



УДК 361.5:631.45:633.11

DOI: 10.36718/1819-4036-2021-9-3-9

Леонид Витальевич Юшкевич

Омский аграрный научный центр, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией ресурсосберегающих агротехнологий, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Омск, Россия
E-mail: 55asc@bk.ru

Валерий Викторович Чибис

Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, доцент кафедры агрономии, селекции и семеноводства; Омский аграрный научный центр, старший научный сотрудник лаборатории ресурсосберегающих агротехнологий, Омск, Россия
E-mail: vv.chibis@omgau.org

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЛЕВЫХ СЕВОБОРОТОВ
В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

Цель исследования – технологическая оценка влияния чередования сельскохозяйственных культур для формирования полевых севооборотов в условиях лесостепи Западной Сибири. Проведен анализ почвенно-климатической зональности территории лесостепи Западной Сибири, определены степень заселенности, контурность полей, биологические хозяйственные особенности культур, в том числе ведущей – яровой пшеницы. Применялся адаптивно-ландшафтный подход к зональным особенностям чередования культур, позволяющий определить для каждой разумную экологическую нишу, подобрать культуры в соответствии с биологическими требованиями, продуктивностью, рентабельностью производства, максимально сократить повторные и бессменные посевы. Мониторинг хозяйственной деятельности последних 35 лет показал тенденцию расслоения товаропроизводителей по ресурсным возможностям, техническому оснащению, и, прежде всего, уровню интенсификации земледелия. В этой связи рекомендации по оптимизации полевых севооборотов ориентируются на расширение до 8–10 культур и адаптивные сорта с учетом их прибыльности и «почвоулучшения», ограничение повторных посевов, исключение бессменного возделывания сельскохозяйственных культур. В условиях ограниченного интенсивного земледелия примерно 5–10 % от площади пашни принадлежит севооборотам с озимыми, пропашными культурами, зернобобовыми, донником, рапсом, просом, клевером, однолетними многокомпонентными травами, эффективность которых по выходу кормовых единиц нередко превосходят зернопаровые севообороты с короткой ротацией. Отмечено, что в последние годы появилось особое внимание к плодосменным севооборотам, которые позволяют при повышении культуры земледелия и применении средств интенсификации несколько сократить паровое поле и оптимизировать структуру использования пашни, повысить биоразнообразие набора культур и адаптивных сортов. Переход на плодосмен у товаропроизводителей более увлажненной лесостепной зоны возможен только при применении удобрений и оздоровлении агрофитоценозов. Расширение плодосменных севооборотов и сокращение повторных посевов яровой пшеницы также обусловлены положительными изменениями гидротермических условий в засушливых почвенно-климатических зонах Западной Сибири.

Ключевые слова: севооборот, предшественник, урожай, технология возделывания, полевые культуры.

Leonid V. Yushkevich

Omsk Agrarian Research Center, Chief Researcher, Head of the Laboratory of Resource-Saving Agricultural Technologies, doctor of agricultural sciences, professor, Omsk, Russia

E-mail: 55asc@bk.ru

Valery V. Chibis

Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Associate Professor at the Department of Agronomy, Breeding and Seed Production; Omsk Agricultural Research Center, Senior Researcher, Laboratory of Resource-Saving Agricultural Technologies, Omsk, Russia

E-mail: vv.chibis@omgau.org

FIELD CROP ROTATIONS FORMATION FEATURES IN THE WESTERN SIBERIA FOREST STEPPE

The purpose of the study is a technological assessment of the impact of crop rotation for the formation of field crop rotations in the forest-steppe conditions of Western Siberia. The analysis of the soil-climatic zonality of the territory of the forest-steppe of Western Siberia was carried out, the degree of population, the contour of the fields, the biological economic characteristics of crops, including the leading one - spring wheat, were determined. An adaptive-landscape approach was applied to the zonal features of crop alternation, which makes it possible to determine a reasonable ecological niche for each, select crops in accordance with biological requirements, productivity, profitability of production, and minimize repeated and permanent crops as much as possible. Monitoring of the economic activity of the last 35 years has shown a tendency for the stratification of commodity producers by resource capabilities, technical equipment, and, above all, the level of agricultural intensification. In this regard, recommendations for optimizing field crop rotations are guided by the expansion of up to 8–10 crops and adaptive varieties, taking into account their profitability and "soil improvement", limitation of repeated crops, exclusion of permanent cultivation of crops. Under conditions of limited intensive farming, about 5–10 % of the arable land area belongs to crop rotations with winter crops, row crops, legumes, melilot, rapeseed, millet, clover, annual multicomponent grasses, the efficiency of which in terms of the yield of fodder units is often superior to grain-fallow crop rotations with short rotation. It is noted that in recent years, special attention has appeared to fruit-changing crop rotations, which allow, with an increase in the culture of agriculture and the use of intensification means, to somewhat reduce the fallow field and optimize the structure of arable land use, increase the biodiversity of a set of crops and adaptive varieties. The transition to fruit change for producers of a more humid forest-steppe zone is possible only with the use of fertilizers and the improvement of agrophytocenoses. The expansion of crop rotation and a reduction in re-sowing of spring wheat are also due to positive changes in hydrothermal conditions in the arid soil-climatic zones of Western Siberia.

