=-133,719$, $b_3=-0,001$, $b_4=2579,214$, $b_5=15,889$, $b_6=0,001$, $b_7=-15292,800$, $b_8=-166,446$, $b_9=-0,159$ – коэффициенты регрессии. Коэффициент детерминации 98,08 %, относительная погрешность 4,35 %.

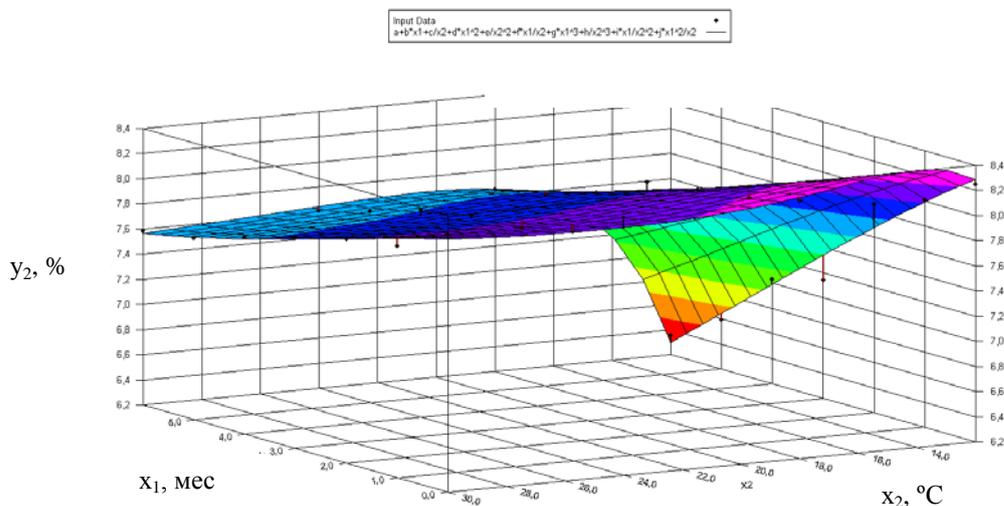


Рис. 2. Зависимость содержания общего сахара в плодах сорта Добрыня

Оценка титруемой кислотности в плодах сорта Добрыня (y_3 , град) представлена следующей зависимостью (рис. 3):

$$y_3 = b_0 + b_1 \cdot x_1 + \frac{b_2}{x_2} + b_3 \cdot x_1^2 + \frac{b_4}{x_2^2} + b_5 \cdot \frac{x_1}{x_2} + b_6 \cdot x_1^3 + \frac{b_7}{x_2^3} + b_8 \cdot \frac{x_1}{x_2^2} + b_9 \cdot \frac{x_1^2}{x_2}$$

где x_1 – срок хранения, мес.; x_2 – температура хранения, °C; $b_0=-0,500$, $b_1=0,365$, $b_2=139,849$, $b_3=-0,020$, $b_4=-2521,420$, $b_5=-11,111$, $b_6=0,001$, $b_7=14274,514$, $b_8=111,781$, $b_9=0,215$ – коэффициенты регрессии. Коэффициент детерминации 98,53 %, относительная погрешность 4,89 %.

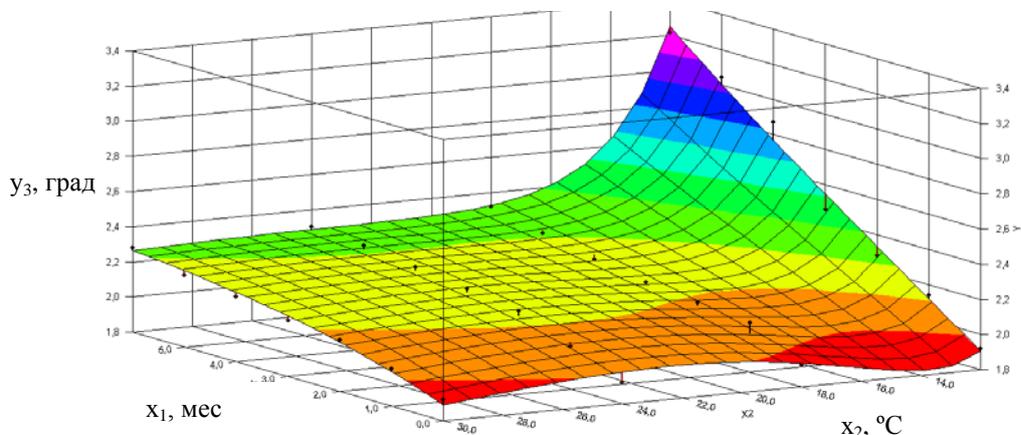


Рис. 3. Зависимость оценки титруемой кислотности в плодах сорта Добрыня

Оценка содержания пектиновых веществ в плодах сорта Добрыня (y_4 , %) представлена следующей зависимостью (рис. 4):

$$y_4 = b_0 + b_1 \cdot x_1 + \frac{b_2}{x_2} + b_3 \cdot x_1^2 + \frac{b_4}{x_2^2} + b_5 \cdot \frac{x_1}{x_2} + b_6 \cdot x_1^3 + \frac{b_7}{x_2^3} + b_8 \cdot \frac{x_1}{x_2^2} + b_9 \cdot \frac{x_1^2}{x_2}$$

где x_1 – срок хранения, мес.; x_2 – температура хранения, °C; $b_0=4,179$, $b_1=-0,448$, $b_2=-104,952$, $b_3=0,019$, $b_4=1844,026$, $b_5=14,440$, $b_6=0,001$, $b_7=-10232,228$, $b_8=-121,041$, $b_9=-0,613$ – коэффициенты регрессии. Коэффициент детерминации 99,32 %, относительная погрешность 4,91 %.

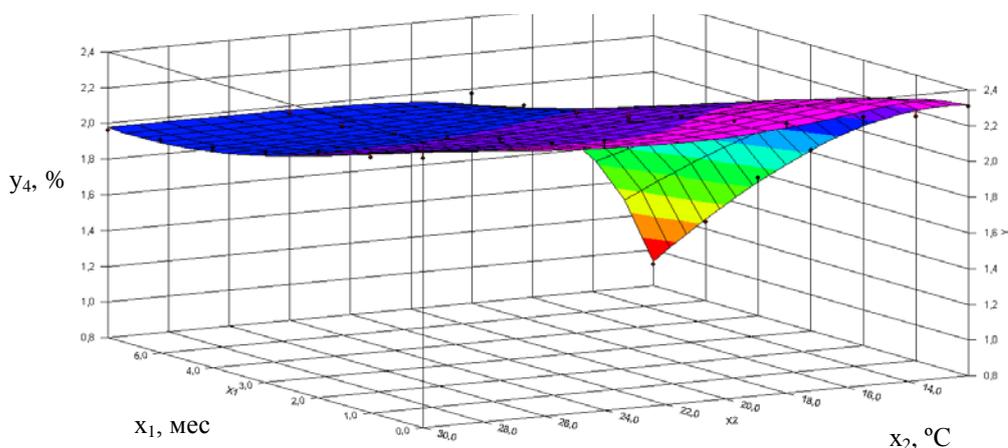


Рис. 4. Зависимость оценки содержания пектиновых веществ в плодах сорта Добрыня

Оценка содержания витамина С в плодах сорта Добрыня (y_5 , мг/100г) представлена следующей зависимостью (рис. 5):

$$y_5 = b_0 + b_1 \cdot x_1 + \frac{b_2}{x_2} + b_3 \cdot x_1^2 + \frac{b_4}{x_2^2} + b_5 \cdot \frac{x_1}{x_2} + b_6 \cdot x_1^3 + \frac{b_7}{x_2^3} + b_8 \cdot \frac{x_1}{x_2^2} + b_9 \cdot \frac{x_1^2}{x_2},$$

где x_1 – срок хранения, мес.; x_2 – температура хранения, °С; $b_0=22,175$, $b_1=-1,627$, $b_2=78,930$, $b_3=0,249$, $b_4=-856,089$, $b_5=27,218$, $b_6=-0,017$, $b_7=2092,114$, $b_8=-286,539$, $b_9=-0,630$ – коэффициенты регрессии. Коэффициент детерминации 98,53 %, относительная погрешность 4,89 %.

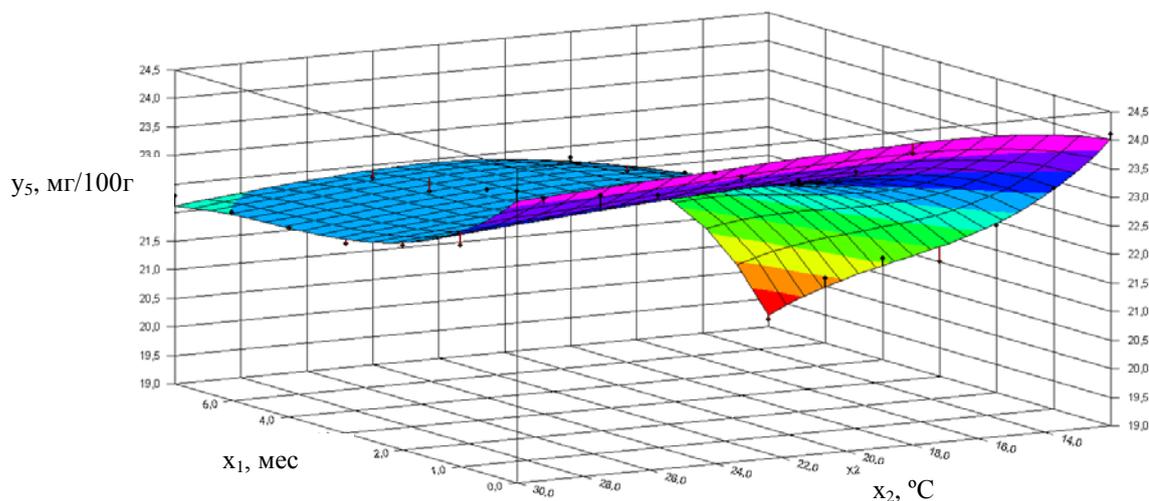


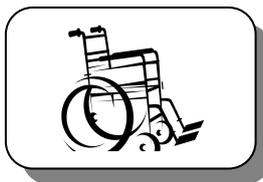
Рис. 5. Зависимость оценки содержания витамина С в плодах сорта Добрыня

В целом по модели коэффициент детерминации превышает 95%, а относительная погрешность не превосходит 5 %, поэтому модель была использована в прогнозных целях. В результате расчетов найдена оптимальная температура хранения замороженных плодов минус 18,023 °С, что отклоняется от значения минус 18 °С, найденного экспериментально, менее чем на 2%.

Вывод. Разработанная математическая модель и методика ее применения позволили определить оптимальную температуру хранения замороженных плодов минус 18,023 °С и предельные сроки хранения до 6 месяцев, при которых не происходит существенных изменений физико-химических показателей продуктов.

Литература

1. Типсина Н.Н., Воробьева З.К. Сравнительная характеристика технологий переработки мелкоплодных яблок // Вестн. КрасГАУ. – Красноярск, 2006. – №15. – С. 306–312.
2. Харитонов Д.В., Ройдна Е.Н. Изучение некоторых аспектов криозамораживания микробной массы // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. – №9.



ОХРАНА ТРУДА

УДК 658.382.3.631

Т.В. Ерёмкина, И.Г. Тимофеева, Д.С. Шурьгин

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВИБРАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СРЕДСТВ МАЛОЙ МЕХАНИЗАЦИИ

Приведены данные исследования уровня вибрации средств малой механизации. Определена эффективность виброзащиты ручного электро- и пневмоинструмента.

Ключевые слова: средства малой механизации, ручной инструмент, вибрация, виброзащита.

T.V. Eremina, I.G. Timofeeva, D.S. Shurygin

THE IMPROVEMENT OF RIGGING VIBRATION SAFETY

The research results of rigging vibration level are given. The vibroprotection efficiency of manual electric and pneumatic tool is determined.

Keywords: rigging, manual tool, vibration, vibroprotection.

Введение. По мере повышения уровня экономического развития агропромышленного комплекса страны, совершенствования способов производства сельскохозяйственной продукции следует ожидать увеличение количества сельских населенных пунктов, в которых технически целесообразно и экономически эффективно усовершенствовать не только технологические процессы в сельскохозяйственном процессе, но и облегчить труд сельского жителя.

Благодаря достигнутым за последние годы успехам в развитии сельского хозяйства, значительно расширяется арсенал средств малой механизации (СММ), применяемых в сельскохозяйственном производстве, фермерских хозяйствах и в быту [1].

Цель исследования: анализ локальной вибрации при эксплуатации СММ.

Задачей исследования является определение уровня вибрации ручного инструмента с виброзащитой и без виброзащиты.

Не решенные на протяжении многих лет задачи улучшения условий труда при эксплуатации средств малой механизации приводят к росту травматизма. В связи с этим необходимо отметить, что применение СММ, например, ручного инструмента, связано с воздействием на человека опасных и вредных факторов, а именно, вибрации.

В свою очередь, анализ использования вибрационной техники показал, что 90% СММ являются виброопасными. Исходя из анализа несчастных случаев видно, что 70% вибротравм возникает в результате использования ручной мобильной техники, так как по мере роста интенсивности работы данной техники возросли уровни передаваемой на руки человека вибрации [2].

Основной причиной возникновения вибротравматизма при использовании вибрационных технологий является увеличение использования СММ с существующей несовершенной системой виброзащиты.

Объекты и методы исследований. Проблема обеспечения вибробезопасности СММ является весьма важной социальной задачей. На предприятиях и быту, в ежедневном употреблении продолжает оставаться значительное количество этой техники, требующей к себе пристального внимания с точки зрения виброзащиты людей.

Вибрация оказывает отрицательное влияние на психомоторную работоспособность, эмоциональную сферу, происходит нарушение психических процессов, сужение внимания, сопровождающееся замедленностью в принятии решения и нарушением способности оценки ситуации. Воздействие вибрации отражает

влияние важнейшего фактора опасности, присущего тому или иному конкретному виду производственной деятельности человека. Для устранения травмоопасности при эксплуатации СММ целесообразно выполнить технические мероприятия по снижению воздействия на человека опасного фактора вибрации на основе принципа соответствия нормативным и базовым показателям и разработки средств защиты с заданным высоким уровнем безопасности.

В сельском хозяйстве широкое применение получили передвижные, переносные электроустановки и ручной электроинструмент, создающие вибрацию. В результате использования данной техники наблюдается высокий риск развития вибротравматизма, особенно при работе с ручным инструментом, так как работающие подвергаются воздействию локальной вибрации, которая передается человеку через руки и является наиболее опасной.

Кроме электрифицированных СММ, для каких-либо видов сельскохозяйственных работ используются и пневматические установки, например, при заготовке кормов в высокогорных районах применяются пневмотранспортные установки, при строительстве животноводческих помещений – пневмомолотки и др. Поэтому в целях определения вибрационных характеристик были проведены исследования работы электрической и пневматической ручной мобильной техники. В результате определены уровни локальной вибрации с одной стороны для изучения условий вибробезопасности, а с другой стороны – для обоснования влияния конструктивных параметров виброзащиты на эффективность снижения интенсивности колебаний.

На основании проведенных исследований получено, что уровни колебательной скорости электрического и пневматического инструмента составляют от 115 до 125 дБ и расположены в области частот от 8...100 Гц, при этом скорректированный уровень вибрации превышает нормативное значение на 15...24 дБ (в 2–4 раза).

Ручной электро- и пневмоинструмент в основном создает вибрацию с высокими уровнями в области низких частот (8–32 Гц). Резонансные частоты органов человека находятся в пределах от 5 до 30 Гц, которые наиболее опасны для возникновения вибропатологии. Основным критерием условий труда при работе с ручным инструментом является уровень воздействующей вибрации. Анализ уровня виброскорости в октавных полосах частот выявил превышение предельно допустимых значений вибрации, приводящих к возникновению вибротравм.

Степень опасности ручного инструмента различна в зависимости от ряда причин, основными из которых являются: исправность самого инструмента, характер его использования и режим работы, тип обрабатываемой среды, давление сжатого воздуха и т.д.

Для определения влияния уровня виброскорости на вероятность возникновения вибротравматизма используем прямолинейную зависимость и соответствующий данной зависимости тип математического уравнения. Уравнение, которое характеризует прямолинейную зависимость между двумя показателями, является уравнением прямой. Считая форму связи линейной, определяем зависимость вероятности возникновения вибротравмы от воздействия локальной вибрации при эксплуатации ручного инструмента двух видов, а именно: электромолотков и пневмомолотков. Для оценки степени риска возникновения вибротравм был применен регрессионный анализ, который позволил получить следующие уравнения регрессии:

$$y_1 = -23,8 + 0,23V, y_2 = -28,5 + 0,23V,$$

где y_1 – риск вибротравмы при использовании электромолотков;
 y_2 – риск вибротравмы при использовании пневмомолотков;
 V – уровень виброскорости ручного инструмента.

Из рисунка 1 видно, что при увеличении виброскорости ручного инструмента увеличивается риск вибротравматизма. Согласно санитарным нормам СН 2.2.4/2.1.8.566-96 [3], предельно допустимый уровень виброскорости составляет 100 и 109 дБ в зависимости от среднегеометрических частот октавных полос. Как показывают уравнения связи, при виброскорости менее 110 дБ вероятность вибротравматизма уменьшается. Следовательно, область виброскоростей до 100 дБ следует считать оптимальным значением для безопасности работы с ручным инструментом. Исходя из анализа риска вероятности вибротравматизма, необходим комплекс взаимосвязанных мероприятий по обеспечению вибробезопасности при эксплуатации ручного инструмента.

