

Алёна Николаевна Полубояринова

Ачинский филиал Красноярского государственного аграрного университета, научный сотрудник отдела науки и инноваций, кандидат юридических наук, доцент, Россия, Красноярский край, Ачинск, e-mail: ale-pol@mail.ru

Екатерина Валерьевна Мельникова

Красноярский государственный аграрный университет, доцент кафедры технологий хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств, кандидат технических наук, Россия, Красноярск, e-mail: mev131981@mail.ru

Надежда Михайловна Мордвинова

Агрохолдинг «Сибиряк», обособленное подразделение «Краснополянское», агроном-технолог, Россия, Красноярский край, Назарово, с. Красная Поляна, e-mail: mev131981@mail.ru

Алексей Андреевич Беляков

Ачинский филиал Красноярского государственного аграрного университета, доцент кафедры экономики и управления АПК, кандидат технических наук, Россия, Красноярский край, Ачинск, e-mail: bellimfor@ya.ru

ОБ УРОВНЕ СОВЕРШЕНСТВА ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ

Цель исследования – раскрыть влияние интенсивности технологических операций – управляющих антропогенных воздействий на уровень совершенства возделывания яровой пшеницы и ее урожайность в зоне лесостепи Красноярского края. Основные исследования проводились в период 2017–2019 гг. на опытных полях ОП «Краснополянское» Агрохолдинга «Сибиряк». Дополнительные исследования по уточнению числовых характеристик выполнены на полевом стационаре производственного отдела Ачинского филиала Красноярского ГАУ. Регрессионный и корреляционный анализы полевого эксперимента выполнены обычным методом наименьших квадратов с построением корреляционных полей. Предполагается, что регулирование нагрузки на продуктивную среду биогеоценоза, создаваемую группой применяемых механизированных технологических операций оптимальной интенсивности, может привести к повышению нижнего предела урожайности яровой пшеницы, изменяющегося в широком диапазоне. Локализовано влияние уровня совершенства агротехнологии в диапазоне от 25 до 75 % по выстроенной шкале и предложена экспоненциальная формула урожайности модельного сорта яровой пшеницы. Нижнему 25 %-му уровню технологического совершенства отвечает комбинация факторов: высев 5 млн семян, бонитет среды 53 балла, интенсивность обработки на 100 %, внесение удобрений на 0 % и защита растений на 50 %. Верхнему 75 %-му уровню отвечает: высев 6 млн семян, бонитет среды 75 баллов, интенсивность обработки на 50 %, внесение удобрений на 100 % и защита растений на 100 %. Установлено, что сходимость прогнозных оценок и опытных значений урожайности в зависимости от высеваемого количества семян, бонитета продуктивной среды, интенсивности машинной обработки почвы, внесения удобрений, защиты растений, но без учета режимов температуры и осадков, составляет 57,63 %. В рассмотренной технологической системе возделывания яровой пшеницы по влиянию на урожайность ее модельного сорта на первом месте находится обработка почвы, на втором – защита растений, а на третьем месте – внесение удобрений. В условиях лесостепи фактор продуктивной среды оказался сопоставим с регулируемым фактором внесения удобрений.

Ключевые слова: яровая пшеница, модельный сорт яровой пшеницы, интенсивность технологии, антропогенные воздействия, уровень совершенства технологии, технология возделывания, количество семян, бонитет продуктивной среды, внесение удобрений, защита растений, экспоненциальная зависимость, линейные корреляции, урожайность модельного сорта, сходимость прогнозных оценок и опытных значений.

Alyona N. Poluboyarinoва

Achinsk Branch of Krasnoyarsk State Agrarian University, staff scientist of the department of science and innovations, candidate of law sciences, associate professor, Russia, Krasnoyarsk Region, Achinsk, e-mail: ale-pol@mail.ru

Ekaterina V. Melnikova

Krasnoyarsk State Agrarian University, associate professor of the chair of technologies of baking, confectionery and macaroni productions, candidate of technical sciences, Russia, Krasnoyarsk, e-mail: mev131981@mail.ru

Nadezhda M. Mordvinova

Agroholding 'Sibiryak', Separate Division "Krasnopolyanskoe", agronomist-technologist, Russia, Krasnoyarsk Region, Nazarovo, v. Krasnaya Polyana, e-mail: mev131981@mail.ru

Alexey A. Belyakov

Achinsk Branch of Krasnoyarsk State Agrarian University, associate professor of the chair of economy and management of agrarian and industrial complex, candidate of technical sciences, Russia, Krasnoyarsk Region, Achinsk, e-mail: bellimfor@ya.ru