Keywords: crop rotation, predecessor, harvest, cultivation technology, field crops.

Введение. Для формирования севооборотов важно определить значение сельскохозяйственных культур как предшественников и их место при формировании схем севооборотов. Повторные посевы неплохо переносят кукуруза, картофель, горохоовсяные смеси на зеленый корм, значительно хуже – подсолнечник, горох и пшеница, лучше – ячмень и рожь [1, 2].

При возделывании сельскохозяйственных культур в южной лесостепи бессменно за 9 лет наибольшее снижение урожая наблюдалось у проса (43,8 %) по сравнению с выращиванием в севообороте. Применение на бессменных посевах удобрений и гербицидов не позволило увеличить урожайность до того же уровня, что и в

севооборотах, за исключением кукурузы и однолетних трав [3]. Урожайность кукурузы возросла на 13,3 %, а горохоовсяной смеси снизилась на 2,1 % по сравнению с продуктивностью этих культур в севообороте. Только на просе эффективность удобрений была низкой из-за высокой засоренности (44,8 %), а на овсе гербициды не обеспечили эффекта, засоренность составила 6 % [3, 4]. При возделывании гречихи бессменно 3–5 лет ее урожайность снижалась по сравнению с продуктивностью в севообороте только на 5 %, а 8–10 лет – уже до 40,7 %; ячменя – 4,7 и 37,5; кукурузы – 4,4 и 12,0; пшеницы – 19,1 и 36,7 % соответственно. Таким образом, гречиха, горохоовсяная смесь, ячмень мо-

гут возделываться повторно при незначительном снижении продуктивности, а кукуруза при внесении удобрений и гербицидов – даже бес-
сменно. Пшеница, подсолнечник на силос и масло, просо не выносят длительного повторного посева [5, 6].

Цель исследования: технологическая оценка влияния чередования сельскохозяйственных культур для формирования полевых севооборотов в условиях лесостепи Западной Сибири.

Объекты и методы исследования. Опыты проведены в южной лесостепной зоне Омской области в длительных стационарных севооборотах в 1984–2019 г. С 2010 г. схемы севооборотов стационаров были модернизированы путем введения в них технических культур (рапса и сои), что позволило увеличить вариативность при формировании схем севооборотов. Размещение участков рендомизированное в четыре яруса, размер участков 50 × 25 м и 50 × 12,5 м. Сорта полевых культур в опыте – районированные для Западной Сибири: яровая пшеница – Омская 36; ячмень – Омский 95; соя – Золотистая; рапс –

Юбилейный; овес – Иртыш 21; кукуруза – Омка 135. Почва опытного участка – лугово-черноземная с содержанием гумуса до 7–8 %.

Метеорологические условия были близки к среднемноголетним, при ГТК 1,04. Наиболее засушливые погодные условия, согласно ГТК, отмечались в 2004 (0,67); 2008 (0,69); 2010 (0,55); 2012 (0,69); 2014 (0,68) гг. Статистическая обработка в опытах проводилась методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [7]. Система агротехнических мероприятий строилась с учетом рекомендаций ФГБНУ «Омский АНЦ» для зоны лесостепи Западной Сибири [8]. Оценка экономических и агротехнических мероприятий и севооборотов проводилась согласно методическим рекомендациям сибирского отделения ВАСХНИЛ [9].

Результаты исследования. Установлено, что в условиях южной лесостепи Западной Сибири характерна неустойчивость урожайности для зерновых культур, в особенности после непаровых предшественников (табл. 1).

Таблица 1

Динамика урожайности яровой пшеницы в южной лесостепи Западной Сибири, 1984–2019 гг.

