

Леонид Витальевич Юшкевич¹, Денис Николаевич Ющенко²✉,
Александр Григорьевич Щитов³, Светлана Петровна Кашинская⁴

^{1,2,3,4}Омский аграрный научный центр, Омск, Россия

¹yushkevitchlv@yandex.ru

²yushchenko@anc55.ru

³alshield@mail.ru

⁴sveta.935@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Цель исследования – выявить потенциальную продуктивность разноуровневых агротехнологий яровой пшеницы в Южно-лесостепной почвенно-климатической зоне Западной Сибири. В длительном стационарном севообороте на черноземных почвах проведена сравнительная оценка предшественников, средств химизации, обработки почвы на продуктивность и технологические свойства зерна яровой пшеницы. Агротехника – зональная. Удобрения ($N_{24}P_{36}$ на 1 га пашни), пестициды применялись в рекомендованные сроки и нормы. Яровую пшеницу сорта Памяти Азиева, Омская-36 высевали 18–25 мая с нормой высева по пару 5,0 млн всхожих семян на 1 га, 2–3-й культурой – 4,0–4,5 млн сеялкой СЗ-3,6, с 2012 г. – ПК Selford, который обеспечивает более равномерное распределение семян. Уборка однофазная «САМО»-500. Повторность 4-кратная. Почва – лугово-черноземная среднещелочная тяжелосуглинистая с содержанием гумуса 7–8 %. Погодные условия за годы исследования были относительно засушливые (31 % лет), ГТК – 1,01 при норме 1,10. Урожайность культуры в повторных посевах в зависимости от агротехнологии возделывания снижается с 2,82 до 1,73 т/га, или в 1,6 раза. В зависимости от предшественника интенсивная технология возделывания обеспечивает рост урожайности зерна на 1,39–1,90 т/га (в 1,9–2,3 раза) относительно экстенсивной. Ресурсосберегающая комбинированная обработка почвы в зернопаровом севообороте повышает урожайность зерна на 0,17–0,25 т/га (9–15 %). Результативность средств химизации по доле их вклада в повышение урожайности зерна яровой пшеницы располагается в возрастающем порядке: гербициды – 12 %; удобрения – 19; удобрения + гербициды – 31; фунгициды – 36 %. На комплексной химизации повышается масса 1000 зерен до 35,1–36,1 г; натурная масса – до 750–762 г/л; стекловидность, содержание клейковины – до 26,4–29,4 %. Содержание тяжелых металлов в почве и зерне было меньше ПДК в 1,4–4,2 раза, пестициды не обнаружены.

Ключевые слова: севооборот, яровая пшеница, предшественник, уровень агротехнологий, обработка почвы, урожайность, выход зерна с 1 га пашни, качество зерна

Для цитирования: Повышение продуктивности и качества зерна яровой пшеницы в Южной лесостепи Западной Сибири / Л.В. Юшкевич [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2023. № 11. С. 73–79. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-11-73-79.

Leonid Vitalievich Yushkevich¹, Denis Nikolaevich Yushchenko²✉,
Alexander Grigorievich Shchitov³, Svetlana Petrovna Kashinskaya⁴