**ON THE LEVEL OF PERFECTION OF THE TECHNOLOGY
FOR SPRING WHEAT CULTIVATION UNDER FOREST-STEPPE CONDITIONS**

The research objective was to reveal the influence of the intensity of technological operations, i.e. operating anthropogenous impacts on the level of perfection of cultivation of spring wheat and on its productivity in the zone of forest-steppe of Krasnoyarsk Region. The main researches were conducted during 2017–2019 on experimental fields EF "Krasnaya Polyana", Agroholding 'Sibiryak'. Additional researches on the specification of numerical characteristics were executed on field station of Production Department of Achinsk branch of Krasnoyarsk SAU. Regression and correlation analyses of field experiment were made by usual method of the smallest areas with the creation of correlation fields. It was supposed that the regulation of the load of productive environment of biogeocenosis created by the group of applied mechanized technological operations of optimum intensity could lead to the increase of lower limit of productivity of spring wheat changing in wide range. The influence of the level of perfection of agrotechnology in the range from 25 to 75 % on the built scale was localized and exponential formula of the productivity of model variety of spring wheat was offered. The lower 25 % level of technological perfection corresponded to the combination of the factors: seeding of 5 mln seeds, site class of the environment – 53 points, the intensity of the processing – by 100 %, the application of fertilizers by 0 % and the protection of the plants by 50 %. The top 75 % level corresponded to: the seeding of 6 million seeds, site class of the environment – 75 points, the intensity of processing for 50 %, the application of fertilizers – by 100 % and the protection of plants – by 100 %. It was established that the convergence of projections and experimental values of productivity depending on sowed quantity of seeds, site class of productive environment, the intensity of machining of the soil, the application of fertilizers, the protection of plants, but without the modes of the temperature and rainfall, made 57.63 %. In considered technological system of cultivation of spring wheat on the influence on productivity of its model variety on the first place there was the processing of the soil, on the second – the protection of the plants, and on the third place – the application of the fertilizers. In the conditions of the forest-steppe the factor of productive environment was comparable to adjustable factor of application of fertilizers.

Keywords: *spring wheat, spring wheat model variety, technology intensity, anthropogenic effects, technology excellence, cultivation technology, seed quantity, bonitet of production environment, fertilizers application, plant protection, exponential dependence, linear correlations, model variety yield, convergence of forecast estimates and experimental values.*

Введение. Продуктивная среда биогеоценоза, формируемая на пашне действующими природно-климатическими режимами лесостепной зоны [3, 5], а также применением группы механизированных технологических операций, имеет распределенные по времени и пространству системные характеристики [4]. Обобщенную оценку плодородия продуктивной среды определяют как бонитет и обычно оценивают экспертным путем по 100-балльной шкале или в процентах. Понятие бонитета среды естественным образом обобщает понятие бонитета почвы, и в отличие от последнего его величина варьирует в широких пределах вместе с урожайностью зерновых культур [6]. Отличия условий эксплуатации сельскохозяйственных машин от практики механизированных работ в других отраслях народного хозяйства обуславливают разработку специфической методики оценки влияния механизированных технологий на плодородие продуктивной среды биогеоценоза, включающей плодородие почвы и, как следствие, учет их сопряжения и влияния на величину урожайности яровой пшеницы. При этом характер эксплуатации сельскохозяйственных и энергетических машин в лесостепи зависит от сопряжения природных и антропогенных факторов и с учетом текущего бонитета среды пахотного поля определяет уровень совершенства применяемых аграрных технологий.

Регулирование антропогенной нагрузки на аграрный биогеоценоз посредством задания интенсивностей механизированных технологических операций необходимо для совершенствования структуры производственных процессов зернового комплекса в условиях лесостепной зоны Красноярского края.

Цель исследования: раскрыть влияние интенсивности технологических операций – управляющих антропогенных воздействий на уровень совершенства возделывания яровой пшеницы и ее урожайность в зоне лесостепи Красноярского края.

Задачи исследования: дать модельное представление урожайности яровой пшеницы в

зависимости от интенсивности воздействий технологической системы на продуктивную среду биогеоценоза для проведения исследований; оценить сходимость прогнозируемых и опытных данных урожайности модельного сорта яровой пшеницы при заданном уровне технологического совершенства возделывания яровой пшеницы в условиях лесостепи.