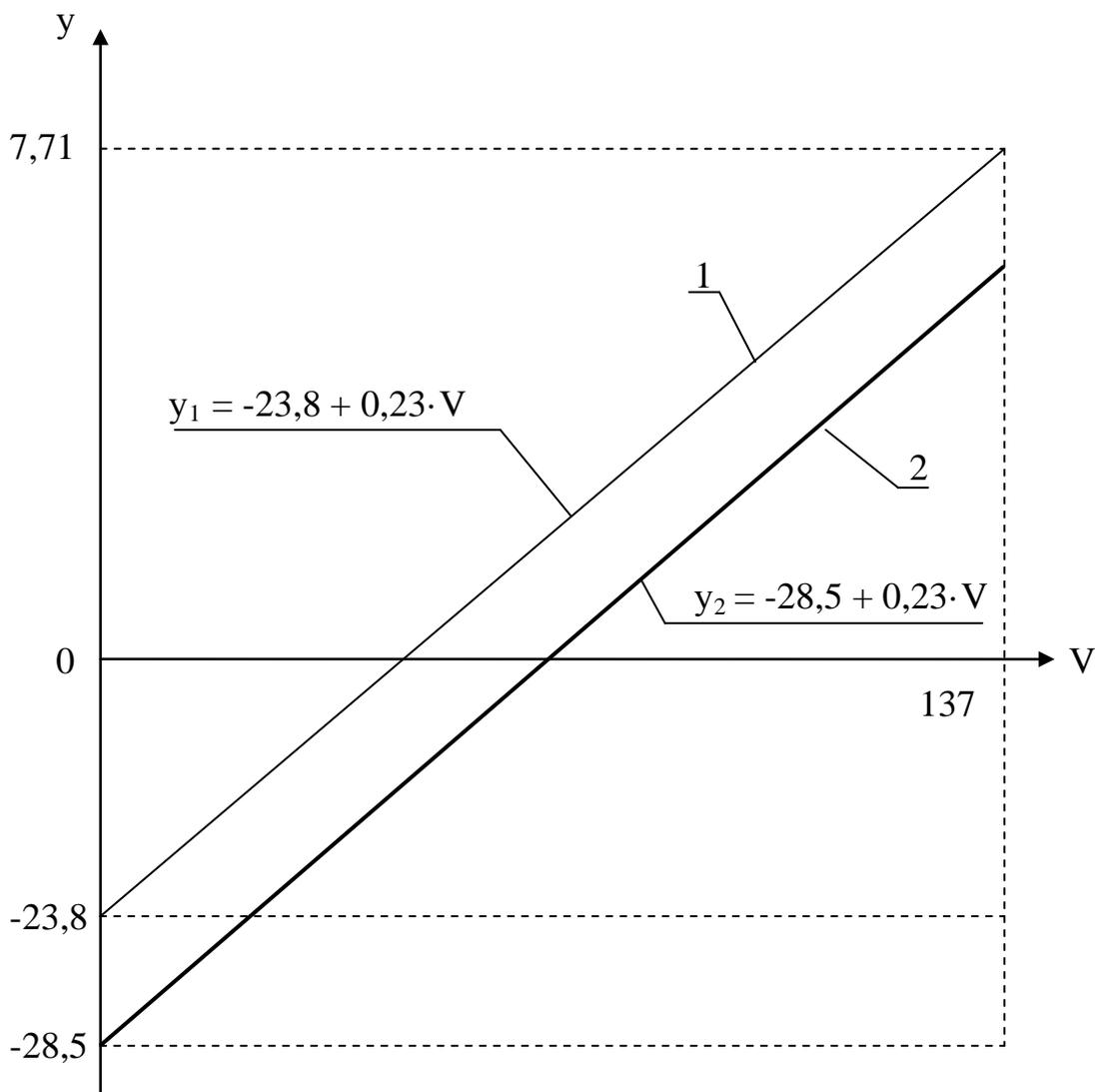


Рис. 1. Вероятность вибротравматизма в зависимости от виброскорости ручного инструмента:
1 – электрифицированного; 2 – пневматического

Результаты исследований. Снижение вибрации всего ручного инструмента, с целью виброзащиты человека, экономически нецелесообразно и технически невозможно. Поэтому для снижения вибрации применение виброизоляции является эффективным средством вибрационной защиты. Назначение виброизоляции состоит в уменьшении передачи вибрации от источника возбуждения защищаемому объекту при помощи устройств, помещаемых между ними. Виброизоляция осуществляется введением в колебательную систему дополнительной упругой связи, которая препятствует передаче вибрации от источника колебаний к защищаемому объекту.

Дополнительными элементами виброизоляции в ручном механизированном инструменте, в частности, электромолотке ИЭ-4204 и пневмомолотке КЕ-16, являются упругие элементы, которые уменьшают уровень вибрации от места соударения через корпус инструмента к оператору.

Основными средствами виброзащиты являются пружинные и резиновые амортизаторы. В качестве упругих элементов использованы металлические пружины, они обладают высокой стабильностью виброизоляционных свойств, снижают воздействие вибрации низкой частоты на руки работающего, обеспечивают виброизолятору большую прочность и долговечность. Резиновые амортизаторы гасят вибрацию высокой частоты, имеют малую жесткость, небольшую массу, бесшумные в работе.

Метод снижения уровня вибрации мест контакта инструмента с руками оператора, с помощью специальных виброзащитных средств, является основой для разработки виброзащиты для электрических и пневматических установок ударного действия: электромолотка типа ИЭ-4204 В и пневмомолотка КЕ-16 В.

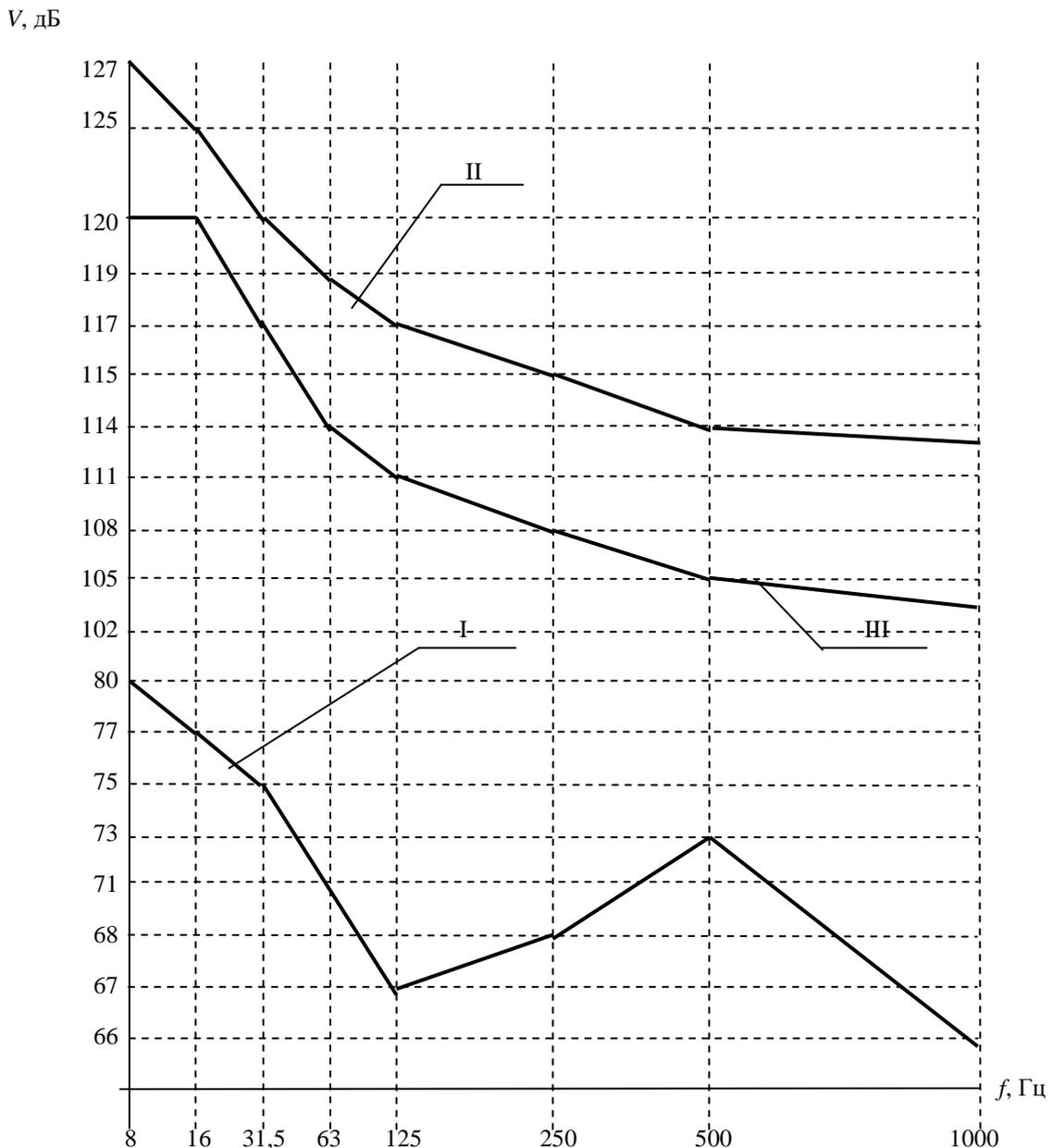


Рис. 2. Сравнительная оценка параметров вибрации электромолотков ИЭ-4204 и ИЭ4204В

Использование виброизоляторов позволяет существенно снизить жесткость виброизоляции, уменьшить передачу динамических нагрузок и амплитуду колебаний [4, 5].

При разработке средств виброзащиты были выполнены исследования вибрационных параметров ручного инструмента. Целью настоящих исследований явилось определение уровней локальной вибрации, с одной стороны, для изучения условий вибробезопасности, а с другой стороны – для обоснования влияния конструктивных параметров виброзащиты на эффективность снижения интенсивности колебаний.

В результате измерений было получено, что предельно допустимые величины нормируемых параметров вибрации для электромолотков и пневмомолотков с виброзащитой соответствуют санитарным нормам [3].

Параметры вибрации, а именно, уровень виброскорости ручного механизированного инструмента без виброзащиты, значительно превосходят нормативные значения, т.е. предельно допустимые значения. Работа в условиях воздействия вибрации с уровнями, превышающими санитарные нормы [3] более чем на 12 дБ в какой-либо октавной полосе, недопустима. Используемый ручной инструмент без виброзащиты является виброопасной техникой.

Эффективность виброзащиты была определена сравнением результатов измерений параметров вибрации с теми уровнями, которые имели место до введения в систему «человек-машина» средств виброза-

щиты. Сравнительная оценка параметров вибрации в результате испытаний виброзащищенных электромотков ИЭ-4204В и пневмомолотков КЕ-16В с параметрами вибрации существующего ручного механизированного инструмента приведена на графиках зависимости частоты от нормируемого параметра.

На рисунках 2 и 3 построены кривые: I – уровень вибрации ручного инструмента с виброзащитой; II – уровень вибрации ручного инструмента без виброзащиты; III – предельно допустимый уровень вибрации рис. 2 согласно санитарным нормам [3].

Уровни колебательной скорости (кривая II) в различных полосах среднегеометрических частот спектра имеют значительные изменения.

Расположение пиковых значений виброскорости значительно в области низких частот (16-31,5 Гц), а также в области средних и высоких частот.

Из рисунков 2 и 3 видно, что при наличии виброзащиты параметры виброскорости ниже санитарных норм (кривая III). Уровень виброскорости электроинструмента с виброзащитой на 47–53дБ ниже предельно допустимого значения пневмоинструмента с виброзащитой уровень виброскорости на 32–44дБ также ниже допустимого значения.

Таким образом, экспериментальная проверка ручного механизированного инструмента с виброзащитой показала значительное уменьшение параметров вибрации.

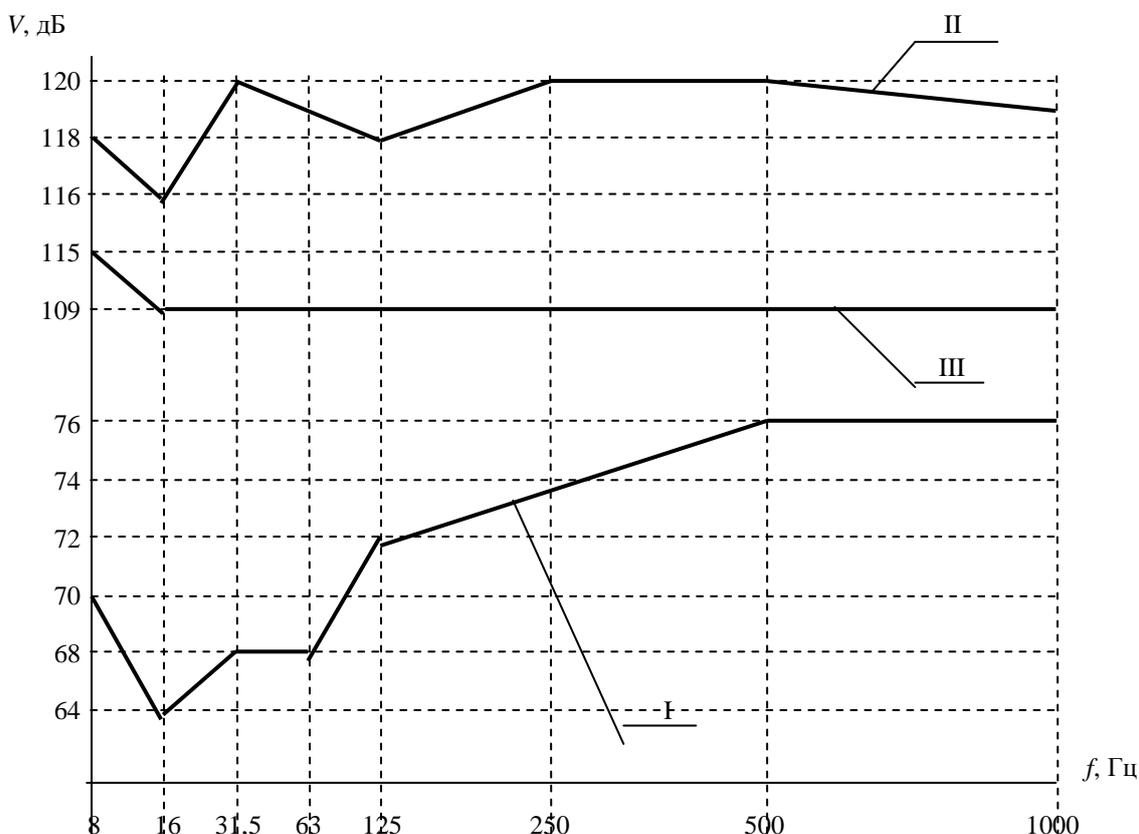


Рис. 3. Сравнительная оценка параметров вибрации пневмомолотков КЕ-16 и КЕ-16В

Выводы

Проведенные исследования по разработке средств виброзащиты электрического и пневматического ручного инструмента, используемого в сельском хозяйстве в технологических процессах, строительстве, электромонтажных и других видах работ, представляют возможность сделать вывод о том, что виброизоляция обеспечивает значительное снижение уровня локальной вибрации, ограничивая ее воздействие на человека.

Литература

1. Безопасность ручных машин и их классификация / В.С. Ванаев [и др.] // Безопасность жизнедеятельности. – 2006. – №5. – С.6–16.
2. Тимофеева И.Г., Еремина Т.В. Прогнозная оценка условий безопасности средств малой механизации // Безопасность труда в промышленности. – 2008. – №5. – С.36–37.
3. Санитарные нормы и правила. Производственная вибрация в помещениях жилых и общественных зданий: СН 2.2.4/2.1.8.566-96. – М.: Инф.-изд. центр Минздрава России, 1997. – 30 с.
4. Пат. 79826 Российская Федерация. Электрический ручной молоток ударного действия / Еремина Т.В., Тимофеева И.Г.; заявитель и патентообладатель. ВСГТУ. – 2009. – Бюл. № 2.
5. Пат. 34112 Российская Федерация. Пневматический инструмент ударного действия / Ожогин А.П., Тимофеева И.Г., Еремина Т.В.; заявитель и патентообладатель. ВСГТУ. – 2003. – Бюл. № 33.



УДК 630.432.1

Т.М. Софронова, А.В. Волокитина, К.С. Першин

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ СОСТАВЛЕНИЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫХ МЕСТНЫХ ШКАЛ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ*

Разработаны методика и программа автоматизации обработки информации на примере данных о пожарах и метеоусловиях Слюдянского лесничества Иркутской области.

Ключевые слова: пожарная опасность, погода, местные шкалы пожарной опасности, класс пожарной опасности, автоматизация обработки информации.

T.M. Sofronova, A.V. Volokitina, K.S. Pershin

AUTOMATED COMPILATION OF ENHANCED FIRE HAZARD LOCAL SCALES

The methodology and automation program for information processing on the example of fire and weather condition data in Irkutsk Oblast Sludyankiy Forest Office are developed.

Key words: fire hazard, weather, fire hazard local scales, fire hazard class, information processing automation.

Введение. Пожарная опасность в лесу может определяться конкретно для отдельных однородных участков (природная пожарная опасность) или для районов в целом (пожарная опасность по условиям погоды).

Пожарная опасность по условиям погоды может оцениваться с помощью лесопожарных показателей засухи, например: комплексного показателя В.Г. Нестерова [6] с недифференцированным учетом осадков, показателя ПВ-1 ЛенНИИЛХа с дифференцированным учетом осадков [1] и показателя ПВГ М.А. Софронова [8], который учитывает гигроскопичность горючих материалов и может также рассчитываться при отрицательных температурах воздуха.

Наличие определенной пожарной опасности в любом районе свидетельствует о вероятности развития на его территории пожарной ситуации с конкретным количеством действующих природных пожаров, которые могут причинить тот или иной ущерб. Однако во всех странах величина пожарной опасности выражается в относительных, условных или качественных величинах (обычно, в классах пожарной опасности). Но они не связаны непосредственно с какими-либо конкретными величинами, выражающими пожарную ситуацию, которая может развиваться при реализации пожарной опасности, т.е. с величинами, которые можно точно опре-

* Работа выполнена в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы (мероприятие 1.4, направление 1).