^{1,2,3,4}Omsk Agrarian Research Center, Omsk, Russia

^{1,2,3,4}Омский аграрный научный центр, Омск, Россия

¹yushkevitchlv@yandex.ru

²yushchenko@anc55.ru

³alshield@mail.ru

⁴sveta.935@mail.ru

INCREASING PRODUCTIVITY AND GRAIN QUALITY OF SPRING WHEAT IN THE SOUTHERN FOREST-STEPPE OF WESTERN SIBERIA

The purpose of the study is to identify the potential productivity of multi-level agricultural technologies of spring wheat in the Southern forest-steppe soil-climatic zone of Western Siberia. In a long-term stationary crop rotation on chernozem soils, a comparative assessment of predecessors, chemicalization agents, and soil cultivation on the productivity and technological properties of spring wheat grain was carried out. Agricultural technology is zonal. Fertilizers ($N_{24}P_{36}$ per 1 ha of arable land) and pesticides were applied at the recommended times and rates. Spring wheat varieties Pamyati Azieva, Omskaya-36 were sown on May 18–25 with a seeding rate of 5.0 million viable seeds per 1 hectare in the fallow, 4.0–4.5 million for the 2nd–3rd crop using a SZ-3.6 seeder since 2012 by Seford PC, which ensures a more uniform seed distribution. Harvesting is Single-phase by CAMPO-500. Replication is 4 times. The soil is meadow-chernozem, medium-alkaline, heavy loamy with a humus content of 7–8 %. Weather conditions over the years of the study were relatively dry (31 % of years), HTC – 1.01, with a norm of 1.10. The crop yield in repeated sowings, depending on the agricultural technology of cultivation, decreases from 2.82 to 1.73 t/ha, or 1.6 times. Depending on the predecessor, intensive cultivation technology ensures an increase in grain yield by 1.39–1.90 t/ha (1.9–2.3 times) relative to extensive. Resource-saving combined tillage in grain-fallow crop rotation increases grain yield by 0.17–0.25 t/ha (9–15 %). The effectiveness of chemicalization agents according to the share of their contribution to increasing the grain yield of spring wheat is located in ascending order: herbicides – 12 %; fertilizers – 19; fertilizers + herbicides – 31; fungicides – 36 %. Complex chemicalization increases the weight of 1000 grains to 35.1–36.1 g; full weight – up to 750–762 g/l; glassiness, gluten content – up to 26.4–29.4 %. The content of heavy metals in soil and grain was 1.4–4.2 times less than the maximum permissible concentration; no pesticides were detected.

Keywords: crop rotation, spring wheat, predecessor, level of agricultural technologies, tillage, productivity, grain yield per 1 hectare of arable land, grain quality

For citation: Increasing productivity and grain quality of spring wheat in the Southern forest-steppe of Western Siberia / L.V. Yushkevich [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2023;(11): 73–79. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-11-73-79.

Введение. В Западно-Сибирском регионе Омская область по среднечеловеческому производству зерна занимает одно из ведущих мест (1,5–1,8 т/га), не уступая при ограниченном применении удобрений и средств защиты растений Канаде и США.

В то же время зерновое производство в сибирских почвенно-климатических условиях развивается в основном по экстенсивным агротехнологиям при крайне низком применении удобрений (15–20 кг/га) с урожайностью зерновых культур 1,5–2,0 т/га и менее.

Так, в засушливые 2021–2022 гг. урожайность зерна яровой пшеницы в основной зернопроизводящей степной почвенно-климатической зоне составила 1,30 т/га, в южной лесостепи – 1,78 т/га, что не соответствует потенциальным ресурсам региона [1, 2].

В Западной Сибири более плодородные почвы черноземного ряда занимают в Новосибирской области более 40 %; в Алтайском крае – 34; в Омской области – 34 %, по бонитету пашни область находится только на 4-м месте в Сибирском регионе. С 1990 г. отмечается сниже-

ние плодородия зональных почв в связи с существенным уменьшением применения минеральных и органических удобрений. Площадь пашни с пониженным содержанием гумуса (до 5,0 %) возросла на 19 % (2,85 млн га), подвижного фосфора (до 100 мг/кг) – до 2,4 млн га, калия – до 800 тыс. га и более. Содержание нитратного азота уменьшилось, в т. ч. и на паровых полях, на 30–50 %, на повторных посевах яровой пшеницы не превышает 4–7 мг/кг, что снижает продуктивность и качество зерна. В основных зерноносящих районах области атмосферные и почвенные засухи – обычное явление. За последние 45 лет отмечалось более 15 засушливых лет, в т. ч. 11 – средней интенсивности, что приводило к снижению урожайности на 20–50 %. В основной зернопроизводящей степной зоне они еще более жесткие – засухи средней интенсивности составляют более 30 % лет [3]. В 2002 г. в первой декаде мая на полях, в основном в степной зоне, отмечена повышенная дефляция и пыльные бури.

При существующем ресурсном расслоении товаропроизводителей зерна в регионе (350

сельскохозяйственных организаций и 2,2 тыс. фермерских хозяйств) должны быть внесены коррективы в агротехнологии возделывания сельскохозяйственных культур. Хозяйств с высоким уровнем интенсификации, к сожалению, немного (до 10–15 %) [4, 5].