Объект исследования: система урожайности и продуктивной среды биогеоценоза, формируемой антропогенными воздействиями в лесостепной зоне Красноярского края.

Предмет исследования: закономерности варьирования урожайности модельного сорта яровой пшеницы при регулировании уровня интенсивности технологии возделывания яровой пшеницы.

Методы исследования. Основные экспериментальные и теоретические исследования проводились в период 2017–2019 гг. на опытных полях ОП «Краснополянское» Агрохолдинга «Сибиряк». Дополнительные исследования по уточнению числовых характеристик выполнены на полевом стационаре производственного отдела Ачинского филиала Красноярского ГАУ [6], соответствуют утвержденным методикам полевого опыта и статистической обработки результатов исследований [1, 5]. Априорно и апостериорно урожайность яровой пшеницы фиксировалась в центнерах на гектар (ц/га). Регрессионный и корреляционный анализы полевого эксперимента выполнены обычным методом наименьших квадратов с построением корреляционных полей [2]. Для расчета числовых характеристик использованы статистические функции компьютерного пакета Snedecor [7], а также DataFit и табличного процессора Ms Excel.

Результаты исследования и их обсуждение. В период 2017–2019 гг. на полевом стационаре Ачинского филиала Красноярского ГАУ и опытных полях Агрохолдинга «Сибиряк» проведено 3888 лабораторных опытов по основной схеме: 144 варианта × 3 повторности × 9 делянок. Регрессионный и корреляционный анализы опытных данных выявили неустойчивость уро-

жайности модельного сорта яровой пшеницы, явно выраженной высокими значениями ее вариации.

Минимумы фактической (опытной) урожайности модельного сорта в период 2017–2019 гг. равны соответственно 7,11; 6,78; 9,04 ц/га при вариации 7,94 % относительно их средней, а по сгруппированным данным минимум равен 10,37 ц/га. Средние значения этой же урожайности в период 2017–2019 гг. равны соответственно 15,23; 16,32; 28,91 ц/га при вариации 38,44 % относительно их средней, а по сгруппированным данным среднее равно 20,15 ц/га. Максимумы равны соответ-

ственно 27,71; 30,98; 52,26 ц/га при вариации 58,77 % относительно их средней, а по сгруппированным данным максимум равен 36,98 ц/га. Значения стандартных отклонений урожайности равны соответственно 4,46; 5,07; 8,55 ц/га при вариации 9,83 % относительно их средней, а по сгруппированным данным стандартное отклонение равно 5,72 ц/га. Коэффициенты асимметрии и эксцесса распределения фактической (опытной) урожайности модельного сорта по данным 2017–2019 гг. варьируются незначительно соответственно на 0,48 и 0,03 % (табл. 1).

Таблица 1

Оценка совершенства технологии возделывания, бонитет продуктивной среды биогеоценоза и опытная урожайность яровой пшеницы

Поле	Совершенство технологии					Опытная урожайность, ц/га				
	Норма высева	Бонитет	Обработка	Удобрения	Защита растений	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2017–2019 гг.	Вариация
	x_1 , млн с.	x_2 , балл.	x_3 , %	x_4 , %	x_5 , %	y_1	y_2	y_3	y	$var(y)$
Мин.	5,00	53,00	50,00	0,00	50,00	7,11	6,78	9,04	10,37	7,94
Ср. зн.	5,50	63,00	75,00	50,00	75,00	15,23	16,32	28,91	20,15	38,44
Макс.	6,00	75,00	100,00	100,00	100,00	27,71	30,98	52,26	36,98	58,77
Ст. откл.	0,50	6,35	25,09	50,17	25,09	4,46	5,07	8,55	5,72	9,83
Асимм.	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,55	0,53	0,86	0,66	-0,48
Эксц.	-2,03	-0,35	-2,03	-2,03	-2,03	-0,05	-0,27	0,27	-0,03	0,03

В предложенную схему исследования урожайности модельного сорта яровой пшеницы намеренно не были включены показатели режимов температуры и влажности, для того чтобы оценить чистое действие антропогенных факторов.

В соответствии с экспертной оценкой [6], величина бонитета продуктивной среды биогеоценоза на пахотных полях изменяется в пределах от 53 до 75 баллов при ее математическом ожидании 63 балла и стандартном отклонении 6,35 баллов. Поскольку коэффициенты линейной корреляции показателей фактической урожайности с показателями совершенства технологии

по абсолютной величине далеки от единицы, то регрессионная зависимость между ними является существенно нелинейной (табл. 2).