делять в прошедшие дни и тем самым оценивать точность оценки (прогноза) пожарной опасности. Если бы пожарная опасность, ее классы были связаны с абсолютным количественным критерием, то по данным о природных пожарах за прошлые годы можно было бы определить истинную величину пожарной опасности за каждый день, также определить величины факторов пожарной опасности в эти дни, после чего можно было бы установить зависимость пожарной опасности от различных факторов в районе.

В настоящее время сложилась парадоксальная ситуация, когда количественно измеряются факторы пожарной опасности, а сама пожарная опасность как функция не имеет количественного выражения. Таким образом, важнейшим вопросом в совершенствовании ежедневной оценки пожарной опасности является выбор абсолютного критерия для выражения величины пожарной опасности, т.е. такого критерия, который можно измерить на другой день, после реализации действительной пожарной опасности.

Вопросами оценки пожарной опасности в России занимались многие ученые Мелехов И.С. [5], Нестеров В.Г. [6], Курбатский Н.П. [3], Софронов М.А. [8] и другие.

Интерес также представляют зарубежные системы оценки пожарной опасности по условиям погоды тех западноевропейских стран, которые имеют сходство с Россией по природным условиям (Финляндия, Норвегия, Швеция и Германия), и тех стран, в которых наблюдается высокая горимость лесов (Португалия, Испания, Франция и др.) [11, 13, 14]. Особого внимания заслуживают национальные многоуровневые системы оценок пожарной опасности США [12] и Канады [10].

Почти в каждой стране существуют свои методы оценки пожарной опасности. В 90-х годах в европейских странах появилось стремление к интеграции в этом плане, то есть к выбору и использованию какого-то одного, наиболее эффективного метода. Проверка эффективности различных методов не выявила явных преимуществ ни одного из них [14].

Проведенный нами анализ показал, что совершенной общепризнанной системы ежедневной оценки пожарной опасности лесов пока не существует, в каждой стране используется своя система. В последние годы в европейских странах наметилась тенденция к интеграции на базе канадской системы.

Перспективным подходом предлагаемой методики по совершенствованию оценки ежедневной пожарной опасности является использование абсолютного критерия для выражения самой величины пожарной опасности – вероятной плотности действующих лесных пожаров. Впервые предлагается автоматизировать составление сопоставимых порайонных местных шкал, необходимых для более точного определения напряженности пожароопасной ситуации при каждом из пяти классов пожарной опасности через вероятную плотность действующих лесных пожаров.

Методика исследований. *Анализ и обсуждение существующих методик.* Факторами ежедневной пожарной опасности являются не только погодные условия, но еще и характер растительности, ее фенологическое состояние, источники загорания, условия распространения пожаров и условия их тушения. Значения всех перечисленных факторов, кроме погодных, постепенно и закономерно изменяются в течение сезона в пределах одного района; они бывают различны в разных районах. Поэтому в каждом районе в пределах каждого периода сезона такие факторы можно условно принимать за *постоянные* и определять реальную пожарную опасность в зависимости только от погодных условий (т.е. от уровня засухи). Данный подход был использован в методике Н.П. Курбатского [3] по составлению местных районных шкал для оценки пожарной опасности по условиям погоды.

По методике Н.П. Курбатского, шкалы строятся на основе соотношения между ежедневной величиной лесопожарного показателя засухи (показателя В. Г. Нестерова, ПВ-1) и ежедневным количеством *возникающих* пожаров. Это соотношение закономерно изменяется в каждом районе в течение пожароопасного сезона. В соответствии с данной методикой, собираются следующие сведения по району (лесхозу) о пожарах не менее, чем за пять – десять лет: когда возник каждый пожар (месяц, число) и при какой величине показателя (Нестерова или ПВ-1). Все эти данные наносятся на график, который показывает распределение всего количества пожаров по пожароопасному сезону в связи с величиной показателя за многолетний период. Учитывая динамику количества пожаров в пределах сезона и сезонные изменения зависимости возникновения пожаров от величины показателя, сезон делится экспертным методом на периоды. Для каждого периода составляется своя шкала, причём границы между классами пожарной опасности (КПО) по величине показателя проводятся таким образом, чтобы в первом (нижнем) классе оказалось 5 % пожаров; выше, во втором классе – 15–20 %, в третьем – 35–40 % и в последнем четвертом – 40–45 %.

В более поздних рекомендациях ЛенНИИЛХа принцип разделения на классы тот же, только допустимый процент пожаров в каждом классе принимается не стандартным, а устанавливается экспертным путем для данной территории, поэтому построение местных шкал связано с известной долей субъективизма в назначении допустимого распределения пожаров по классам пожарной опасности [2].

Впоследствии указанные придержки по доле пожаров в каждом классе были несколько изменены следующим образом: в первом КПО должно быть не более 5 % пожаров от всего количества в данном периоде, во втором – не более 15 %, в третьем – не более 25 %, в четвертом – тоже не более 25 %, а в пятом – оставшиеся 30–35 % [4].

В процессе составления местных шкал, когда устанавливается эмпирическая связь между количеством возникающих пожаров и величиной показателя (например, ПВ-1), как бы «автоматически» учитывается влияние и *всех остальных факторов* пожарной опасности, которые в пределах района и периода сезона принимаются за постоянные факторы. Следовательно, местные шкалы фактически являются шкалами пожарной опасности не только по погоде, поскольку они отражают влияние всех факторов пожарной опасности.

Однако по методике Н.П. Курбатского, как в высокогоримом районе с засушливым климатом, так и в малогоримом с влажным климатом, как в высокогоримый период сезона, так и в малогоримый всегда, выделяются четыре класса пожарной опасности (или пять классов в современном варианте). В высокогоримом районе при III классе пожарной опасности обстановка может быть очень напряженной, а в малогоримом районе при том же классе вполне благополучной. Это означает, что одноименные классы пожарной опасности в разных местных шкалах *несопоставимы* друг с другом по пожарной напряженности на территории районов. Кроме того, шкалы, составленные для одного и того же района, но по материалам разных лет, отличающихся по средней засушливости сезонов, будут иметь различные границы классов по показателю. В то же время сами местные шкалы достаточно точно отражают относительное влияние местных особенностей на пожарную опасность.

Таким образом, у местных шкал, построенных по вышеописанной методике, имеется один существенный недостаток, а именно, *несопоставимость* одноименных классов пожарной опасности (КПО) из разных районов и из разных периодов сезона по истинному уровню пожарной опасности, которая при ее реализации обуславливает определенную пожарную ситуацию в районе. Причина несопоставимости одноименных КПО – в их *относительности*, так как по методике в каждом районе и в каждом периоде должны выделяться все пять КПО при *любом* количестве пожаров за анализируемый период.

Методика составления усовершенствованных местных шкал пожарной опасности. Для более точной регламентации работы лесопожарных служб и широкого маневрирования силами лесопожарной охраны, а также для более обоснованного планового распределения сил и средств между регионами, лесхозами и авиаотделениями необходимо иметь местные шкалы именно с *сопоставимыми* классами пожарной опасности [7, 8].

Эффективность методов ежедневной оценки пожарной опасности (российских и зарубежных) можно значительно повысить за счет косвенного учета всех факторов пожарной опасности (а не только одного погодного фактора) через составление местных шкал, имеющих сопоставимые классы пожарной опасности, которые связаны с абсолютным критерием пожарной опасности на территории района, а именно, с *вероятной ежедневной плотностью действующих пожаров* (количество пожаров на миллион гектар). Средняя плотность действующих пожаров в пределах одного класса засухи не превышает 50 пожаров на миллион гектаров по многолетним данным оперативных авиаотделений Северной, Забайкальской, Красноярской, Западно-Сибирской и Томской авиабаз. Этот диапазон плотности действующих пожаров (от 0 до 50) мы разделили на 5 классов, которым соответствует следующая вероятная плотность *действующих* пожаров. Первому КПО должна соответствовать вероятная плотность действующих пожаров менее 0,2 *пож./млн га*; второму КПО – 0,2–0,8; третьему КПО – 0,81–3,2; четвертому КПО – 3,21–12,8; пятому КПО – более 12,8 [9].

Для составления местной шкалы по предлагаемой нами методике необходимо вначале определить связь между величиной метеорологического показателя пожарной опасности и ежедневным количеством действующих пожаров, а также закономерное изменение этой связи, ее динамику в течение пожароопасного сезона. Связь устанавливается на основании анализа сведений о погоде и о пожарах за многолетний период.

Мы также проанализировали сведения за 1996–2003 годы о погоде по метеостанции Култук и рассчитали ежедневную величину показателя ПВ-1 с апреля по сентябрь. За эти же годы были взяты сведения о датах обнаружения и ликвидации лесных пожаров, на основании чего определено ежедневное количество действующих пожаров. Данные о ежедневном количестве действующих пожаров (включая дни с отсутствием пожаров) были объединены в группы по следующим градациям факторов: 1) по погодному фактору, т.е. по величине показателя ПВ-1 – в границах классов засухи (КЗ): 0 КЗ – до 60 единиц показателя; I КЗ – 60–300; II КЗ – 301–1000; III КЗ – 1001–3000; IV КЗ – 3001–10 000; V КЗ – более 10 000 единиц [8, 9]; 2) по фактору времени – в границах каждой декады каждого месяца. В каждой группе подсчитали количество пожаро-дней. Подекадные данные о количестве пожаро-дней в связи с классами засухи и о количестве дней по каждому классу засухи представлены в таблице 1.2. Распределение дней по классам засухи оказалось следующим: 0 КЗ – 25 %; I КЗ – 32 %; II КЗ – 34 %; III КЗ – 9 %; IV КЗ – 0 %.

Таким образом, из-за влажного климата Южного Прибайкалья в пожароопасном сезоне преобладают дни с первым и вторым классами засухи (66 %), дней с третьим классом мало (9 %), а дни с четвертым классом практически отсутствуют. Что касается *пожаро-дней*, то их основное количество приходится на дни со вторым классом засухи (52 %).

Затем было подсчитано среднее ежедневное количество действующих пожаров в каждой декаде при каждом классе засухи, причем учитывались и те дни, когда пожаров не было. Эти данные были выровнены и изображены графически. Анализ графиков показал, что ежедневное количество действующих пожаров при одном и том же классе засухи очень значительно изменяется в течение сезона, достигая максимума весной – в конце мая, и снижаясь до минимума летом.

Это еще раз подтверждает представление о том, что пожарную опасность нельзя оценивать только по одному фактору – погодному, и что очень большую роль играют другие факторы, прежде всего, фенологическое состояние растительности и источники загорания. Их влияние учитывается косвенно – через местные районные шкалы.

Определяющими в сезонной динамике ежедневного количества действующих пожаров являются дни со вторым классом засухи, на которые приходится 52 % пожаро-дней. Рисунок 1.2 помогает разделить пожароопасный сезон на периоды: весенний – по 20 июня, летний – с 21 июня по 31 августа; осенний – с 1 сентября. Местные шкалы обычно составляются для каждого периода.

Следует заметить, что на территории Слюдянского лесхоза в осенний период пожаров возникает мало, причем только в отдельные годы. По причине малого количества данных выявить достоверную связь между величиной показателя ПВ-1 и ежедневным количеством действующих пожаров не удалось. Это видно и на графике. Поэтому следует объединить эти периоды в один летне-осенний период и составить для него общую шкалу оценки пожарной опасности.

Возникает еще один вопрос: надо ли составлять шкалы по оценке пожарной опасности отдельно для нижнего и для верхнего лесных поясов?

По нашему мнению, в данном конкретном районе этого делать не следует, поскольку, во-первых, в верхнем лесном поясе возникает только 19 % от общего количества пожаров, и для обоснованного составления шкал там не хватает данных. Во-вторых, авиапатрулирование верхнего и нижнего поясов проводится совместно и одновременно. Следовательно, надо составить общие шкалы для обоих поясов, а именно, одну шкалу – для весеннего периода и другую шкалу – для летне-осеннего периода.

При составлении шкал мы воспользовались результатами анализа связи между метеорологическими показателями пожарной опасности и ежедневным количеством действующих пожаров. Необходимо только *ежедневное количество действующих пожаров* перевести в *плотность действующих пожаров* (*пож. / млн га*), учитывая, что площадь Слюдянского лесхоза составляет 351 тыс. га (т.е. умножить на переводный коэффициент 2,85), а затем установить границы между классами пожарной опасности (КПО) по величине показателей ПВ-1 и ПВГ, соответствующие указанным выше градациям плотности действующих пожаров в каждом КПО.

Шкалы имеют классы пожарной опасности (КПО), которым соответствует следующая вероятная плотность действующих пожаров: I КПО – до 0,2; II КПО – 0,2 – 0,8; III КПО – 0,81 – 3,2; IV КПО – более 3,2 пож. / млн га (табл.).

Местные шкалы для оценки пожарной опасности по условиям погоды на территории Слюдянского лесхоза

Класс пожарной опасности (КПО)	Весенний период (с 15.04 по 20.06)	Летне-осенний период (с 21.06 по 20.10)
	Градации по величине показателя ПВ-1, единиц	
I	< 100	< 200
II	101 – 200	201 – 700
III	201 – 700	701 – 1400
IV	> 700	> 1400

Программа автоматизированного составления усовершенствованных местных шкал

Исходные данные. Для разработки алгоритма расчета составления местных шкал пожарной опасности необходима следующая информация:

- 1) площадь лесничества, млн га;
- 2) величина показателя засухи (ПН, ПВ-1 или ПВГ) на каждый день пожароопасного сезона за последние 8–10 лет;
- 3) количество действующих пожаров на каждый день пожароопасного сезона за последние 8–10 лет;
- 4) границы пожароопасных периодов в сезоне (например, весна 15.04–20.06 и лето-осень 21.06–30.09) по количеству действующих пожаров в течение сезона при II классе засухе общесоюзной шкалы.

Алгоритм программы включает в себя следующий порядок действий:

- 1) сгруппировать данные по равномерно расширяющейся градации величин показателей засухи;
- 2) выполнить расчеты среднего количества ежедневно действующих пожаров в пределах каждой градации и определить плотность ежедневно действующих пожаров в пересчете на один миллион га;
- 3) построить корреляционный график (с пересечением в нуле) зависимости средней ежедневной плотности пожаров от градации показателя засухи и по нему найти для каждого периода сезона градации показателя засухи, соответствующие шкале с сопоставимыми классами пожарной опасности: I КПО – до 0,2; II КПО – 0,2–0,8; III КПО – 0,81–3,2; IV КПО – 3,2–12,8; V КПО – более 12,8 пож. / млн га.

- 4) построить шкалу в виде схемы или пирамиды.

Алгоритм программы приведен на рисунке 1 в виде функциональной схемы.

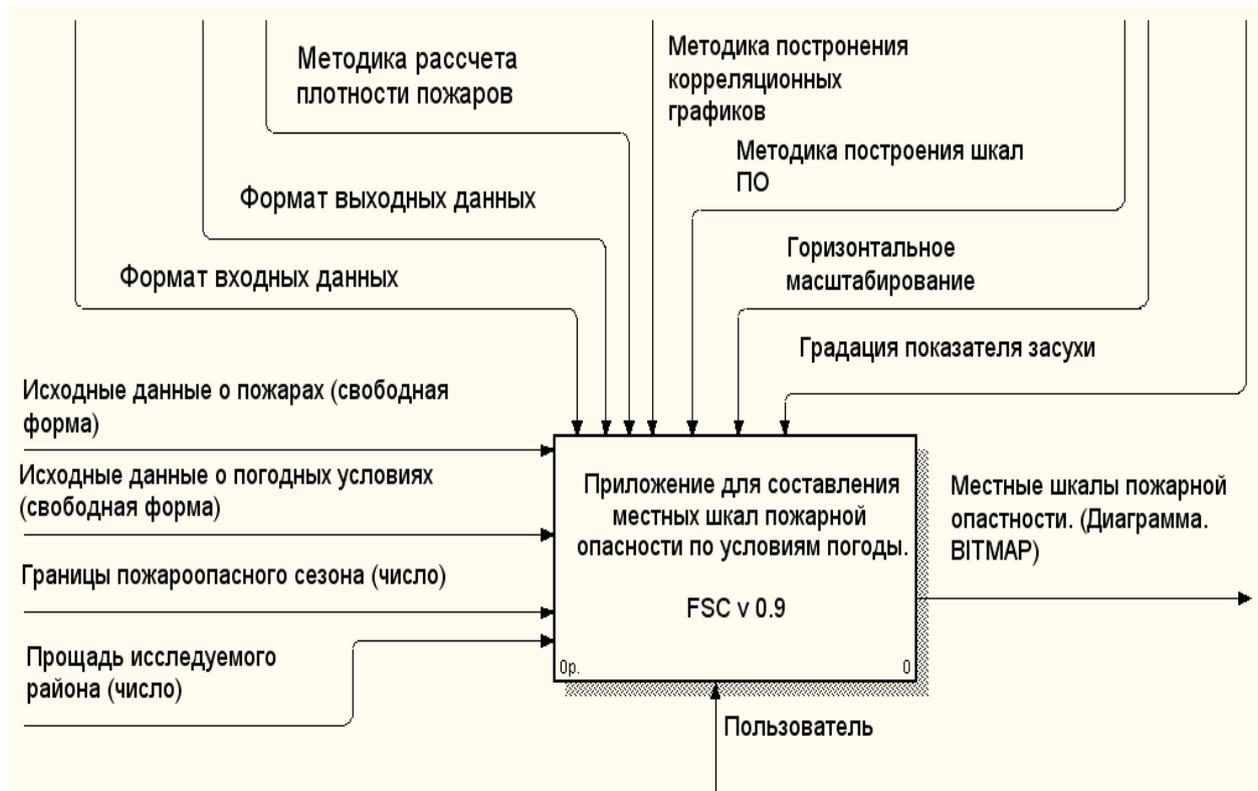


Рис.1. Функциональная схема алгоритма программы составления усовершенствованных местных шкал пожарной опасности

Входными данными для программы является информация о пожарах, произошедших на данной территории, и информация о погодных условиях в виде лесопожарных показателей, представленные в свободной форме (непосредственное оформление в табличной форме осуществляется уже внутри приложения). Выходные данные – это диаграмма местных шкал пожарной опасности в графическом формате *.bmp. Управляющие воздействия – это ограничение формата входных/выходных данных для приложения, методики расчета и построения графиков и параметры отображения информации внутри приложения (масштабирование и градации показателя засухи). Механизмом является пользователь, управляющий программой через пользовательский интерфейс.