Урожайность, т/га	Пшеница по пару		Пшеница по пшенице		Бессменная пшеница	
	Число случаев	%	Число случаев	%	Число случаев	%
	Кол-во лет учета					
	35	100	35	100	35	100
> 3,0	4	7,1	–	–	–	–
2,5–3,0	7	12,5	2	3,6	–	–
2,01–2,5	18	35,7	10	26,8	4	11,1
1,01–2,0	10	32,2	14	42,9	20	55,6
0,51–1,0	7	12,5	6	19,6	9	25,0
< 0,5	–	–	4	7,1	3	8,3
Средняя урожайность за 1984–2019 гг., т/га	2,36		1,69		1,35	

Длительными исследованиями установлено, что по чистому пару урожайность пшеницы выше 2,0 т/га была в 35,7 % случаев, при повторном посеве – 26,8 и бессменном посеве – 11,1 %.

В южной лесостепи оптимальный полевой севооборот играет большую роль в повышении плодородия зональных почв и гидрологии. Ряд исследователей отмечают положительный влагонакопительный эффект чистого, занятого и сидерального паров [10, 11]. Особое место отводят кулисным парам и другим влагонакопительным

мероприятиям (снегозадержание, выравнивание пашни, мульчирование, послепосевное прикатывание и другие), что важно для южной лесостепи, так как количество осадков за вегетационный период составляет менее 400 мм, а гидротермический коэффициент в зоне – только 1,0–1,1.

При размещении яровой пшеницы после гороха, кукурузы на силос, третьей культурой по пару после различных предшественников ее урожайность значительно различалась (табл. 2).

**Урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости
от предшественников (южная лесостепь), 35 лет, т/га**

Предшественник	Культура		
	Яровая пшеница	Горох	Кукуруза
Пшеница	1,36	1,81	34,12
Ячмень	1,80	1,67	35,40
Овес	1,60	1,56	31,73
Гречиха	1,93	1,72	32,70
Горох	2,26	1,59	36,48
Просо	1,99	1,91	34,39
Подсолнечник на силос	2,05	1,65	36,66
Кукуруза на силос	2,09	1,89	33,23
Горохоовес на зеленый корм	1,94	1,93	38,14
Бессменное возделывание	1,34	1,18	32,88
НСР ₀₅		0,21	

Исследования показывают, что хорошими предшественниками для яровой пшеницы могут быть (кроме кукурузы и горохоовса) горох, подсолнечник на силос, гречиха, просо и ячмень, которые обеспечивают прибавку урожая по сравнению с бессменной пшеницей от 0,24 до 0,92 т/га, удовлетворительным – овес. Установлено, что все зерновые культуры для яровой пшеницы – лучшие предшественники, чем сама пшеница.

Хорошие предшественники в лесостепной зоне для гороха: горохоовес на зеленый корм, просо, кукуруза на силос, пшеница, – при размещении по которым урожайность гороха выше по сравнению с бессменным его возделыванием на 0,63–0,75 т/га; далее идут такие предшественники, как гречиха, ячмень, подсолнечник на силос. Горох при размещении по хорошим предшественникам в равных условиях с пшеницей по урожайности ей уступает незначительно.

В полевых опытах установлено, что урожайность ячменя в зависимости от предшественников изменялась от 1,41 до 2,16 т/га, а овса – от 1,49 до 1,98 т/га, т. е. ячмень в большей степени был отзывчив на влияние предшественника. У ячменя по отношению к бессменному посеву прибавка в урожае в зависимости от предшественников изменялась от 0,7 до 53,2 %, овса – от 10,1 до 32,9 %. Более низкая урожайность овса по сравнению с ячменем наблюдается вследствие того, что в отдельные годы наблюдений овес сильно повреждался пивавицей. За довольно длительный период наблюдений (1985–2015 гг.) урожайность овса составила 2,35, а ячменя – 2,07 т/га.

Таким образом, хорошими предшественниками ячменя являются: кукуруза, горох, однолетние травы, подсолнечник, пшеница по пару, просо; а овса – пшеница по пару, кукуруза, однолетние травы, горох, просо, подсолнечник.

По результатам стационарных исследований установлено, что наименьшая урожайность рапса ярового получена по предшественникам из семейства крестоцветных. Лучшим предшественником для него в южной лесостепи является чистый пар, хорошими предшественниками – однолетние травы, особенно высеянные в ранние (майские) и поздние (июльские) сроки, и удовлетворительными – зерновые культуры. Несмотря на то, что по всем предшественникам рапс на маслосемена уступал по урожайности пшенице, выход протеина с единицы площади повышался.