Модельное представление. В общем виде урожайность яровой пшеницы в зависимости от нормы высева семян (x_1 , млн с.), бонитета продуктивной среды (x_2 , балл.), интенсивности машинной обработки почвы (x_3 , %), внесения удобрений (x_4 , %), защиты растений (x_5 , %), то есть в зависимости от уровня совершенства технологии возделывания, предлагается представить функцией

$$f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) = \exp(b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_4 + b_5 x_5),$$

где b_0, b_1, b_2, b_3, b_4 , – отыскиваемые коэффициенты.

Таблица 2

Парные линейные корреляции показателей совершенства технологии возделывания и опытной урожайности яровой пшеницы (корреляционно-дисперсионная матрица)

Показатель	Совершенство технологии					Опытная урожайность, ц/га			
	Норма высева	Бонитет	Обработка	Удобрения	Защита растений	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2017–2019 г.
	x_1 , млн с.	x_2 , балл.	x_3 , %	x_4 , %	x_5 , %	y_1	y_2	y_3	y
x_1 , млн с.	1	0	0	0	0	0,18	0,14	0,07	0,12
x_2 , балл.	0	1	0	0	0	0,42	0,42	0,24	0,35
x_3 , %	0	0	1	0	0	-0,73	-	-	-0,63
x_4 , %	0	0	0	1	0	0,21	0,35	0,40	0,36
x_5 , %	0	0	0	0	1	0,32	0,39	0,62	0,51
y_1 , ц/га	0,18	0,42	-0,73	0,21	0,32	1	0,92	0,79	0,92
y_2 , ц/га	0,14	0,42	-0,62	0,35	0,39	0,92	1	0,85	0,96
y_3 , ц/га	0,07	0,24	-0,51	0,40	0,62	0,79	0,85	1	0,96
y , ц/га	0,12	0,35	-0,63	0,36	0,51	0,92	0,96	0,96	1

Во всех полученных формулах урожайности коэффициент b_3 – весовой коэффициент интенсивности машинной обработки почвы (x_3 , %) оказался отрицательным. Так, в период 2017–

2019 гг. и по сгруппированным данным b_3 равен: -0,0087; -0,0079; -0,0063; -0,0073, – а в среднем равен -0,0076 (табл. 3).

Таблица 3

Описание полученных экспоненциальных зависимостей

Коэффициент	Оценка коэффициентов регрессии урожайности по опытными данным				Среднее
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2017–2019 гг.	
b_0	1,272004939	1,180414913	2,22346572	1,662785134	1,558628524
b_1	0,094070787	0,080036941	0,03906165	0,063932566	0,07105646
b_2	0,019368406	0,019757318	0,010296098	0,015045291	0,016473941
b_3	-0,00871030	-0,00787990	-0,00631501	-0,007279961	-0,00763507
b_4	0,001162512	0,002110707	0,002419389	0,002005762	0,001897536
b_5	0,003614186	0,004951766	0,007830186	0,005982969	0,00546538
Детерм.	0,910715166	0,8883391326	0,921315531	0,953619523	0,906789943
Среднее	0,327460813	0,309675840	0,456867652	0,385155898	0,364668102

Оптимизация. Для отыскания условий, при которых достигаются наименьшее и наибольшее значения урожайности в период 2017–2019 гг., и

по сгруппированным данным достаточно было исследовать ее логарифм. Поэтому сначала для логарифма модельной урожайности

$$\ln(f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)) = 1.662785134 + 0.063932566x_1 + 0.015045291x_2 - 0.007279961x_3 + 0.002005762x_4 + 0.005982969x_5$$

на компакте (декартовым произведением отрезков)

$$x_1 = 5 \dots 6, x_2 = 53 \dots 75, x_3 = 50 \dots 100, x_4 = 0 \dots 100, x_5 = 50 \dots 100$$

найлены соответственно наименьшее и наибольшее значения:

$$\begin{aligned} \inf(\ln(f)) &= (2.351000737, \\ & \{ \{ x_1 = 5., x_2 = 53., x_3 = 100., x_4 = 0., x_5 = 50. \}, 2.351000737 \}) \\ \sup(\ln(f)) &= (3.609652404, \\ & \{ \{ x_1 = 6., x_2 = 75., x_3 = 50., x_4 = 100., x_5 = 100. \}, 3.609652404 \}). \end{aligned}$$

А затем для модельной урожайности получены соответственно наименьшее и наибольшее значения:

$$\begin{aligned} \inf(f) &= 10.49606827, \\ \sup(f) &= 36.95320580. \end{aligned}$$

Таким образом, функция урожайности в данной технологической системе достигает наименьшего значения 10,496 ц/га при норме высева 5 млн семян, бонитете среды 53 балла, интенсивности обработки на 100 %, внесенных удобрениях на 0 % и защите растений на 50 %. Функция урожайности достигает наибольшего значения 36,953 ц/га при норме высева 6 млн семян, бонитете среды 75 баллов, интенсивности обработки на 50 %, внесенных удобрениях на 100 % и защите растений на 100 %.