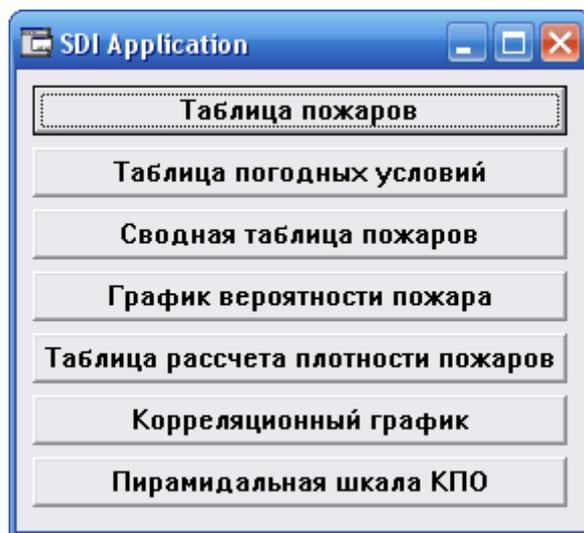


Рис.2. Интерфейс программы

Интерфейс программы. На рисунке 2 изображено главное «навигационное» окно программы. Каждая кнопка соответствует определенному шагу алгоритма расчета шкал местной пожарной опасности программы. Например, при нажатии кнопки «Таблица пожаров» активируется окно ввода данных о пожарах и т.д. Дается описание способов ввода данных и получения результатов.

Работа программы была проверена на имеющейся базе данных по Слюдянскому лесничеству Иркутской области и показала хорошие результаты.

Заключение

В результате проведенных исследований разработаны методика и программа автоматизированного составления усовершенствованных местных шкал пожарной опасности. Внедрение данных разработок в практику лесопожарной охраны значительно повысит ее уровень, так как позволит принимать оптимальные решения при маневрировании силами и средствами пожаротушения.

Литература

1. *Вонский С.М., Жданко В.А.* Принципы разработки метеорологических показателей пожарной опасности в лесу. – Л.: Изд-во ЛенНИИЛХ, 1976. – 48 с.
2. *Оценка пожарной опасности в лесу и расчет параметров лесных пожаров на ЭВМ: метод. указания / Г.Н. Коровин [и др.].* – Л.: Изд-во ЛенНИИЛХ, 1977. – 64 с.
3. *Курбатский Н.П.* Пожарная опасность в лесу и ее измерение по местным шкалам // Лесные пожары и борьба с ними. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – С. 5–30.
4. *Матвеев П.М., Матвеев А.М.* Лесная пирология. – Красноярск: Изд-во СибГТУ, 2002. – 316 с.
5. *Мелехов И.С.* Природа леса и лесные пожары. – Архангельск: ОГИЗ, 1947. – 60 с.
6. *Нестеров В.Г.* Горимость леса и методы ее определения. – М.: Гослесбумиздат, 1949. – 76 с.
7. *Софронов М.А., Волокитина А.В.* Пирологическое районирование в таежной зоне. – Новосибирск: Наука, 1990. – 204 с.
8. *Пожарная опасность в природных условиях / М.А. Софронов [и др.].* – Красноярск: Изд-во ИЛ СО РАН, 2005. – 330 с.
9. *Софронова Т.М., Волокитина А.В., Софронов М.А.* Совершенствование оценки пожарной опасности по условиям погоды в горных лесах Южного Прибайкалья / Ин-т леса им. В.Н. Сукачёва СО РАН; ГОУ ВПО «Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева». – Красноярск, 2007. – 236 с.
10. *Alexander M.E., Lawson B.D., Stocks B.J., Van Wagner C.E.* User Guide to the Canadian Forest Fire Behavior Prediction System: rate of spread relationships. – Prepared by the Canadian Forestry Service Fire Danger Group, 1984. – 73 p.

11. *Cheney N.P.* Models used for fire danger rating in Australia // Proceedings of the Conference on bushfire modeling and fire danger rating systems (Eds N.P.Cheney and A.M.Gill). – Canberra, 1991.
12. *Deeming J.E., Burgan R.E., Cohen J.D.* The national fire-danger rating system – 1978. USDA // Forest Service. General Techn. Report. Int-39– Ogden, Utah. October 1977. – 66 p.
13. *Goldammer J.G.* Feuer in Waldoekosystemen der Tropen und Subtropen. Birkhauser-Verlag. – Basel-Boston, 1993. – 251 p.
14. *Viegas X., Bovio G., Ferreira A., Nosenzo A., Sol B.* Comparative study of various methods of fire danger evaluation in southern Europe // International Journal of Wildland Fire. – 1999. – N9. – P. 235–246.





УДК 51.76 636.082.22:612.1

И.Ю. Ерёмкина, В.Е. Герасимова

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ГОМЕОСТАЗА ЖИВОТНЫХ ПО ПАРАМЕТРАМ ХЕМИЛЮМИНЕСЦЕНТНОЙ КРИВОЙ

Рассматриваются методические подходы применения хемилюминесцентного анализа в качестве дополнительного индикатора при анализе состояния гомеостаза животных при селекции.

Ключевые слова: гомеостаз, селекция, параметры хемилюминесценции, непараметрическая идентификация, дисперсионный анализ.

I.Yu. Eremina, V.E. Gerasimova

THE METHODOLOGICAL ASPECTS OF THE ANIMAL HOMEOSTASIS STATE STUDY ON THE CHEMILUMINESCENCE CURVE PARAMETERS

Methodological approaches to the chemiluminescence analysis application as the additional indicator in the animal homeostasis state analysis in breeding are considered.

Key words: homeostasis, breeding, chemiluminescence parameters, non-parametric identification, dispersion analysis.

Сложные системы гомеостаза сельскохозяйственных животных в искусственно созданных условиях постоянно испытывают давление антропогенного фактора. Существуют различные способы описания состояния таких систем и их структуры на различных уровнях: от молекулярного до популяционного. Однако традиционные зоотехнические методы не могут обеспечить надежность и оперативность контроля скорости и качества адаптационных изменений, вызванных различными эндогенными и экзогенными факторами. При этом актуален поиск индикаторов нарушения гомеостаза, его ранних стадий, когда еще не наступила деградация сложной системы, и патологический процесс может быть обратимым. Таким показателем, по нашему мнению, может служить резерв реактивности фагоцитарного звена иммунокомпетентной системы, определяющей состояние специфической и неспецифической резистентности организма.

Комплексный подход, объединяющий индикаторы состояния сложных систем (показатели хемилюминесцентной (ХЛГ)) с традиционно используемыми селекционными показателями, обеспечит создание научно обоснованных рекомендаций по сохранению, использованию, управлению и восстановлению генофонда сельскохозяйственных животных.

Опираясь на положительный опыт применения хемилюминесцентного анализа (ХЛ-анализ) в изучении закономерностей формирования механизмов иммунологического статуса при развитии патологического процесса [1]; в оценке изменений адаптационного потенциала людей при различных функциональных нагрузках [2]; в оценке влияния оксидативного стресса на иммунитет и старение организма [3], подобные исследования проводятся и на сельскохозяйственных животных. Исследовательский коллектив изучает возможности применения ХЛ-анализа в животноводстве в качестве одного из дополнительных индикаторов при скрининге состояния гомеостаза в условиях адаптивной и неадаптивной интенсификации в животноводстве. В связи с этим необходимо найти ответы на ряд проблемных вопросов. Зависят ли параметры хемилюминесцентной кривой от генотипических факторов (порода, линия, экогенез)? Влияют ли паратипические факторы (возраст, сезон) на параметры хемилюминесцентной кривой? Какая изменчивость параметров хемилюминесцентной кривой выше: групповая или индивидуальная? Существуют ли взаимосвязи между параметрами хемилюминесцентной кривой и показателями воспроизводительных способностей, если да, то какова эта зависимость? Сохраняются ли выявленные взаимосвязи в течение

жизни, каковы доверительные интервалы этой взаимосвязи, передаются ли они по наследству? Имеют ли выявленные закономерности видовую принадлежность?

Основной задачей является выработка методических подходов (а в последующем — алгоритма) к обработке полученных данных.

Объектом исследования были быки-производители ОАО «Красноярскагроплем». Материалом для исследования послужили клетки периферической крови и спермопродукция быков. В ходе исследовательской работы была выполнена комплексная оценка особенностей спермопродукции с учетом возрастных, сезонных изменений, также был произведен учет качества спермы в зависимости от породы и места рождения быков-производителей.

Методы исследования. Оценивали функциональную активность клеток крови быков при антигенной стимуляции *in vitro*. Основным критерий — кинетика генерации активных форм кислорода (АФК), регистрируемая микрометодом люминолуциленированной хемилюминесценции с использованием аппаратно-программного комплекса «Хемилюминометр CL-3604» – ПЭВМ (СКТБ «Наука»). Время записи хемилюминесцентной кривой составляло 180 мин при температуре в регистрационной камере +37°C. О кинетике генерации АФК в системе клеток цельной крови быков судили по параметрам хемилюминесцентной кривой, принимая во внимание наиболее информативные: амплитуду максимальной активности хемилюминесцентной реакции (I_{max} , имп/с), время достижения максимума (T_{max} , мин) и площадь под кривой хемилюминесценции (S – имп. за 180 мин), определяющей общее количество АФК, генерируемых клетками за время записи хемилюминесцентной кривой.

Далее исследуются вопросы о наличии и форме взаимосвязей между параметрами хемилюминесцентной кривой и генотипическими (порода, линия, экогенез), паратипическими факторами (возраст, сезон), показателями воспроизводительных способностей. Стоит отметить, что любые данные, представляющие собой количественные характеристики таких сложных систем, формируются под воздействием множества факторов, не все из которых доступны внешнему контролю.

Таким образом, с точки зрения математики рассматриваются случайные величины X (оказывающие влияние параметры, факторы или показатели) и Y (зависимая величина, т.е. параметры на которые оказывает влияние), а также зависимости одних параметров (Y) от других (X). Так, амплитуда максимальной активности хемилюминесцентной реакции (I_{max} – имп/с), время достижения максимума (T_{max} – мин) и площадь под кривой (S – имп. за 180 мин) будут рассматриваться как переменная Y , а показатели воспроизводительных способностей, генотипические и паратипические факторы – в качестве переменной X .

Как правило, при решении вопросов о наличии взаимосвязи в качестве оценки степени зависимости одних величин от других используют коэффициент корреляции и с его помощью строят линейные модели. Однако эта простейшая характеристика связи не является исчерпывающей мерой зависимости между X и Y . На самом деле, коэффициент корреляции r_{xy} может обращаться в нуль даже для зависимых X и Y и не равняться 1 для величин, связанных нелинейной функциональной зависимостью.

Учитывая, что структура исследуемых зависимостей может носить нелинейный характер, то целесообразно строить непараметрические модели [4] и использовать методологию дисперсионного анализа [5] для исследования стохастических связей.

Так, в качестве меры зависимости, в том числе и нелинейной, между двумя случайными величинами X и Y используют дисперсионное (корреляционное) отношение [5]

$$\eta_{y|x}^2 = \frac{DM(Y | X)}{D(Y)}, \quad (1)$$

где $DM(Y | X) = M[M(Y | X) - M(Y)]^2$ – дисперсия условного математического ожидания; (2)

$D(Y)$ – дисперсия случайной величины Y ;

$M(Y|X)$ – условное математическое ожидание случайной величины Y при данном x ;

$M(Y)$ – математическое ожидание случайной величины Y .

Дисперсия условного математического ожидания $DM(Y|X)$ характеризует ту часть флуктуаций переменной Y , которая вызвана влиянием переменной X . Поэтому иногда дисперсионное отношение называют мерой определенности, вводят также меру неопределенности

$$\bar{\eta}_{y|x}^2 = \frac{MD(Y | X)}{D(Y)}, \quad (3)$$

где $MD(Y|X)$ – средняя условная дисперсия характеризует ту часть общей дисперсии переменной Y , которая вызвана совокупностью всех остальных факторов, кроме влияния переменной X .

Можно доказать теорему разложения дисперсии выходной переменной [5], согласно которой

$$D(Y) = DM(Y|X) + MD(Y|X). \quad (4)$$

Из приведенной выше трактовки дисперсии условного математического ожидания $DM(Y|X)$ и средней условной дисперсии $MD(Y|X)$ следует, что дисперсию условного математического ожидания $DM(Y|X)$ можно использовать в качестве характеристики степени связи между входной и выходной переменными, а математическое ожидание условной дисперсии $MD(Y|X)$ – в качестве характеристики степени неопределенности, неидентичности, количественно характеризующей неадекватность данной модели из-за «неучета» остальных факторов, кроме X .

Учитывая теорему (4) и приведенные определения (1) и (3), получаем, что

$$\eta_{y|x}^2 + \bar{\eta}_{y|x}^2 = \frac{DM(Y|X)}{D(Y)} + \frac{MD(Y|X)}{D(Y)} = 1. \quad (5)$$

Перепишем соотношение в виде $\eta_{y|x}^2 + \frac{MD(Y|X)}{D(Y)} = 1$.

Для того чтобы $\eta_{y|x}^2 = 1$, необходимо и достаточно, чтобы

$$MD(Y|X) = M[Y - M(Y|X)]^2 = 0,$$

то есть, чтобы $y = M(Y|x)$. Это значит, что y и x связаны функциональным соотношением $y = f(x)$.

Из этого вытекает, что $\eta_{y|x}^2 = 0$ в том и только в том случае, если $M(Y|x) = M(Y)$ при любом x . Отсюда следует, что $\eta_{y|x}^2 = 0$, если X и Y независимы, но обратное неверно.

В общем случае $0 \leq \eta_{y|x}^2 \leq 1$. При наличии функциональной связи между X и Y дисперсионное отношение равно единице. В случае отсутствия зависимости $\eta_{y|x}^2 = 0$.

Таким образом, дисперсионное отношение $\eta_{y|x}^2$ можно интерпретировать как количественную характеристику меры определенности случайной величины Y по значениям случайной величины X .

Из определения следует, что в отличие от коэффициента корреляции, дисперсионное отношение не является симметричным, то есть $\eta_{y|x}^2 \neq \eta_{x|y}^2$. Это связано с тем, что при вычислении дисперсионного отношения используется условное математическое ожидание, которое является несимметричной функцией.

Сложность рассматриваемого вопроса состоит в необходимости оценивания регрессии $M(Y|X)$ в случае, когда параметрический вид последнего неизвестен. Регрессию можно оценить различными способами и от качества этих оценок будет существенно зависеть качество оценки дисперсионного отношения. В данной работе в качестве оценки регрессии предлагается использовать непараметрическую модель [4].

Если для построения параметрической модели нет достаточных априорных, то задача идентификации состоит в оценивании функции на основе выборки в форме

$$y_s = f_s(x, y_i, x_i), \quad (6)$$

где y_i, x_i – измерения случайных величин Y и X соответственно.

С точки зрения математической статистики, поставленная задача представляет собой задачу оценивания случайной величины Y по наблюдаемым входным значениям X случайной величины X , т. е. в построении модели, которая имеет вид $\hat{y} = \hat{y}(x)$, где \hat{y} – некоторая оценка искомой истинной функции $\acute{o} = f(x)$. Ошибка оценки \hat{y} искомой функции $\acute{o} = f(x)$ представляет собой случайную величину $\varepsilon(x)$. Обычно точность оценки \hat{y} характеризуют средним квадратом ошибки при данном x :

$$\varepsilon(x) = M \{(y - \hat{y})^2 / x\}.$$

Средний квадрат ошибки оценки \hat{y} будет минимальным, если за оценку \hat{y} принять условное математическое ожидание случайной величины Y при данном x , т. е.

$$\hat{y} = M \{Y / x\}, \tag{7}$$

а эта зависимость представляет собой среднюю регрессию Y на x . Модель, определяемая регрессией Y на x , называется моделью средней регрессии, или просто регрессионной моделью.

По определению условного математического ожидания, используя оценки Розенблатта-Парзена, построим непараметрическую регрессионную модель (6), (7) в одномерном случае.

$$y_S(x, C_{Sx}) = \frac{\sum_{i=1}^S y_i \Phi\left(\frac{x - x_i}{C_{Sx}}\right)}{\sum_{i=1}^S \Phi\left(\frac{x - x_i}{C_{Sx}}\right)}, \tag{8}$$

где y_i, x_i – измерения случайных величин Y и X соответственно (значения параметров хемилюминесцентной кривой, показателей воспроизводительных способностей, генотипических и паратипических факторов);

y_S – оценка Y в зависимости от x ;

S – объем выборки;

$\Phi(u)$ – колоколообразная функция, в данной работе использовалась следующая

колоколообразная функция
$$\Phi(u) = \begin{cases} \frac{3}{4\sqrt{5}} \left(1 - \frac{u^2}{5}\right), \text{ при } |u| \leq \sqrt{5} \\ 0, \text{ при } |u| > \sqrt{5} \end{cases};$$

C_{Sx} – параметр размытости (параметр, характеризующий «гладкость» построенной модели).

Значение параметров размытости оказывает существенное влияние на качество работы регрессионных моделей при использовании выборок конечного объема S . Поэтому параметры размытости должны удовлетворять определенным условиям сходимости [4].