Исследованиями, проведенными в нашей стране и за рубежом, установлено, что даже при интенсивном применении средств химизации при общем уровне повышения продуктивности полевых культур значение севооборотов не снижается, а возрастает. При интенсификации несколько изменяется роль предшественников: те, которые считались плохими, при высоком уровне агротехники качественно улучшаются, а возможность расширения состава предшественников и вариантов плодосменных чередований позволяет специализировать севообороты [3, 10, 11].

Выявлено, что в южной лесостепи Западной Сибири эффективность влияния севооборота составляет 25–72 %, а химизации – 31–43 % (табл. 3).

**Урожайность в полевых севооборотах южной лесостепи
зерновых единиц, 1984–2019 гг., т/га**

Размещение культур	Вариант	Урожайность	Прибавка, %	
			от химизации	от предшественника
Однолетние травы	С химизацией	1,94	34,7	–
	Без химизации	1,44	–	–
1-я пшеница после однолетних трав	С химизацией	2,51	31,4	39,4
	Без химизации	1,91	–	–
2-я пшеница после однолетних трав	С химизацией	2,26	43,0	25,0
	Без химизации	1,58	–	–
Зернофуражные	С химизацией	2,35	39,9	30,6
	Без химизации	1,68	–	–
В среднем по севообороту	С химизацией	2,26	37,0	25,6
	Без химизации	1,65	–	–
Пшеница по пару	С химизацией	3,09	–	71,7
2-я пшеница после пара	С химизацией	2,56	–	42,2
Горох	С химизацией	1,94	–	7,8
Пшеница после гороха	С химизацией	2,32	–	28,9
В среднем по севообороту	С химизацией	2,48	–	37,8
Бессменная пшеница	С химизацией	1,80	–	–

Следует заметить, что продуктивность пятипольного зернопарового севооборота по сравнению с бессменной пшеницей повышается на 37,7 %, а четырехпольного зернопарового с занятым паром – на 25,6 %.

Эффективность средств химизации в четырехпольном полевом зернопаровом севообороте возрастает на 37,0 %, или на 0,61 т/га.

В связи с повышением уровня интенсификации зернового производства возрастает целесообразность сокращения площади парового поля в структуре пашни, следовательно, необходимо расширение плодосменных севооборотов. Поэтому была разработана технологическая система возделывания основной в регионе культуры – яровой пшеницы различных уровней интенсивности (табл. 4).

Таблица 4

**Технологическая система возделывания яровой пшеницы
на черноземных почвах лесостепи Омской области**

Элемент и технологическая операция	Уровень интенсификации		
	Экстенсивная (60–70 %)*	Полуинтенсивная (20–30 %)	Интенсивная (5–10 %)
Планируемая урожайность зерна, т/га	1,6–2,0	2,0–2,5	2,5–3,0 и более
Выход зерна с 1 га пашни, т/га	1,3–1,7	1,7–2,1	2,2–2,7 и более
Содержание клейковины в зерне, %	20–24	24–26	26–27
Доля пара в структуре пашни, %	16–18	12–16	Менее 12
Система обработки почвы в севооборотах	Отвальная, ком- бинированная	Комбинированная, минимальная	Минимальная, No-Till
Средства интенсификации	Гербициды	Гербициды + удобрения (N 20–30 кг/га д.в.)	Гербициды + удобрения (N 30–45 кг/га д.в., P 15– 20 кг/га д.в.) + фунгици- ды + N-подкормки

*Процент хозяйств, работающих на данном уровне интенсификации.

Выводы. В длительных стационарных опытах установлено, что бессистемное размещение сельскохозяйственных культур, повторное и бесменное возделывание большинства из них, в том числе яровой пшеницы, приводит к ухудшению плодородия зональных почв, повышению засоренности агрофитоценоза и поражению растений вредителями и инфекциями, что в конечном итоге вызывает снижение продуктивности пашни.

Повышение эффективности использования почвенно-климатических ресурсов региона, урожайности и биопотенциала зерновых культур невозможно без рациональной структуры использования пашни, имеющей зональные почвенно-климатические особенности.

Сокращение повторных и бесменных посевов за счет рационального подбора предшественников, формирования научно обоснованных полевых севооборотов и оптимизации структуры использования пашни позволит в будущем увеличить валовые сборы качественного зерна в регионе, стабилизировать и повысить почвенное плодородие, оздоровить фитосанитарное состояние посевов сельскохозяйственных культур, повысить продуктивность зернового производства.