Следовательно, в данной технологической системе нижнему уровню технологического совершенства отвечает комбинация факторов:

норма высева 5 млн семян, бонитет среды 53 балла, интенсивность обработки на 100 %, внесение удобрений на 0 % и защита растений на 50 %. Верхнему уровню технологического совершенства отвечает комбинация факторов: норма высева 6 млн семян, бонитет среды 75 баллов, интенсивность обработки на 50 %, внесение удобрений на 100 % и защита растений на 100 %.

Шкала технологического совершенства.

В данной технологической системе введем шкалу так, что нижнему уровню соответствует оценка 25 %, а верхнему – 75 %. Для этого преобразуем отрезок [2.351000737, 3.609652404] в отрезок [25, 75] с помощью линейной функции

$$g(z) = 39.72504968 z - 68.39362108,$$

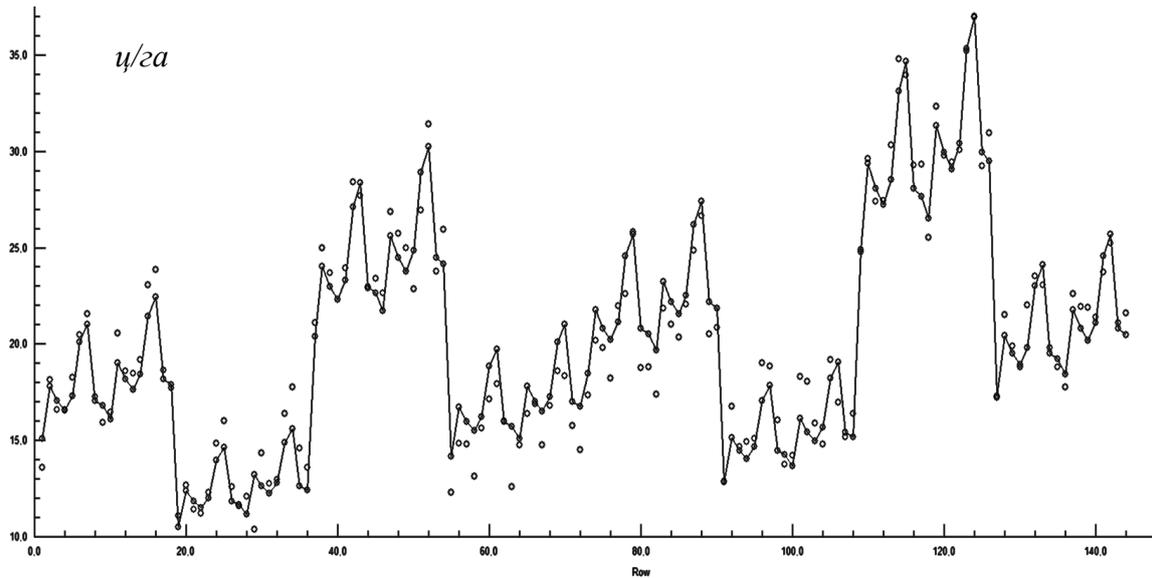
и применим ее к исходному логарифму урожайности. Получим функцию технологического совершенства

$$\begin{aligned} T(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) &= -2.33939902 + 2.539724361 x_1 + 0.5976749324 x_2 \\ & - 0.2891968124 x_3 + 0.07967899510 x_4 + 0.2376737408 x_5 \end{aligned}$$

со значениями (%) от нижнего 25 до верхнего 75.

Принятие показательной модели урожайности объясняет эффект снижения урожайности модельного сорта яровой пшеницы при повышении интенсивности машинных воздействий на гектар почвы (при переуплотнении почвы колесами машин). Уровень детерминации рассмотренных четырех экспоненциальных зависимостей оказался выше 88,83 %, причем по сгруппированным данным 2017–2019 гг. он выше 95,36 % (рис.).