В многомерном случае, когда случайная величина X представляет собой совокупность нескольких параметров, то есть является вектором $X = (x^1, x^2, \dots, x^k)$, непараметрическую регрессионную модель (6), (7) аналогично можно представить в виде

$$y_s(\bar{x}, \bar{C}_{Sx}) = \frac{\sum_{i=1}^S y_i \prod_{j=1}^k \Phi\left(\frac{x^j - x_i^j}{C_{Sx}^j}\right)}{\sum_{i=1}^S \prod_{j=1}^k \Phi\left(\frac{x^j - x_i^j}{C_{Sx}^j}\right)}, \quad (9)$$

где k – размерность вектора $X = (x^1, x^2, \dots, x^k)$;

x_i^j – измерения переменной x^j вектора $X = (x^1, x^2, \dots, x^k)$;

C_{Sx}^j – параметр размытости для переменной x^j вектора $X = (x^1, x^2, \dots, x^k)$.

Далее получаем непараметрическую оценку дисперсионного отношения, используя определение дисперсионного отношения (1), определение дисперсии условного математического ожидания (2), непараметрическую регрессионную модель для одномерного случая (8) и (9) для многомерного, оценки

математического ожидания $M(Y) = \frac{1}{S} \sum_{i=1}^S y_i$ и дисперсии $D(Y) = \frac{1}{S} \sum_{i=1}^S \left(y_i - \frac{1}{S} \sum_{k=1}^S y_k\right)^2$.

Таким образом, дисперсионное отношение в одномерном случае имеет следующий вид:

$$\eta_{y/x}^2 = \frac{\frac{1}{St} \sum_{j=1}^{St} \left(\frac{\sum_{i=1}^S y_i \cdot \Phi\left(\frac{x_i - x_j}{C_s}\right)}{\sum_{i=1}^S \Phi\left(\frac{x_i - x_j}{C_s}\right)} - \frac{1}{S} \sum_{i=1}^S y_i \right)^2}{\frac{1}{S} \sum_{i=1}^S \left(y_i - \frac{1}{S} \sum_{k=1}^S y_k\right)^2}, \quad (10)$$

где St – некоторая константа, количество шагов дискретизации.

И аналогично непараметрическая оценка дисперсионного отношения в многомерном случае имеет вид

$$\eta_{y|x_1, \dots, x_k}^2 = \frac{\frac{1}{St} \sum_{j=1}^{St} \left(\frac{\sum_{i=1}^S y_i \prod_{j=1}^k \Phi\left(\frac{x^j - x_i^j}{C_{Sx}^j}\right)}{\sum_{i=1}^S \prod_{j=1}^k \Phi\left(\frac{x^j - x_i^j}{C_{Sx}^j}\right)} - \frac{1}{S} \sum_{i=1}^S y_i \right)^2}{\frac{1}{S} \sum_{i=1}^S \left(y_i - \frac{1}{S} \sum_{j=1}^S y_j\right)^2}, \quad (11)$$

где все обозначения, функция Φ и параметр размытости C_s в (10) и (11) имеют тот же смысл, что и выше.

Таким образом, предполагается, что расчет дисперсионного отношения позволит судить о наличии зависимости между параметрами хемилюминесцентной кривой и факторами (как генотипическими, так и паратипическими).

Применение предложенных оценок будет способствовать решению вопроса о взаимосвязи между параметрами хемилюминесцентной кривой и показателями воспроизводительных способностей быков (концентрация, средний объем эякулята, брак и др.), а построение непараметрических моделей будет говорить о том, какова эта зависимость.

Кроме того с помощью дисперсионного отношения предполагается выяснить сохраняются ли выявленные взаимосвязи в течение жизни и передаются ли они по наследству.

Литература

1. Хемилюминесцентный анализ закономерности формирования механизмов иммунологического статуса детей при развитии патологического процесса: системные исследования, постинфекционно-аллергические состояния, почечная патология / Я.И. Пухова [и др.]. – Красноярск: Изд-во КНЦ СО РАН, 1995.
2. Лесовская М.И. Адаптационный потенциал неспецифической резистентности здоровых людей при различных нагрузках и состояниях организма. – Красноярск: Изд-во КГПУ, 2003. – 248 с.
3. Семенов В.Ф., Карандашов В.И., Ковальчук Л.В. Иммуногерантология. – М.: Медицина, 2005. – С. 128–136.
4. Медведев А.В. Элементы теории непараметрических систем управления. Актуальные проблемы информатики, прикладной математики и механики. – Новосибирск-Красноярск: Изд-во СО РАН, 1996. – С. 87–112.
5. Дисперсионная идентификация / Н.С. Райбман [и др.]; под ред. проф. Н.С. Райбмана. – М.: Наука, 1981. – 336 с.





ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 15

И.Л. Бельих

САМООПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИЧНОСТИ: ФИЛОСОФСКИЙ, СОЦИОЛОГИЧЕСКИЙ, ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ, ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТЫ

Исследуется феномен самоопределения личности с философской, социологической, психологической и педагогической позиций. Особое внимание уделено философскому знанию, которое задает общее направление и ценностные ориентиры процесса самоопределения. Содержание понятия «самоопределение» с позиции социологии представлено как основной инструмент социализации личности. В статье раскрываются психологические подходы к проблеме самоопределения, доказываемая взаимосвязь внутреннего и внешнего «Я» человека в процессе самоопределения. Педагогический аспект самоопределения рассматривает взаимосвязь самоопределения личности и ценностей, раскрывает механизм развития ценностного самоопределения.

Ключевые слова: самоопределение, философско-методологический аспект, социологический аспект, психологический аспект, педагогический аспект.

I.L. Belikh

THE PERSONALITY SELF-DETERMINATION: PHILOSOPHICAL, SOCIOLOGICAL, PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL ASPECTS

The personality self-determination phenomenon is researched from the philosophical, sociological, psychological and pedagogical points of view. The special attention is given to the philosophical knowledge that gives general direction and value orientations to the self-determination process.

The meaning of the "self-determination" concept from the sociological point of view is represented as the basic instrument of personality socialization. The psychological approaches to the problem of self-determination are revealed in the article, the correlation between the inner and outer "Ego" of a person in the self-determination process is proved.

The pedagogical aspect of self-determination shows the correlation of personality self-determination and values, it reveals the mechanism of the value self-determination development.

Key words: self-determination, philosophical and methodological aspect, sociological aspect, psychological aspect, pedagogical aspect.

Исследование феномена самоопределения студента педагогического колледжа предполагает выявление исходных методологических положений, которые позволят дать теоретический анализ сущности процесса самоопределения с философской, социологической, психологической и педагогической позиций.

Понятием «самоопределение» оперируют в разных областях знаний: в философии, социологии, психологии, педагогике и др. Так, философско-методологические аспекты самоопределения связаны с сознательным регулированием человеком жизненного пути, с пониманием смысла жизни, с личной ответственностью, нравственным выбором (Бестужев И.В., Буева Л.П., Гегель Г.В., Гумбольдт В., Дубровский Д.И., Здравомыслов А.Г., Ильенков Э.В., Кон Н.С., Кузьмин В.П., Лекторский В.А., Руткевич М.Н., Шлегель Ф., Шлейермахер Ф., Щедровицкий Г.П., Ядов В.А. и др.).

Фактически в каждом крупном философском течении, в котором рассматривалась проблема человека, существует свое специфическое представление о самоопределении личности, либо явное, либо нет. Эта проблема рассматривалась в русле традиционных вопросов: что такое человек, какова его природа и сущность, каков смысл человеческой жизни, а также в рамках вопросов о свободе воли, сущности сознания, проблемы взаимоотношения человека и общества. Наиболее важными в контексте нашего исследования

являются философские работы Ж.Ж. Руссо (проблемы «естественного состояния» человека и идеальной модели возможного общества), И. Канта (проблема свободы воли), А. Шопенгауэра (вопрос иррациональности человеческой воли), Ф. Ницше (идея воли к власти). Для К. Маркса, У. Джеймса, А. Бергсона, П. Тейяра де Шардена и целого ряда других философов сущность человека связывается с его способностью создавать принципиально новые возможности для своего развития. Отмечая, что «человек станет таким, каков проект его бытия» Ж.П. Сартр обращает внимание на такую черту самоопределения человека, как направленность его на будущее [5, с. 322]. Вслед за Сартром идею ответственности человека за свое существование утверждает А. Камю.

С позиций современной европейской философии, в частности философии персонализма, личность и ее духовные ценности признаются высшим смыслом земной цивилизации. Проблему самоопределения человека она ставит следующим образом: недостаточна только интериоризация – внутренняя сосредоточенность индивида и его духовный мир, необходимо и его самоосуществление – возможность и способность через целеполагание и целенаправленность реализовывать свое человеческое и божественное предназначение. Только глубинная взаимосвязь интериоризации и экстериоризации есть основа движения трансцендирования, единства социального и психологического.

Обращение к трудам современных отечественных философов, касающихся проблем самоопределения, позволяет отметить работы М.Л. Розова (проблема свободы человека), Н.И. Кузнецовой (проблема человека и сознания), П. Шульца (самоопределение как основное понятие философской антропологии). Философский аспект нравственного самоопределения рассматривается Л.М. Архангельским, А.Л. Гусейновым, О.Г. Дробницким.

Исходя из изложенного, отмечаем: философское знание задает общее направление, сущностные характеристики и ценностные ориентиры процесса самоопределения: свобода, воля, нацеленность на будущее.

С позиций *социологии* самоопределение рассматривается применительно к поколению в целом и характеризует результат его вхождения в социальные структуры и сферы жизни и фиксацию этого результата. Не удивительно, что многие авторы (Дюркгейм Э., Знанецкий Ф., Масионис Дж., Штомпка П., Эффендиев А.Г. и др.) считают правила и образцы поведения культурным остовом. Среди многих социологических концепций человека: *homo socius*, *homo politicus*, *homo economicus*, *homoludens*, *homo reciprocus* имеет место и такая, согласно которой человек – это существо, руководствующееся правилами... определяющими внешние границы для его собственной индивидуальной активности (Штомпка П.) и процесс вхождения в мир людей. Самоопределение человека в данной системе координат утверждает его в определенной социальной позиции.

Плодотворным для нашего исследования является изучение основного вопроса социологии личности: определение степени влияния общества на личность, обуславливания ее внутреннего мира, желаний, что определило два основных направления. Последователи первого утверждают, что общество «продавливает» свои интересы, сторонники второго оппонировать – личность выбирает те варианты ролевого поведения, которые позволяют ей добиться преимуществ, успехов в данной социальной среде. Нам представляется, что истина определяется гармоничным соотношением внешнего и внутреннего в самоопределении человека.

Это высказывание в контексте нашего исследования позволяет утверждать значимость системы ценностных ориентации в самоопределении молодого человека. В этой связи для нас представляют большое значение работы, в которых говорится о регулировании, социальном регулировании, выборе средств, способов, методов; определении действий, адекватных данной ситуации. Поскольку в основе всего этого лежит процесс самоопределения, процесс экстраполяции системы ценностных ориентации в конкретные социальные действия, процесс ценностного самоопределения «здесь и сейчас». Такое понимание, стало значимым в организации и определении содержания культурных практик и их роли в ценностном самоопределении студентов.

В зависимости от того, в какие сферы социальной жизни включается человек, выделяют различные виды самоопределения: социальное, общественно-политическое, гражданское, профессиональное, религиозное, семейное, внутригрупповое, коммуникативное. Смысл ценностного самоопределения – это включение в систему ценностей, которые поднимают жизненную активность субъекта на принципиально иной уровень во всех сферах его проявления. Занимая определенную позицию, предвосхищая свое будущее, осознавая свои реальные достижения и недостатки, человек расширяет границы собственных возможностей. Концептуальная схема самоопределения описана как движение в четырех смысловых пространствах: ситуативном, социальном, культурном, экзистенциальном. Ситуативное поведение направляется обстоятельствами. Социальное детерминировано локальной целью. Культурное самоопределение предполагает рефлекссию собственной деятельности, придание ей статуса «дела», вписываемого в некоторую культурную традицию. Эк-

зистенциальный вектор самоопределения характеризуется поиском вечных ценностей.

Таким образом, социология рассматривает самоопределение как основной инструмент социализации личности, выбор молодым человеком своего места в социуме, а степень вхождения в социальные структуры – как фактор расширения границ познания.

Общие психологические аспекты становления самоопределения в контексте проблемы развития личности и подготовки ее к будущей деятельности рассматривают Л.И. Божович, Е.И. Толоваха, А.М. Кухарчук, И.О. Кон, Т.В. Кудрявцев, В.С. Мухина, А.Б. Орлов, М.Х. Титма, А.Б. Ценципер, П.А. Шавир, И.Г. Шендрик и др. Социально-перцептивные аспекты самоопределения, обусловленные особенностями рефлексии, самооценки, самопознания и познания других людей выделяют А.А. Бодалев, Ф.Е. Васильюк, А.И. Липюша, Е.Т. Соколова, В.В. Сталин, Е.О. Федотова, Т. Шибутани и др.

Сосредоточив внимание на сущностных сторонах самоопределения личности как субъекта собственной жизни, мы, естественно, обратились к наследию С.Л. Рубинштейна. По мнению М.Р. Гинзбурга [2, с. 43], именно С.Л. Рубинштейн заложил методологические основы психологического подхода к проблеме самоопределения, которая рассматривалась психологом в контексте проблемы детерминации, в свете выдвинутого им принципа: внешние причины действуют, преломляясь через внутренние условия: «Тезис, согласно которому внешние причины действуют через внутренние условия так, что эффект действия зависит от внутренних свойств объекта, означает, по существу, что всякая детерминация необходима как детерминация другим, внешним, и как самоопределение (определение внутренних свойств объекта)» (С.Л. Рубинштейн) [5, с. 359]. В данном случае самоопределение выступает как самодетерминация в отличие от внешней детерминации. В понятии «самоопределение», таким образом, выражается активная природа «внутренних условий», через которые преломляются внешние воздействия: «На самом деле самоопределение и определение другим, внешним существует в равной мере повсюду. Существует иерархия этих отношений, в которой высшим уровнем выступает самоопределение на уровне существ, обладающих сознанием» [5, с. 358]. По отношению к этому уровню – уровню человека – в понятии «самоопределение» для С.Л. Рубинштейна выражается самая суть, смысл принципа детерминизма: «смысл его заключается в подчеркивании роли внутреннего момента самоопределения, верности себе, неодностороннего подчинения внешнему» [5, с. 382]. Более того, сама «специфика человеческого существования заключается в мере соотношения самоопределения и определения другим (условиями, обстоятельствами), в характере самоопределения в связи с наличием у человека сознания и действия» [5, с. 260]. Это принципиально важное положение позволяет нам рассматривать проблему ценностного самоопределения личности в образовании, прежде всего как процесс самодетерминации, в котором задействованы как внешние, так и внутренние факторы, но внутренний момент самоопределения является центральным.

В развитии данной идеи К.А. Абульханова-Славская рассматривает самоопределение как свободное избрание человеком смысла жизни, готовности к самостоятельной жизнедеятельности на основе соотношения своих желаний, наличных качеств, возможностей и требований, предъявляемых к нему со стороны окружающих и общества» [1, с. 65]. «Самоопределившаяся личность» в данном случае является синонимом «социально созревшей» личности. Основной характеристикой такой личности является соблюдение норм, принятых в обществе, и ориентированность на определенные групповые, коллективные и общественные ценности.

Сказанное позволяет сделать вывод, что в психологическом знании акцент делается на выявлении роли внутреннего и внешнего «Я» человека в процессе его самоопределения.

Значительный вклад в изучение самоопределения личности внесли педагоги. Нам представляются интересными исследования Т.К. Ахаян, которая предложила ценностный подход к изучению роли знаний в процессе ценностного самоопределения школьников; работы по развитию идей о роли знаний в формировании ценностных ориентации как основы самоопределения школьников Л.В. Андрияновой, Н.Ф. Гейжан, А.В. Козлова; труды, рассматривающие ценностные ориентации как основу самоопределения личности школьников В.А. Беликова, З.И. Васильевой, М.Е. Дуранова, Н.А. Евдокимовой, Г.К. Нурғалиевой.

Особое значение для нашего исследования имеют работы А.В. Кирьяковой, которая рассматривает взаимосвязь самоопределения личности и ценностей, и в рамках авторской теории ориентации личности в мире ценностей раскрывает механизм развития ценностного самоопределения: поиск – оценка – выбор – проекция [4, с. 52]. По ее мнению, центральным звеном, ведущим личностным механизмом, обеспечивающим ценностное самоопределение человека в любой сфере жизнедеятельности, является выбор, который обнаруживает, формирует и закрепляет ценностные отношения личности, приобретающие статус ориентации.

Именно в ситуации выбора многократно закрепленный опыт приобретает устойчивость качества. В выборе задействованы все стороны формирующейся личности: рациональный (когнитивный), эмоциональный (эмотивный), действенный (проективный).

Выбор – это определенный механизм соотношения внешнего и внутреннего плана жизнедеятельности личности. И этот компонент ценностного механизма в цепочке: поиск – оценка – выбор всегда обращен в настоящее, выбор сделан – он преддверие действия. Это переход от слова через оценку к поступку.

Роль и значение выбора как механизма самоориентации отмечают также В.И. Братусь, А. Вилюнас, В.И. Бакштановский, Н.В. Бочкина, В.В. Зайцев. Это позволило представителям научной школы А.В. Кирьяковой, Е.В. Кострюковой, Т.А. Носовой, А.А. Преснову рассматривать ценностное самоопределение как «процесс, акт и результат выбора человеком собственной позиции, целей и средств самоосуществления и саморазвития в конкретных обстоятельствах жизни: основной механизм обретения и проявления человеком внутренней свободы, осуществляемой на основе ценностных ориентации как результат сложного динамического образования».

Педагогическое знание по-новому ставит вопрос об «объекте» образования. Им не может выступать отдельная личность, а лишь образовательный материал (предметы, явления, символы, модели, ситуации, ценности, деятельность, отношения, психологическая атмосфера), в процессе выбора, исследования и преобразования которого происходит самоопределение субъекта образования.