Литература

1. Чибис В.В. Моделирование продуктивности севооборотов в условиях лесостепи Западной Сибири // Живые и биокостные системы. 2017. № 20. С. 5–9.
2. Чебоचाков Е.Я., Муртаев В.Н. Эффективность почвозащитной системы земледелия в условиях освоения залежных земель в Приенисейской Сибири // Вестник КрасГАУ. 2020. № 4. С. 66–73.
3. Система адаптивного земледелия Омской области / Омский АНЦ. Омск: Изд-во ИП Макшеевой Е.А., 2020. 522 с.
4. Ивченко В.К., Михайлова З.И., Филиппов А.Г. и др. Влияние ресурсосберегающих технологий основной обработки почвы на засоренность посевов яровой пшеницы // Вестник КрасГАУ. 2020. № 3. С. 35–43.
5. Неклюдов А.Ф. Севооборот – основа урожая. Омск, 1990. 128 с.
6. Чибис В.В., Чибис С.П. Формирование качества зерна полевых культур в зависимости от предшественника при возделывании

в условиях лесостепи Западной Сибири // Вестник КрасГАУ. 2016. № 3. С. 74–80.

7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов опытов): учеб. для вузов. М.: Альянс, 2011. 352 с.
8. Технологические системы возделывания зерновых и зернобобовых культур: рекомендации / сост. Л.В. Юшкевич [и др.]; под общ. ред. И.Ф. Храмцова, Н.П. Дранковича; М-во сельского хозяйства и продовольствия Омской обл., Сиб. НИИ сельского хозяйства. Омск: ЛИТЕРА, 2014. 105 с.
9. Экономическая оценка агротехнических мероприятий и севооборотов: метод. рекомендации / отв. за вып. Е.В. Багаева; Сиб. отделение ВАСХНИЛ. Новосибирск, 1977. 17 с.
10. Ivchenko V.K., Polosina V.A., Puchkova E.P. Influence of different soil tillage methods on the development of root rot in spring wheat // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 548 (2020) 052073.
11. Voronkova N.A., Bobrenko I.A., Nevenchanaya N.M. et al. Efficiency of biologization of agriculture in Western Siberia (on the example of the Omsk region) // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 548. (2020) 022071.

References

1. Chibis V.V. Modelirovanie produktivnosti sevooborotov v usloviyah lesostepi Zapadnoj Sibiri // Zhivye i biokostnye sistemy. 2017. № 20. S. 5–9.
2. Chebochakov E.Ya., Murtaev V.N. 'Effektivnost' pochvozaschitnoj sistemy zemledeliya v usloviyah osvoeniya zaleznyh zemel' v Prienisejskoj Sibiri // Vestnik KrasGAU. 2020. № 4. S. 66–73.
3. Sistema adaptivnogo zemledeliya Omskoj oblasti / Omskij ANC. Omsk: Izd-vo IP Maksheevoj E.A., 2020. 522 s.
4. Ivchenko V.K., Mihajlova Z.I., Filippov A.G. I dr. Vliyanie resursosberegayuschih tehnologij osnovnoj obrabotki pochvy na zasorennost' posevov yarovojs pshenicy // Vestnik KrasGAU. 2020. № 3. S. 35–43.
5. Neklyudov A.F. Sevooborot – osnova urozhaya. Omsk, 1990. 128 s.
6. Chibis V.V., Chibis S.P. Formirovanie kachestva zerna polevyh kul'tur v zavisimosti

- от predshestvennika pri vozdelevanii v usloviyah lesostepi Zapadnoj Sibiri // Vestnik KrasGAU. 2016. № 3. S. 74–80.
7. *Dospehov B.A.* Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov opytov): ucheb. dlya vuzov. M.: Al'yans, 2011. 352 s.
 8. Tehnologicheskie sistemy vozdelevaniya zernovyh i zernobobovyh kul'tur: rekomendacii / sost. *L.V. Yushkevich* [i dr.]; pod obsch. red. *I.F. Hramcova, N.P. Drankovicha*; M-vo sel'skogo hozyajstva i prodovol'stviya Omskoj obl., Sib. NII sel'skogo hozyajstva. Omsk: LITERA, 2014. 105 s.
 9. 'Ekonomicheskaya ocenka agrotehnicheskikh meropriyatij i sevooborotov: metod. Rekomendacii / otv. za vyp. *E.V. Bagaeva*; Sib. otd-nie VASHNIL. Novosibirsk, 1977. 17 s.
 10. *Ivchenko V.K., Polosina V.A., Puchkova E.P.* Influence of different soil tillage methods on the development of root rot in spring wheat // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 548 (2020) 052073.
 11. *Voronkova N.A., Bobrenko I.A., Nevenchanaya N.M.* et al. Efficiency of biologization of agriculture in Western Siberia (on the example of the Omsk region) // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 548. (2020) 022071.