Однако в связи с исключением из модельного представления режимных показателей продуктивной среды (температуры, влажности) относительная погрешность приближения опытных данных этими регрессионными зависимостями слишком велика: достигает 96,484 % по сгруппированным данным 2017–2019 гг., причем в 61 из 144 вариантов относительная погрешность превышает пороговое значение 5 %. По указанной выше причине сходимость прогнозируемых и опытных данных (на уровне относительной погрешности не выше 5 %) составляет лишь 57,63 % (здесь $(144-61)/144 = 0,5763$).



Сравнение значений опытной и вычисленной урожайности яровой пшеницы по данным периода 2017–2019 гг.

Аналогично корреляционному анализу группы факторов с опытной урожайностью определены все парные корреляции этой группы с вычисленной (модельной) урожайностью. Оказалось, что в рассмотренной технологической системе возделывания яровой пшеницы по влиянию на урожайность ее модельного сорта на первом месте находится обработка почвы (0,649 по абсолютной величине), на втором – защита растений (0,535), а на третьем месте – внесение удобрений. При этом в условиях лесостепи фактор продуктивной среды (0,352) оказался сопоставим с регулируемым фактором внесения удобрений (0,360).

Заключение. Совершенство технологии возделывания яровой пшеницы связано с регулируемой антропогенной нагрузкой на продуктивную среду биогеоценоза, создаваемой группой применяемых механизированных технологических операций и нерегулируемыми факторами природы лесостепи. Взаимное сопряжение антропогенных и природных факторов существенно влияет на урожайность яровой пшеницы, изменяя ее величину в широких пределах. Можно ожидать, что структура производственных процессов зернового комплекса оптимальной ин-

тенсивности обеспечит повышение нижнего предела урожайности яровой пшеницы.

Принятие показательной модели урожайности яровой пшеницы объясняет эффект ее снижения при повышении интенсивности машинных воздействий на гектар почвы. На уровне относительной погрешности 5 % и детерминации 95 % сходимость прогнозируемых и опытных данных урожайности яровой пшеницы в зависимости от нормы высева семян, бонитета продуктивной среды, интенсивности машинной обработки почвы, внесения удобрений, защиты растений обеспечена лишь на 57,63 %, что существенно меньше величины 95 %.

Поэтому для разработки моделей прогнозирования урожайности сортов яровой пшеницы с более высоким процентом сходимости теоретических и практических данных урожайности рекомендуется в качестве основы использовать экспоненциальную формулу с учетом режимов температуры и влажности.

Например, с включением в формулу гидро-термического коэффициента, скажем x_6 , получаем формулу урожайности:

$$f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6) = \exp(b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_4 + b_5 x_5 + b_6 x_6).$$

Полученные результаты исследования дают основание для дальнейшего изучения влияния уровня совершенства технологии возделывания яровой пшеницы на продуктивность биогеоценозов, а также урожайность яровой пшеницы в лесостепной зоне Красноярского края.

Литература

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
2. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика для инженеров и научных работников. М.: Физматлит, 2012. 816 с.
3. Лосев А.П., Журина Л.Л. Агрометеорология. М.: Колос, 2001. 297 с.
4. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. М.: Наука, 1981. 448 с.
5. Полевой А.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. Л.: Гидрометеоздат, 1988. 208 с.
6. Сибирина Т.Ф., Полубояринов Н.А. Об оценке бонитета продуктивной среды по опытной урожайности яровой пшеницы, 2017–2019 гг.: препринт ПО. Ачинск, 2019. 5 с.
7. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. Новосибирск, 2004. 162 с.

Literatura

1. Dospëhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
2. Kobzar' A.I. Prikladnaja matematicheskaja statistika dlja inzhenerov i nauchnyh rabotnikov. M.: Fizmatlit, 2012. 816 s.
3. Losev A.P., Zhurina L.L. Agrometeorologija. M.: Kolos, 2001. 297 s.
4. Moiseev N.N. Matematicheskie zadachi sistemnogo analiza. M.: Nauka, 1981. 448 s.
5. Polevoj A.N. Prikladnoe modelirovanie i prognozirovanie produktivnosti posevov. L.: Gidrometeoizdat, 1988. 208 s.
6. Sibirina T.F., Polubojarinov N.A. Ob ocenke boniteta produktivnoj sredy po opytnoj urozhajnosti jarovoj pshenicy, 2017–2019 gg.: preprint PO. Achinsk, 2019. 5 s.
7. Sorokin O.D. Prikladnaja statistika na komp'jutere. Novosibirsk, 2004. 162 s.