Вытекающие из изложенного выводы можно сформулировать следующим образом:

- самоопределение представляет собой свободное избрание человеком своей судьбы, осуществленную детерминацию; относительно самостоятельный этап социализации, сущность которого заключается в формировании у индивида осознания цели и смысла жизни, готовности к самостоятельной жизнедеятельности на основе соотношения своих желаний, наличных качеств, возможностей и требований, предъявляемых к нему со стороны окружающих и общества; термин «самоопределение» используется в различных областях человекознания (в психологии, социологии, педагогике) для обозначения процесса взросления личности, формирования жизненной перспективы, жизненных планов, выбора профессии;

- механизмом самоопределения является интеллектуальная работа по рефлексии жизненной ситуации, то есть поиск смысла жизни, который гораздо важнее, чем его обретение;

- связь самоопределения с ценностями, с потребностью формирования смысловой системы личности позволяет рассматривать определяющее развитие ценностного самоопределения среди других видов самоопределения на протяжении всей жизни человека;

- ценностное самоопределение личности является сложным феноменом, важнейшей проблемой современного человекознания, в основе рассмотрения которого лежит представление о личности как субъекте, свободно определившемся, выработавшем свою позицию в пространстве культуры.

Литература

1. Абульханова К.А., Березина Т.Н. *Время личности и время жизни*. – СПб.: Алетейя, 2001. – 240 с.
2. Гинзбург М.Р. Психологическое содержание личностного самоопределения // *Вопросы психологии*. – 1994. – № 3. – С. 43–52.
3. Кирьякова А.В. *Теория ориентации личности в мире ценностей*. – Оренбург, 1996. – 188 с.
4. Рубинштейн С.Л. *Проблемы общей психологии*. – М., 1973. – 381 с.
5. Сартр Ж.П. *Экзистенциализм – это гуманизм // Сумерки богов*. – М.: Политиздат, 1989. – С. 319–344.





УДК 304.3

О.В. Мясоутов

**К ВОПРОСУ О ПОЛИТИЧЕСКОМ СОЗНАНИИ: ФИЛОСОФСКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В статье представлены философско-методологические основы социально-философского анализа феномена политического сознания. Политическое сознание исследуется с позиций концепции двух систем теоретизирования: метафизической и диалектической. Она основывается на признании существования двух моделей мира: «универсалистской» и «космической».

На современном этапе исследование политического сознания в рамках альтернативных систем теоретизирования отличается высоким уровнем его актуализации.

Ключевые слова: политическое сознание, универсалистская модель мира, космическая модель мира, метафизическая система теоретизирования, диалектическая система теоретизирования, номинализм, реализм.

O.V. Myasoutov

**TO THE POLITICAL CONSCIOUSNESS ISSUE: PHILOSOPHICAL AND METHODOLOGICAL
BASES OF RESEARCH**

The philosophical and methodological fundamentals of the social and philosophical analysis of political consciousness phenomenon are presented in the article. The political consciousness is researched from the viewpoint of the two theorization systems concept: metaphysical and dialectic. It is based on the acknowledgement of the two world models existence: «universalist» and «cosmic».

At the present stage political consciousness research within alternative theorization systems is distinguished by its actualization high level.

Key words: political consciousness, world universalist model, world cosmic model, metaphysical theorization system, dialectic theorization system, nominalism, realism.

Коренные изменения, наблюдающиеся во всех сферах общественно-политической жизни современной России на протяжении последних двадцати лет, влекут за собой все большую активизацию политической жизни общества. Изменяется способ бытия социальности, что связано с технологическими, аксиологическими и институциональными переменами. Все это приводит к формированию общества нового типа – информационного. Важной частью процесса трансформации становится политическое сознание.

Общество как объективно-субъективная реальность не может существовать без сознания. Под сознанием понимают способность идеального отражения окружающей действительности, превращения объективного содержания предмета в субъективное содержание духовной жизни человека. Сознание – это «...высший уровень психической активности человека как социального существа. Своеобразие этой активности заключается в том, что отражение реальности в форме чувственных и умственных образов предвосхищает практические действия человека, придавая им целенаправленный характер» [3, с. 622].

В рамках заявленной темы следует выделить объект нашего исследования – политическое сознание. Оно выступает в качестве совокупности ментальных явлений, в которых субъект выражает свое восприятие мира политического.

При написании статьи мы поставили цель – исследовать специфику политического сознания через его зависимость от моделей мира, которые в свою очередь лежат в основе различных методологических традиций.

Основной задачей является исследование социально-философской методологии раскрытия сущности политического сознания как формы общественного сознания.

В данной статье политическое сознание исследуется с позиций концепции, основывающейся на признании существования двух моделей мира: «универсалистской» и «космической» [7, с. 10–38]. По мнению Н.М. Чуринова, при «универсалистской» модели мира мир предстает перед нами «как некий универсум, т.е. как нечто машинообразное, позволяющее переориентировать мир на пользу человеку», что «позволяет нацелить работу «мировой машины» на удовлетворение индивидуумом, социальным объектом своих эгоистических потребностей», а «космическая» модель мира «раскрывает мир как космос, как некоторую совокупность совершенств, благодаря которой человек предстает как его (мира) желанное дитя. При этом человеку позволена игра со своей матерью-природой, приемлемые пределы баловства. И задача познания состоит в том, чтобы разобраться в правилах этой игры и понять допустимые пределы, так сказать, широту размаха практики преобразований» [7, с. 11–12].

Универсалистская и космическая модели мира лежат в основе двух систем теоретизирования: метафизической и диалектической. Метафизическая система основывается на представлении метафизики в качестве метода познания «отвлеченной, представленной свободными объектами неизменной основы мира» [8, с. 48].

Зарождение метафизической системы имело место в философии софистов. Согласно ей, постижение окружающей действительности осуществляется с помощью свободной воли и возможности перестраивать мир в соответствии с потребностями человека.

Философы давно обратили внимание, что человек с помощью органов чувств воспринимает лишь единичные вещи, тогда как в речи и мышлении большую роль играют общие понятия (универсалии). В западной философской традиции в ходе дискуссии о смысле и значении понятий общего и отдельного образовались две методологические традиции: номинализм и реализм.

В соответствии с номиналистской методологической традицией мир политический понимается в качестве суммы единичных сущностей, которые могут быть только описаны. Согласно номиналистской традиции, реально существует лишь отдельное, любая вещь единична. Философия номинализма была разработана в трудах таких мыслителей, как Ж. Буридан, Т. Гоббс, Дж. Локк, Д. Юм. Традиция номинализма получила свое дальнейшее развитие в таком современном философском течении, как неонинализм, которое является теоретическим продолжением номиналистской методологической традиции.

Неониналисты продолжают традицию метафизической методологии и возводят принцип свободы в основу теоретизирования. В соответствии с этим принципом исследователь познает истину не как образ действительности, а как «продукт» исследовательской свободы. Таким образом, неониналисты продолжают теоретическую линию античных софистов.

Неонинализм раскрывает политическое сознание как стихийное формирование представлений об окружающей политической действительности. Субъект занимает в данном процессе пассивное положение. Политическое сознание констатирует факты, различает те или иные феномены окружающей политической действительности.

Философия номинализма является методологической основой либерального типа политического сознания. Теоретической основой либерального типа политического сознания является философия неонинализма.

Либеральное политическое сознание строится вокруг признания самоценности индивидуальной свободы. Принцип свободы раскрывается в идее первичности индивида по отношению к обществу и природе. Индивид понимается как свободная сущность, которая обладает подлинным бытием. Только подлинная сущность (индивид) может обладать свободой. Принцип свободы помещается в основание бытия. Дж. Уолдрон пишет: «...В политике либералы выступают за свободу мысли, слова, ассоциаций и за гражданские права вообще. В сфере частной жизни они ратуют за свободу вероисповедания, свободу образа жизни, свободу секса, брака, употребления наркотиков» [6, с. 111]. В соответствии с либерально-неониналистским принципом свободы индивида, человек как «подлинная сущность» противостоит «неподлинной» сущности – обществу.

Австрийский мыслитель Л. фон Мизес подразделяет либеральный тип политического сознания на два подтипа – «экономически либеральный» и «социал-либеральный» [10, с. 19].

Для «экономически либерального» политического сознания равенство ценно постольку, поскольку оно выступает условием действительного существования свободы, понятой, прежде всего, как свобода ответственности. И только такое равенство определяется в качестве либерального.

Равенство для «социал-либерального» политического сознания – не просто условие осуществления свободы. Ценность его состоит в том, что оно способствует расширению объема и обогащению содержания свободы. Если свобода действительна как свобода равных, то расширение сфер и увеличение оснований равенства людей есть в то же время рост сфер и оснований свободы.

В соответствии с реалистской методологической традицией наиболее значимыми являются универсалии, так как единичные вещи вторичны и производятся от общих понятий. Таким образом, мир политиче-

ский отражается в политическом сознании в виде универсалий. Философия реализма нашла свое отражение в работах Фомы Аквинского, Роджера Бэкона, Ансельма Кентерберийского и др. Теоретическим продолжением реалистской философии является философия неореализма. В неореализме политическое сознание оперирует вечными понятиями, под которые тенденциозно подгоняется окружающая политическая действительность.

Философия реализма является методологической основой консервативного типа политического сознания. Теоретической основой консервативного типа политического сознания является философия неореализма.

Консервативное политическое сознание строится вокруг принципа незыблемости традиционных устоев общественной жизни и противостоит радикальному обновлению и новациям. Содержание консервативного политического сознания распространяется от правого радикализма до либерального реформизма, что дает повод определить консервативное политическое сознание в качестве нецельного и неоднородного. Б. Гудвин пишет: «Консерватизм – это своеобразный идеологический хамелеон, поскольку его облик зависит от природы его врага» [5, с. 70].

В западной социально-философской мысли сложилась практика отождествления консервативного политического сознания с коллективистским. В рамках метафизической системы теоретизирования такое отождествление имеет обоснованность, поскольку теория познания имеет вероятностный характер знания. В рамках диалектической системы теоретизирования данное отождествление необоснованно. Оно предполагает эклектическое смешение проблематики исследования различных типов социальности (коллективистского и индивидуалистического).

Опираясь на учение Н.М. Чуринова, можно отметить, что политическое сознание в метафизической системе теоретизирования раскрывает мир политический как машину, функционирование которой направлено в основном на удовлетворение потребностей общества.

Параллельно метафизической системе теоретизирования прорабатывалась диалектическая система. Она нашла свое отражение в трудах древнерусских религиозных мыслителей, положивших в основу своих трудов наследие византийских мыслителей. В контексте данной системы можно представить политическое сознание в качестве отражения мира политического, исходя из отношения сущности и ее существования, которое в свою очередь опосредовано всеобщей связью. Основным принципом в познании становится принцип совершенства. Эта традиция была позже воспринята и проработана в трудах русских мыслителей XVIII века, а позднее – в работах славянофилов.

В советский период данная система опиралась на принципы теории отражения. Отражение представляет собой воспроизведение сущности сознанием в виде системы идеальных образов. Образ как продукт сознания, согласно диалектической системе теоретизирования, выступает в качестве отражения окружающей действительности. При этом образ подчиняется не собственным законам, не зависимым от внешнего мира, а законам, отражающим законы окружающей действительности.

Диалектическая традиция является методологической основой космического (коллективистского) типа политического сознания, поскольку базируется на космической модели мира.

Ю. Пермяков характеризует понятие «космос» как противопоставление хаосу. «Космос предполагает некий Порядок, Гармонию, по причине чего нечто стало существовать и не рассыпается» [4, с. 28].

Опираясь на учение Н.М. Чуринова, можно отметить, что политическое сознание в диалектической системе теоретизирования раскрывает мир политический в терминах совершенства общественных отношений, которое обеспечивают разнообразные социальные нормы.

Аристотель писал: «Законченным, или совершенным (teleion) называется (1) то, вне чего нельзя найти хотя бы одну его часть...; (2) то, что по достоинству и ценности не может быть превзойдено в своей области; ... (3) законченным называется то, что достигло хорошего конца;...» [1, с. 169].

Принцип совершенства космического (коллективистского) политического сознания означает, что нет ни одной лишней детали, которая могла бы дополнить объект, и в то же время нет ни одной детали, существующей вне его.

На современном этапе исследование политического сознания в рамках альтернативных систем теоретизирования отличается высоким уровнем его актуализации, так как постановка исследования в таком контексте основывается на многовековом опыте формирования философских традиций. В рамках нашего исследования можно выделить две основные традиции в интерпретации политического сознания, которые в свою очередь соответствуют двум моделям мира («универсалистской» и «космической») и двум системам теоретизирования (метафизической и диалектической): западная традиция и отечественная традиция.

На основе вышесказанного можно сделать следующие выводы:

Во-первых, политическое сознание изучается в рамках двух основных систем теоретического освоения мира (метафизической и диалектической). Таким образом, в процессе своего развития оно приобретает соответствующие контексты.

Во-вторых, в основе метафизической и диалектической систем теоретизирования лежат различные модели мира (универсалистская и космическая).

В-третьих, различные методологические традиции являются основой конкретных типов политического сознания.

В-четвертых, политическое сознание в метафизической системе теоретизирования основывается на принципе свободы.

В-пятых, политическое сознание в диалектической системе теоретизирования основывается на принципе совершенства общественных отношений.

Литература

1. Аристотель. Сочинения: в 4-х т. Т.1. – М.: Мысль, 1981. – 550 с.
2. *Ивин А.А.* Введение в философию истории: учеб. пособие. – М.: ВЛАДОС, 1997. – 288 с.
3. Новейший философский словарь. – М.: Книжный Дом, 2003. – 1280 с.
4. *Пермяков Ю.* Лекции по философии права. – Самара: Изд-во Самарского ун-та, 1995. – 251 с.
5. Современный консерватизм / отв. ред. *С.П. Перегудов, В.А. Скороходов.* – М., Наука, 1992. – 264 с.
6. *Уолдрон Дж.* Теоретические основания либерализма: пер. с англ. // Современный либерализм. – М., 1998. – С. 108–137.
7. *Чуринов Н.М.* Два проекта науки и их модели мира // Информационная реальность и цивилизация: сб. науч. тр. – Вып. 2. – Красноярск, 1998. – С. 10–38.
8. *Чуринов Н.М.* Совершенство и свобода: философские очерки. – 2-е изд., доп. – Красноярск: Изд-во СИБУП, 2003. – 515 с.
9. *Чуринов Н.М.* Совершенство и свобода: моногр. – Изд. 3-е, доп. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. – 712 с.
10. *Mises v. L.* Liberalism in the Classical Tradition. – N.-Y., 1985.



УДК 338.22.01

С.С. Семёнов

ИНСТРУМЕНТЫ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

Представлен анализ инструментов стратегического планирования деятельности предприятий. Предлагается рассматривать экономическую политику как инструмент стратегического планирования в области экономики.

Ключевые слова: политика предприятий, стратегическое планирование, экономическая политика, элементы, принципы формирования.

S.S. Semenov

STRATEGIC PLANNING INSTRUMENTS

The analysis of the enterprise strategic planning instruments is presented. It is suggested to consider the economic policy as the instrument for strategic planning in the field of economics.

Key words: enterprise policy, strategic planning, economic policy, elements, formation principles.

В условиях неопределенности внешней среды и высокой конкуренции все большее значение в системе управления корпорациями приобретает процесс стратегического планирования. На сегодняшний день в экономической литературе большое внимание уделяется инструментам, которые позволяют выбирать стратегические цели. Для эффективного процесса стратегического планирования необходим инструмент, позволяющий выбирать путь достижения стратегической цели, связывать со стратегической целью тактическое поведение предприятия. Исследованию таких инструментов уделяется недостаточно внимания в теории, а также отсутствует практический опыт их применения на предприятиях. Таким инструментом может стать по-

литика. Для этого рассмотрим сущность стратегического планирования, инструменты его реализации, а также возможность использовать экономическую политику в виде инструмента планирования деятельности организации.

Стратегическое планирование является одним из видов планирования деятельности предприятия, под которым процесс моделирования будущего, применительно к которому должны быть определены цели и сформулирована концепция долговременного развития [1].

Задачей наиболее часто упоминаемых инструментов стратегического планирования являются анализ факторов внешней среды и выбор стратегических целей предприятия. Чаще всего представленные инструменты направлены на исследование возможности выхода на рынки, рисков, связанных с выпуском новых продуктов и т.д.

В частности, PEST-анализ изучает политические, экономические, социальные и технологические особенности внешней среды, которые могут повлиять на стратегию компании. Такой анализ позволяет решить вопрос о продолжении деятельности (например, осуществлении инвестиций в разработку нового продукта) или, наоборот, об уходе с освоенного рынка. Анализ отрасли используется для получения данных о состоянии и объемах производства, динамики предложения товаров/услуг, трудностях развития рассматриваемой отрасли и влияющих на нее факторов. Цель такого изучения – получение общего представления о рынке предложения продукции и использование данных для принятия дальнейших решений о вступлении или невступлении в исследуемый бизнес. Карты стратегических групп позволяют оценить внутриотраслевую конкуренцию на основе изучения групп конкурирующих фирм, объединенных по признаку сходного рыночного положения по определенным показателям – цена/качество, широта ассортимента, уровень сервиса и т.д. Схожей по целевому назначению является модель «Пяти сил конкуренции» М. Портера, которая позволяет выявить потенциал конкурентоспособности предприятия. Для этого выделяются пять наиболее важных факторов, влияющих на формирование структуры отрасли (интенсивность соперничества среди конкурентов; угроза со стороны потенциально возможных конкурентов; угроза со стороны товаров заменителей; переговорная сила покупателей; переговорная сила поставщиков). Такой инструмент дает возможность для целенаправленной оценки конкурентной обстановки на рынке [1].

Перечисленные инструменты направлены на изучение состояния отрасли, изучение спроса и уровня конкуренции. Однако они не позволяют оценить влияние внешних факторов, от которых зависит финансовый и кадровый потенциал. В поле внимания инструментов также не попадают внутренние факторы, от которых зависит деятельность предприятия. Поэтому их значением нельзя пренебрегать в процессе стратегического планирования.

Отличающимся по своему подходу является SNW-анализ. Он позволяет оценить слабые и сильные стороны организации по ряду параметров. Существенным недостатком такого подхода является отсутствие изучения взаимосвязей между отдельными параметрами. В результате невозможно провести комплексную оценку и выявить последствия принятия решений [1].

Для глубокого анализа окружения организации в экономической литературе предлагается использовать такой инструмент, как матрица угроз и возможностей (профиль среды). Недостатком такого подхода является отсутствие формализации при выборе поведения. Угрозы и возможности оцениваются по степени важности, но при этом не имеют количественной оценки (таких как объем прибыли или объем продаж).

Большую известность имеет SWOT-анализ, предназначенный для изучения внешней и внутренней среды. Все факторы делятся на четыре категории: сильные стороны, слабые стороны, возможности и угрозы [1]. Аналогично вышеназванному инструменту, его индикаторами являются качественные (вербальные) категории. Отсутствие же количественных критериев делает невозможным прогнозировать конкретные значения экономических показателей.

Схожим со SWOT-анализом являются методы портфельного анализа (матрица БКГ, матрица АДЛ, GAP-анализ). Такие инструменты учитывают, как внешние, так и внутренние факторы, однако область анализа ограничена маркетинговой деятельностью и позиционированием продукта на рынке [1].

Рассмотренные инструменты стратегического планирования используются для изучения влияния факторов преимущественно внешней среды. В результате упускаются внутренние особенности предприятия, не учитываются его внутренние резервы, в то время как результатом стратегического планирования должен быть выбор не только цели предприятия, но и наиболее оптимального пути ее достижения.

Обоснованные цели являются важнейшим компонентом эффективного планирования, но они не обеспечивают конкретных ориентиров для принятия решений. Цель устанавливает, чего организация хочет достичь, но способ достижения цели рассматривается довольно обтекаемо и поэтому менеджмент может принять неверные решения. Чтобы избежать подобной дезориентации, руководство должно разрабатывать дополнительные планы и конкретные указания по обеспечению целей и наладить процесс реализации стратегического плана.

Политика представляет собой общее руководство для действий и принятия решений, которые облегчают достижение целей. Она является тем дополнительным ориентиром, который обеспечит согласованность действий сотрудников стратегическим целям предприятия.

Как отмечают М.Х. Мескон, М. Альберт и Ф. Хедоури, политика направляет действия на достижение цели или выполнение задачи. Она объясняет, каким образом должны быть достигнуты цели, устанавливает вехи, которым нужно следовать. Предназначена она для сохранения постоянства целей, а также для того, чтобы избежать принятия близоруких решений, основанных на требованиях данного момента [2].

Подобная точна зрения встречается у Г. Кунц и С. Одоннел. Они отмечают, что политика является ориентиром мышления при принятии решения. Политика формируется для того, чтобы управляющие руководствовались ею, рассматривая возможные последствия своих решений до того, как эти решения приняты. То есть, политикой руководствуются до принятия решений [3].

В силу представленных мнений предлагается представить стратегическое планирование деятельности предприятия в виде единой системы, состоящей из двух взаимосвязанных элементов. Первый элемент представляет собой инструменты, определяющие стратегические цели предприятия. Второй – политика предприятия, при формировании которой руководство выбирает конкретный путь (средства и способы) достижения стратегических целей. Такой взгляд позволяет считать, что основной задачей политики является регламентирование поведения функциональных подразделений предприятия. В связи с этим можно выделить производственную, инновационную и экономическую политику, каждая из которых в свою очередь является сложной категорией. Остановимся подробнее на экономической политике.

Современная практика управления крупными предприятиями показывает, что зачастую политика разрабатывается только для отдельных функциональных подразделений. Чаще всего это касается учетной (ОАО «Ростелеком», ОАО «Газпром» и др.) и дивидендной политики (ОАО «Газпром», ОАО «ГМК «Норильский никель» и др.). У большинства предприятий отсутствует комплексный подход к планированию экономической деятельности в различных ее проявлениях с учетом взаимосвязи факторов и их взаимного влияния. Эту проблему, на наш взгляд, можно решить, разработав экономическую политику предприятия в целом.

К сожалению, проблеме формирования экономической политики уделяется недостаточно внимания. В рамках данной статьи под экономической политикой следует понимать обоснованно выбранную линию поведения, обеспечивающую реализацию стратегических целей развития предприятия в условиях нестабильной экономики [4].

Особенностью экономической политики является ее сложный состав, учитывающий характер решений, которые находятся в компетенции экономических подразделений на предприятиях (табл.1).

Таблица 1

Состав элементов экономической политики предприятий

Функциональное направление	Элемент
Финансы	Дивидендная политика Инвестиционная политика Налоговая политика Учетная политика Амортизационная политика Политика финансирования Политика управления оборотным капиталом
Маркетинг	Товарная политика Ценовая политика Политика сбыта Коммуникативная политика
Кадры	Политика повышения квалификации персонала Политика мотивации персонала

Экономическая политика согласовывает поведение предприятия в экономической деятельности, согласовывает цели элементов экономической политики. Стратегия связана с общей целью предприятия. Если стратегическое планирование определяет соответствие оптимального пути достижения общей цели, то эко-

номическая политика определяет выбор направления деятельности в конкретной функциональной области. Политика представляет собой нечто прикладное, конкретное, в то время как стратегия определяет общую цель, направление.

Немаловажное значение имеет классификация типов экономической политики, так как она позволяет принимать во внимание альтернативные методы управления предприятием. Проведенное исследование показало, что существуют разнообразные классификации типов экономической политики предприятий. Принято выделять агрессивный, консервативный и умеренный типы, которые характеризуют принятую линию поведения по направлениям и элементам. Формирование экономической политики предприятия в целом заключается в выборе типов политики каждого элемента. Наряду с названными предлагается ввести компромиссный тип политики, представляющий собой сочетание различных направлений экономической политики, которые реализуются в рамках разных ее типов. Для определения типа политики предлагается использовать варьирующие показатели (табл. 2).

Таблица 2

Предельные границы варьирующих показателей

Элементы экономической политики	Варирующий показатель	Возможный тип политики	Предельные границы показателей
1	2	3	4
Дивидендная политика	Доля дивидендных выплат в объеме чистой прибыли	Консервативный	Менее 25%
		Умеренный	От 25 до 50%
		Агрессивный	50% и более
Инвестиционная политика	Доля чистой прибыли, направляемая на реинвестирование	Консервативный	Менее 35%
		Умеренный	От 35 до 65%
		Агрессивный	65% и более
Политика финансирования	Доля собственного капитала в структуре пассива бухгалтерского баланса	Консервативный	65% и более
		Умеренный	От 40% до 65%
		Агрессивный	Менее 40%
Политика управления оборотным капиталом	Соотношение оборотных активов и краткосрочных обязательств	Консервативный	1,5 и более
		Умеренный	От 1,0 до 1,5
		Агрессивный	1,0 и менее
Амортизационная политика	Соотношение амортизационных отчислений и первоначальной стоимости амортизируемого имущества (кам)	Умеренный	Кам=1/срок эксплуатации = Нам
		Агрессивный	Кам> Нам
		Консервативный	Кам< Нам
		Компромиссный	Различные значения кам для разных объектов амортизации
Учетная политика	Коэффициент денежного потока (отношение денежного потока от операционной деятельности к текущим обязательствам)	Консервативный	2,0 и более
		Умеренный	От 1,0 до 2,0
		Агрессивный	1,0 и менее
Налоговая политика	Доля налоговых изъятий в величине прибыли до налогообложения	Консервативный	20% и более
		Агрессивный	Менее 20%
Политика повышения квалификации персонала	Удельный вес затрат на повышение квалификации сотрудников в себестоимости продукции	Консервативный	Менее 5%
		Умеренный	От 5 до 10%
		Агрессивный	10% и более
Политика мотивации персонала	Удельный вес затрат на оплату труда, а также социальных выплат в себестоимости продукции	Консервативный	Менее 10%
		Умеренный	От 10 до 15%
		Агрессивный	15% и более

Окончание табл. 2

1	2	3	4
Товарная политика	Количество ассортиментных групп	Консервативный	Ограниченный ряд.
		Агрессивный	Полный параметрический ряд ассортимента продукции
Ценовая политика	Цены на товары	Консервативный	Цены выше, чем у конкурентов
		Умеренный	Цены на уровне конкурентов
		Агрессивный	Цены ниже, чем у конкурентов
		Компромиссный	Цены на товар дифференцируются
Политика сбыта	Количество каналов сбыта	Консервативный	Одноканальная система сбыта
		Агрессивный	Многоканальная система сбыта
		Компромиссный	Сочетает элементы одноканальной и многоканальной системы сбыта
Коммуникативная политика	Доля чистой прибыли, которую предприятие может направить на мероприятия по продвижению товара	Консервативный	Менее 10%
		Умеренный	От 10 до 20%
		Агрессивный	20% и более

Экономическая политика позволяет выбрать оптимальное сочетание функциональных политик для достижения стратегической цели. При этом следует обеспечить реализацию следующих принципов: связи со стратегией; альтернативности; сопоставимости альтернатив; гибкости; комплексности; формализации и адресности. Их соблюдение позволят сформировать эффективную экономическую политику, которая согласует решение текущих экономических вопросов с достижением стратегической цели предприятия. Такой подход позволяет использовать экономическую политику в виде инструмента стратегического планирования деятельности корпорации, определяющую поведение предприятия в области экономики. Таким образом, раскрывается частный случай применения политики предприятия в виде инструмента стратегического планирования деятельности корпорации.

Практически результатом исследования стало формирование экономической политики ОАО «Сибирьтелеком», которое с 1 апреля 2011 года вошло в ОАО «Ростелеком» в качестве макрорегионального филиала «Сибирь».

В результате анализа деятельности общества и проведенных расчетов (было рассчитано 324 варианта экономической политики «Сибирьтелеком» на основе целевого критерия максимизации чистой прибыли при приемлемом уровне финансовых рисков) сделан вывод о том, что акционерному обществу «Сибирьтелеком» следует выбрать смешанный тип экономической политики, в частности:

- умеренный тип управления оборотным капиталом вместо агрессивного. Это позволит снизить риск потери платежеспособности;
- агрессивный тип политики финансирования, но изменить структуру заемного капитала, увеличив долю долгосрочных обязательств. Это позволит снизить краткосрочные финансовые риски;
- агрессивный тип амортизационной политики и умеренный учетной политики. Это позволит обществу увеличить приток денежных средств и легально снизить сумму налога на прибыль;
- умеренный тип дивидендной политики, поскольку на протяжении последних 5 лет общество стабильно выплачивало дивиденды;
- выбор типа инвестиционной политики будет зависеть от доходности инвестиционных проектов и связанных с ними рисками. Так, приняв решение о реализации высокодоходных проектов, общество проводит агрессивную политику и наоборот;
- консервативный тип кадровой политики, который позволит избежать необоснованных расходов;
- агрессивный тип товарной политики, позволяющий поддерживать сохранять текущий объем продаж;

- агрессивный тип ценовой политики, позволяющий сохранить ее конкурентоспособность;
- агрессивный тип политики сбыта, который позволит увеличить рынок сбыта, привлечь дополнительных клиентов.

Необходимо отметить, что в современных условиях предприятию не доступна налоговая политика, так как согласно Налоговому кодексу РФ Сибирьтелеком подпадает под общий режим налогообложения, не имея других альтернатив.

Литература

1. *Арутюнова Д.В.* Стратегический менеджмент. URL: <http://www.cfin.ru/press/marketing/2000-3/11.shtml>.
2. *Мескон М.Х., Альберт М., Хедоури Ф.* Основы менеджмента: пер. с англ. – М.: Дело, 1993. – 702 с.
3. *Кунц Г., О’Доннел С.* Управление: системный и ситуационный анализ управленческих функций: пер. с англ. Т. 1. – М.: Прогресс, 1981. – 496 с.
4. *Семенов С.С., Кузнецова В.А.* Матричный подход к формированию экономической политики предприятия // Финансовая аналитика. Проблемы и решения. – 2012. – № 1 (91). – С. 28–35.



СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Аёшина Е.Н.* – канд. техн. наук, доц. каф. инженерной графики Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, пр. Мира, 82
Тел.: 8 (391) 227-06-66
- Акимов Р.Ю.* – асп. каф. лесоводства Приморской государственной сельскохозяйственной академии, г. Уссурийск
692510, г. Уссурийск, просп. Блюхера, 44
Тел.: 8 (4234) 26-07-03
- Байкалов Е.М.* – асп. каф. землеустройства Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: 8 (391) 227-29-06
- Бельх И.Л.* – канд. пед. наук, доц. каф. иностранных языков Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82
Тел.: (8391) 227-75-17
- Биджиев А.З.* – асп. каф. микробиологии, гигиены и санитарии Кабардино-Балкарской государственной сельскохозяйственной академии им. В.М. Кокова, г. Нальчик
360030, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, ул. Торчкова, 1а
Тел.: 8 (662) 47-41-77
- Биттиров А.М.* – д-р биол. наук, проф., зав. каф. микробиологии, гигиены и санитарии Кабардино-Балкарской государственной сельскохозяйственной академии им. В.М. Кокова, г. Нальчик
360030, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, ул. Торчкова, 1а
Тел.: 8 (662) 47-41-77
- Бобринев В.П.* – канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. лаб. растительных ресурсов Института природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита
672014, г. Чита, ул. Недорезова, 16а
Тел.: 8 (302) 220-61-25
- Вараксин Г.С.* – д-р с.-х. наук, проф., зав. каф. землеустройства Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: 8 (391) 227-29-06
- Верхолат В.П.* – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаб. геоботаники Биолого-почвенного института Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Владивосток
690022, г. Владивосток, просп. 100-летия Владивостока, 159
Тел.: 8 (423) 231-01-93
- Волокитина А.В.* – д-р с.-х. наук, вед. науч. сотр. лаб. лесной пирологии Института леса им. В.Н.Сукачёва СО РАН, г. Красноярск
660036, г. Красноярск, Академгородок, 50/28
Тел.: 8 (391) 249-44-47
- Воронкова Н.М.* – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаб. биотехнологии Биолого-почвенного института Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Владивосток
690022, г. Владивосток, просп. 100-летия Владивостока, 159
Тел.: 8 (423) 231-01-93
- Герасимова В.Е.* – асп., ст. преп. каф. финансов и кредита Сибирского государственного аэрокосмического университета, г. Красноярск
660014, г. Красноярск, просп. им. газеты Красноярский рабочий, 31
Тел.: 8 (391) 264-00-14
- Голубев А.А.* – асп. каф. микробиологии, гигиены и санитарии Кабардино-Балкарской государственной сельскохозяйственной академии им. В.М. Кокова, г. Нальчик
360030, г. Нальчик, ул. Торчкова, 1а
Тел.: 8 (662) 47-71-56

- Голубков А.А. – ст. науч. сотр. Красноярской лаб. по разведению крупного рогатого скота ВНИИ племенного животноводства, пос. Солонцы
660015, Красноярский край, пос. Солонцы, ул. Молодежная, 21
Тел.: 8 (391) 221-95-71
- Голубков А.И. – д-р с.-х. наук, проф. каф. разведения, генетики и биотехнологии с.-х. животных Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: 8 (391) 227-29-06
- Гончарова И.А. – канд. биол. наук, науч. сотр. лаб. лесной фитоценологии Института леса им. В.Н. Сукачёва СО РАН, г. Красноярск
660036, г. Красноярск, Академгородок, 50/28
Тел.: 8 (391) 249-44-39
- Доскенов А.Х. – асп. каф. тепловодогазоснабжения сельского хозяйства Челябинской государственной агроинженерной академии, г. Челябинск
454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 75
Тел.: 8 (351) 265-56-01
- Ерёмина И.Ю. – канд. биол. наук, доц. каф. разведения, генетики и биотехнологии сельскохозяйственных животных Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: 8 (391) 227-29-06
- Ерёмина Т.В. – д-р техн. наук, проф. каф. экологии и безопасности жизнедеятельности Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления, г. Улан-Удэ
670013, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40в/1
Тел.: 8 (3012) 43-14-15
- Запрудский В.Н. – ст. преп. каф. тракторов и автомобилей Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: 8 (391) 227-29-06
- Зырянов А.Н. – канд. биол. наук, зам. дир. Государственного природного биосферного заповедника «Центральносибирский», п. Бор
663246, Красноярский край, Туруханский р-н, п. Бор, ул. Грибная, 1
Тел.: 8 (39198) 7-41-40
- Зырянова Ю.В. – тьютор каф. технологии консервирования и оборудования пищевых производств Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, пр. Мира, 90
Тел.: 8 (391) 227-29-06
- Илли И.Э. – д-р биол. наук, проф. каф. физиологии растений, микробиологии и агрохимии Иркутской государственной сельскохозяйственной академии, г. Иркутск
664038, Иркутская обл., Иркутский р-н, п. Молодежный
Тел.: 8 (395) 223-73-30
- Кажаров А.З. – асп. каф. микробиологии, гигиены и санитарии Кабардино-Балкарской государственной сельскохозяйственной академии им. В.М. Кокова, г. Нальчик
360030, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, ул. Торчокова, 1а
Тел.: 8 (662) 47-41-77
- Калачева Г.С. – канд. биол. наук, зав. аналит. лаб. Института биофизики СО РАН, г. Красноярск
660036, г. Красноярск, Академгородок, 50/50
Тел.: 8 (391) 243-15-79
- Карпенко Л.В. – канд. биол. наук, доц. лаб. лесной фитоценологии Института леса им. В.Н. Сукачёва СО РАН, г. Красноярск
660036, г. Красноярск, Академгородок, 50/28
Тел.: 8 (391) 243-36-86

- Кобылинская А.Д.* – соиск. каф. зоологии и методики обучения биологии Новосибирского государственного педагогического университета, г. Новосибирск
630126, г. Новосибирск, ул. Вилюйская, 28
Тел.: 8 (383) 244-11-61
- Козина Е.А.* – канд. биол. наук, доц. каф. кормления и технологии производства продуктов животноводства Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: 8 (391) 227-29-06
- Козлова Е.В.* – асп. каф. экологии и естествознания Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, пр. Мира, 90
Тел.: 8 (391) 227-29-06
- Кох Д.А.* – канд. техн. наук, ассист. каф. хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: 8 (391) 227-29-06
- Лурье М.С.* – д-р техн. наук, проф. каф. электротехники Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82
Тел.: 8 (931) 227-57-67
- Майоров И.С.* – канд. геогр. наук, доц., проф. каф. экологии Школы естественных наук Дальневосточного федерального университета, г. Владивосток
690091, г. Владивосток, ул. Суханова, 8
Тел.: 8 (423) 243-32-80
- Макеев А.А.* – канд. биол. наук, доц. каф. зоологии и методики обучения биологии Новосибирского государственного педагогического университета, г. Новосибирск
630126, г. Новосибирск, ул. Вилюйская, 28
Тел.: 8 (383) 244-11-61
- Мантаева С.Ш.* – канд. биол. наук, доц. каф. зоологии и экологии Чеченского государственного университета, г. Грозный
364907, г. Грозный, ул. Шерипова, 32
Тел/факс: 8 (8712) 29-50-16
- Моргулис И.И.* – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. Международного научного центра исследований экстремальных состояний организма при Президиуме КНЦ СО РАН, г. Красноярск
660036, г. Красноярск, Академгородок, 50
Тел.: 8 (391) 290-57-39
- Мясоутов О.В.* – асп., ассист. каф. политологии и права Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева
660049, г. Красноярск, ул. Лебедевой, 89
Тел.: 8 (391) 263-95-36
- Наурзбаев М.М.* – д-р биол. наук, ст. науч. сотр. лаб. структуры древесных колец Института леса им. В.Н. Сукачёва СО РАН, г. Красноярск
660036, г. Красноярск, Академгородок, 50/28
Тел.: 8 (391) 243-36-86
- Некрасова О.А.* – канд. биол. наук, доц. каф. экологии Уральского федерального университета им. первого президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург
620000, г. Екатеринбург, ул. Ленина, 51
Тел.: 8 (343) 261-74-95
- Низамутдинов Р.Ж.* – ассист. каф. тепловодогазоснабжения сельского хозяйства Челябинской государственной агроинженерной академии, г. Челябинск
454080, г. Челябинск, просп. Ленина, 75
Тел.: 8 (351) 265-56-01

- Острошенко В.В.* – д-р с.-х. наук, проф. каф. лесоводства Приморской государственной сельскохозяйственной академии, г. Уссурийск
692510, г. Уссурийск, просп. Блюхера, 44
Тел.: 8 (4234) 26-07-03
- Острошенко Л.Ю.* – канд. с.-х. наук, доц. каф. лесоводства Приморской государственной сельскохозяйственной академии, г. Уссурийск
692510, г. Уссурийск, просп. Блюхера, 44
Тел.: 8 (4234) 26-07-03
- Павлова Я.Ю.* – асп. каф. логистики Государственного университета управления, г. Москва
109542, г. Москва, просп. Рязанский, 99
Тел.: 8 (495) 377-38-71
- Пак А.В.* – студент 5 курса Института лесного и лесопаркового хозяйства Приморской государственной сельскохозяйственной академии, г. Уссурийск
692510, г. Уссурийск, просп. Блюхера, 44
Тел.: 8 (4234) 26-07-03
- Пак Л.Н.* – канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаб. растительных ресурсов Института природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита
672014, г. Чита, ул. Недорезова, 16а
Тел.: 8 (302) 220-61-25
- Парьгин В.В.* – канд. биол. наук, науч. сотр. научно-проблемной лаборатории «Пшеница» Иркутской государственной сельскохозяйственной академии, г. Иркутск
664038, Иркутская обл., Иркутский р-н, п. Молодежный
Тел.: 8 (395) 223-73-30
- Пахомова В.Г.* – млад. науч. сотр. Международного научного центра исследований экстремальных состояний организма при Президиуме КНЦ СО РАН, г. Красноярск
660036, г. Красноярск, Академгородок, 50
Тел.: 8 (391) 290-57-39
- Першин К.С.* – асп. лаб. лесной пирологии Института леса им. В.Н. Сукачёва СО РАН, г. Красноярск
660036, г. Красноярск, Академгородок, 50/28
Тел.: 8 (391) 249-44-47
- Плотников С.М.* – д-р техн. наук, проф. каф. электротехники Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 82
Тел.: 8 (931) 227-57-67
- Полномочнов А.В.* – д-р с.-х. наук, рук. филиала Российского сельскохозяйственного центра по Иркутской области, г. Иркутск
664013, г. Иркутск, ул. Томсона, 3
Тел.: 8 (395) 247-93-61
- Половинкина С.В.* – канд. биол. наук, зав. научно-проблемной лаб. «Пшеница», ст. преп. каф. ботаники, плодоводства и ландшафтной архитектуры Иркутской государственной сельскохозяйственной академии, г. Иркутск
664038, Иркутская обл., Иркутский р-н, п. Молодежный
Тел.: 8 (395) 223-73-30
- Полонский В.И.* – д-р биол. наук, проф., зав. каф. ботаники и физиологии растений Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, пр. Мира, 90
Тел.: 8 (391) 227-29-06
- Присухина Н.В.* – канд. техн. наук, ст. преп. каф. технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: 8 (391) 227-29-06

- Просенко А.Е.* – д-р хим. наук, проф. каф. химии Новосибирского государственного педагогического университета, г. Новосибирск
630126, г. Новосибирск, ул. Вилюйская, 28
Тел.: 8 (383) 244-11-61
- Пташкина-Гирина О.С.* – канд. техн. наук, доц., зав. каф. тепловодогазоснабжения сельского хозяйства Челябинской государственной агроинженерной академии, г. Челябинск
454080, г. Челябинск, просп. Ленина, 75
Тел.: 8 (351) 265-56-01
- Рупенко А.П.* – млад. науч. сотр. Международного научного центра исследований экстремальных состояний организма при Президиуме КНЦ СО РАН, г. Красноярск
660036, г. Красноярск, Академгородок, 50
Тел.: 8 (391) 290-57-39
- Савчук Д.А.* – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаб. динамики и устойчивости экосистем Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск
634055, г. Томск, просп. Академический, 10/3
Тел.: 8 (3822) 49-27-43
- Сарбашеева М.М.* – канд. мед. наук, доц. каф. педиатрии, акушерства и гинекологии Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова, г. Нальчик
360004, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 175
Тел.: 8 (662) 42-25-60
- Сафьянов Ю.В.* – науч. сотр. каф. зоологии и методики обучения биологии Новосибирского государственного педагогического университета, г. Новосибирск
630126, г. Новосибирск, ул. Вилюйская, 28
Тел.: 8 (383) 244-11-61
- Сахаров А.В.* – д-р биол. наук, проф. каф. зоологии и методики обучения биологии Новосибирского государственного педагогического университета, г. Новосибирск
630126, г. Новосибирск, ул. Вилюйская, 28
Тел.: 8 (383) 244-11-61
- Сейдафаров Р.А.* – канд. биол. наук, учитель биологии средней общеобразовательной школы № 7, р.п. Приютово
452017, Республика Башкортостан, Белебеевский район, р.п. Приютово,
ул. Бульвар Мира, 3
Тел.: 8 (34786) 7-21-09
- Селиванов Н.И.* – д-р техн. наук, проф., зав. каф. тракторов и автомобилей Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: 8 (391) 249-77-65
- Семёнов С.С.* – асп. каф. финансов и кредита Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева
660037, г. Красноярск, просп. им. газеты Красноярский рабочий, 31
Тел.: 8 (391) 264-00-14
- Сиротинин Е.Г.* – зоотехник I категории Красноярской лаб. по разведению крупного рогатого скота ВНИИ племенного животноводства, пос. Солонцы
660015, Красноярский край, пос. Солонцы, ул. Молодежная, 21
Тел.: 8 (391) 221-95-71
- Смирнов М.Н.* – д-р биол. наук, проф. каф. прикладной экологии и ресурсоведения Сибирского федерального университета, г. Красноярск
660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 79
Тел.: 8 (391) 246-99-46
- Собачкин Р.С.* – канд. биол. наук, науч. сотр. лаб. лесоведения Института леса им. В.Н. Сукачёва СО РАН, г. Красноярск
660036, г. Красноярск, Академгородок, 50/28
Тел.: 8 (391) 249-44-39

- Софронова Т.М.* – канд. с.-х. наук, доц. каф. английской филологии и каф. физической географии Красноярского государственного педагогического университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, ул. Лебедевой, 89
Тел.: 8 (391) 211-31-77
- Сумина А.В.* – асп. каф. ботаники и физиологии растений Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, пр. Мира, 90
Тел.: 8 (391) 227-29-06
- Сысоева О.В.* – асп. каф. международного менеджмента Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: 8 (391) 227-29-06
- Табакон Н.А.* – д-р с.-х. наук, проф. каф. технологии переработки и хранения продуктов животноводства Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: 8 (391) 227-29-06
- Тимофеева И.Г.* – канд. техн. наук, доц. каф. экологии и безопасности жизнедеятельности Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления, г. Улан-Удэ
670013, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40в/1
Тел.: 8 (3012) 43-14-15
- Тупсина Н.Н.* – д-р техн. наук, проф., зав. каф. технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: 8 (391) 227-29-06
- Турранен Л.С.* – д-р биол. наук, проф. каф. международного менеджмента Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, просп. Мира, 90
Тел.: 8 (391) 227-29-06
- Тюрин В.А.* – асп. каф. прикладной экологии и ресурсосведения Сибирского федерального университета, г. Красноярск
660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79
Тел.: 8 (391) 246-99-46
- Ушакова С.А.* – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаб. Института биофизики СО РАН, г. Красноярск
660036, г. Красноярск, Академгородок, 50/50
Тел.: 8 (391) 243-15-79
- Фарбер С.К.* – д-р с.-х. наук, проф. каф. лесной таксации, лесоустройства и геодезии Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, пр. Мира, 82
Тел.: 8 (391) 227-88-83
- Федорова О.А.* – асп. кафедры агроэкологии Красноярского государственного аграрного университета, ассист. каф. лесного хозяйства и ландшафтного строительства Биологического института Томского государственного университета, г. Томск
634050, г. Томск, ул. Ленина, 36
Тел.: 8 (3822) 52-95-85
- Холина А.Б.* – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаб. биотехнологии Биолого-почвенного института Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Владивосток
690022, г. Владивосток, просп. 100-летия Владивостока, 159
Тел.: 8 (423) 231-01-93

- Шадрин В.К.* – канд. экон. наук, доц. каф. экономической теории Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск
660049, г. Красноярск, пр. Мира, 90
Тел.: 8 (391) 227-29-06
- Шадрин К.В.* – асп. каф. биофизики Сибирского федерального университета, г. Красноярск
660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 79
Тел.: 8 (391) 244-86-25
- Шадрин С.В.* – канд. с.-х. наук, генеральный директор ОАО «Красноярскагроплем», пос. Солонцы
660015, Красноярский край, пос. Солонцы, ул. Молодежная, 21
Тел.: 8 (391) 221-95-71
- Шадрина И.В.* – канд. экон. наук, доц. каф. экономики и организации предприятий энергетического и транспортного комплексов Сибирского федерального университета, г. Красноярск
660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 79
Тел.: 8 (391) 244-86-25
- Шихалиева М.А.* – канд. биол. наук, доц. каф. товароведения и экспертизы товаров Кабардино-Балкарской государственной сельскохозяйственной академии им. В.М. Кокова, г. Нальчик
360030, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, ул. Торчкова, 1а
Тел.: 8 (662) 47-71-56
- Шурыгин Д.С.* – соиск. каф. экологии и безопасности жизнедеятельности Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления, г. Улан-Удэ
670013, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40в/1
Тел.: 8 (3012) 43-14-15

СОДЕРЖАНИЕ

ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ И БИЗНЕС, МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

<i>Шадрина И.В., Шадрин В.К.</i> Формирование цен на нефтепродукты: налоговый аспект.....	3
<i>Павлова Я.Ю.</i> Структура региональной логистики.....	9
<i>Плотников С.М., Лурье М.С.</i> Моделирование вращения стеблей злаков при изготовлении плитных материалов.....	16

ПОЧВОВЕДЕНИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО

<i>Некрасова О.А.</i> Элементный состав гуминовых кислот южнотаежных почв Среднего Урала и прилегающих территорий.....	23
<i>Воронкова Н.М., Холина А.Б., Верхолат В.П.</i> Биоморфология, прорастание и криоконсервация семян некоторых декоративных кустарников Дальнего Востока России.....	28
<i>Полонский В.И., Сумина А.В.</i> Метод оценки стекловидности зерна ячменя.....	33
<i>Зырянова Ю.В., Аёшина Е.Н.</i> Изучение стадий развития зародыша можжевельника сибирского и их влияние на прорастание семян.....	37
<i>Полномочнов А.В., Парьгин В.В., Половинкина С.В., Илли И.Э.</i> Адаптационные особенности накопления клейковинных белков у биотипов сортов <i>Triticum aestivum L.</i> в условиях Предбайкалья.....	41

ЭКОЛОГИЯ

<i>Бобринев В.П., Пак Л.Н.</i> Рост, формирование и устойчивость сосны Крылова в лесных полосах.....	45
<i>Гончарова И.А., Собачкин Р.С.</i> Влияние густоты древостоя на структуру напочвенного покрова в разнотравных молодняках лиственницы сибирской искусственного происхождения.....	49
<i>Карпенко Л.В., Наурызбаев М.М.</i> Стратиграфия, абсолютный возраст и история развития погребенного голоценового торфяника Восточного Таймыра.....	54
<i>Козлова Е.В.</i> Формирование микрогаметофита яровой пшеницы в последующих поколениях после применения противодвудольных гербицидов.....	59
<i>Майоров И.С.</i> Концепция адаптивного биоресурсного природопользования.....	64
<i>Сейдафаров Р.А.</i> Структурные и функциональные уровни адаптаций липы мелколистной (<i>Tilia cordata Mill.</i>) в условиях техногенного загрязнения (на примере Уфимского промышленного центра)....	70
<i>Тюрин В.А., Смирнов М.Н., Зырянов А.Н.</i> Динамика ресурсов и состояния отдельных группировок марала в хребте Восточный Саян.....	75
<i>Фёдорова О.А., Савчук Д.А.</i> Влияние экологических факторов на радиальный прирост тополя бальзамического в г. Томске.....	84
<i>Сысоева О.В., Тирранен Л.С., Ушакова С.А., Калачева Г.С.</i> Зависимость микробиоты почвоподобного субстрата от способа обработки соломы пшеницы.....	91
<i>Шадрин К.В., Пахомова В.Г., Рупенко А.П., Моргулис И.И.</i> Влияние условий подготовки и проведения эксперимента на показатели функционирования изолированной перфузируемой печени крысы.....	96

ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, КАДАСТР И МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ

<i>Фарбер С.К., Вараксин Г.С., Байкалов Е.М.</i> Геоинформационные системы в сельском хозяйстве России.....	103
---	-----

ЖИВОТНОВОДСТВО

<i>Голубков А.И., Шадрин С.В., Голубков А.А., Сиротинин Е.Г.</i> Оптимизация энергопротеинового отношения в рационах нетелей енисейского типа красно-пестрой породы в сухостойный период и коров-первотелок в фазах раздоя и середины лактации.....	107
<i>Козина Е.А., Табаков Н.А.</i> Применение кормовой добавки из отходов переработки леса в рационах лактирующих коров.....	116
<i>Шихалиева М.А., Мантаева С.Ш., Сарбашева М.М., Кажаров А.З., Биджиев А.З., Голубев А.А., Биттиров А.М.</i> Морфологический и сортовой состав туш бычков симментальской породы при моноинвазии дикроцелиоза.....	120

ВЕТЕРИНАРИЯ

<i>Кобылинская А.Д., Сахаров А.В., Макеев А.А., Просенко А.Е., Сафьянов Ю.В.</i> Роль свободнорадикального перекисного окисления липидов в механизме развития жировой дистрофии печени рыб при выращивании на искусственных кормах.....	123
---	-----

ТЕХНИКА, ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ И ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИИ

<i>Селиванов Н.И., Запрудский В.Н.</i> Рациональное использование тракторов серии К-744Р на основной обработке почвы.....	129
---	-----

<i>Низамутдинов Р.Ж., Пташкина-Гирина О.С., Доскенов А.Х.</i> Имитационная модель работы теплонасосной установки в системе отопления в условиях Челябинской области.....	135
ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ	
<i>Острошенко В.В., Острошенко Л.Ю., Акимов Р.Ю., Пак А.В.</i> Нормирование работ по дражированию семян хвойных древесных пород.....	139
<i>Присухина Н.В., Тупсина Н.Н.</i> Использование порошка ежевики при производстве мучных кондитерских изделий.....	142
<i>Тупсина Н.Н., Кох Д.А.</i> Модель изменения физико-химических показателей плодов мелкоплодных яблонь в зависимости от срока хранения.....	148
ОХРАНА ТРУДА	
<i>Ерёмина Т.В., Тимофеева И.Г., Шурьгин Д.С.</i> Совершенствование вибрационной безопасности средств малой механизации.....	152
<i>Софронова Т.М., Волокитина А.В., Першин К.С.</i> Автоматизированное составление усовершенствованных местных шкал пожарной опасности.....	157
МЕТОДИКА И МЕТОДОЛОГИЯ	
<i>Ерёмина И.Ю., Герасимова В.Е.</i> Методические аспекты изучения состояния гомеостаза животных по параметрам хемилюминесцентной кривой.....	164
ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ	
<i>Бельх И.Л.</i> Самоопределение личности: философский, социологический, психологический, педагогический аспекты.....	170
Трибуна молодых ученых	
<i>Мясоутов О.В.</i> К вопросу о политическом сознании: философско-методологические основы исследования.....	174
<i>Семёнов С.С.</i> Инструменты стратегического планирования.....	177
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	183