В Омской области яровая мягкая пшеница – ведущая зерновая культура и занимает (2022 г.) 1,39 млн га, или 68,7 % от площади зерновых и зернобобовых, причем до 90 % посевов сосредоточено в засушливой степной и южно-лесостепной почвенно-климатических зонах региона. Размещается яровая пшеница преимущественно в зернопаровых, реже в плодосменных севооборотах. Значительную площадь посевов (более 30 %) занимают повторные (3 года) и бессменные (5 лет) посевы культуры, способствующие ухудшению водного и питательного режимов почвы, фитосанитарного состояния агрофитоценоза, снижению урожайности и качества зерна. Отмечается негативная тенденция снижения площади паровых полей за последние 40 лет – с 587 тыс. до 400 тыс. га (на 32 %), в т. ч. и в засушливой южно-лесостепной зоне (10,7–12,4 %) в структуре пашни.

Повышенная засоренность посевов, особенно мятликовыми сорняками, возрастающая за последние годы инфицированность агрофитоценоза – ограничивающий фактор роста урожайности и качественных параметров зерна [6, 7].

Цель исследования – выявить потенциальную продуктивность разноуровневых агротехнологий яровой пшеницы в южно-лесостепной зоне Западной Сибири.

Объекты и методы. В стационарном (более 35 лет) зернопаровом севообороте (пар – пшеница – пшеница – пшеница – ячмень) южно-лесостепной зоны Западной Сибири проведена сравнительная агротехнологическая оценка влияния вариантов интенсивности обработки почвы, предшественников, средств химизации на элементы плодородия черноземных почв,

фитосанитарное состояние агрофитоценоза, урожайность и качество зерна [8].

Агротехника – зональная. Удобрения ($N_{24}P_{36}$ на 1 га пашни), пестициды применялись в рекомендованные сроки и нормы. Яровую пшеницу сорта Памяти Азиева, Омская-36 высевали 18–25 мая с нормой посева по пару 5,0 млн всхожих семян на 1 га, 2–3-й культурой – 4,0–4,5 млн сеялкой СЗ-3,6, с 2012 г. – ПК Selford, который обеспечивает более равномерное распределение семян [9]. Уборка однофазная «САМРО»-500. Повторность 4-кратная.

Почва – лугово-черноземная среднещелочная тяжелосуглинистая с содержанием гумуса 7–8 %. Погодные условия за годы исследования были относительно засушливые (31 % лет), ГТК – 1,01 при норме 1,10.

Результаты и их обсуждение. Продуктивный полевой севооборот – фундамент адаптивно-ландшафтного земледелия зернопроизводящей почвенно-климатической зоны региона.

По качеству основные предшественники яровой пшеницы объединены в три группы, из которых первая наиболее ценная. Предшественники данной группы (чистые и занятые пары, озимые, зернобобовые, пропашные, многолетние бобовые травы) способствуют улучшению агрофизических свойств почв, водного режима, накоплению азота, оздоравливают фитосанитарное состояние агрофитоценоза. В настоящее время площадь наиболее ценных предшественников в пашне региона, к сожалению, сократилась до 650–700 тыс. га (18–20 %), в т. ч. чистые пары – до 414 тыс. га (10,2 % от площади пашни).

Наблюдения показали, что значительная часть посевов культуры размещается по менее продуктивным предшественникам, в повторных (более 3 лет) и бессменных (более 5 лет) посевах, занимающих до 30–35 % пашни, что способствует снижению почвенного плодородия, водного режима, ухудшению фитосанитарного состояния агрофитоценоза (табл. 1).

Таблица 1

Использование почвенно-климатических ресурсов в зависимости от предшественников яровой пшеницы (n = 14)

Размещение яровой пшеницы в севообороте	N- N_{03} в слое 0–100 см, кг/га	Биомасса сорняков, %	Водопотребление, мм/т зерна
По паровому предшественнику	132	7	102
Вторая	61	11	118
Третья	40	20	138
Бессменно	37	26	201

На повторной пшенице после пара содержание нитратного азота в метровом слое снижается в 3,3 раза, засоренность посевов возрастает в 2,9, водопотребление – в 1,4 раза. В этой связи без применения удобрений, особенно азотных, даже при ограниченных нормах (30–45 кг/га) получить высокую урожайность качественного зерна проблематично.

Длительными исследованиями установлено, что при повышении интенсификации возделывания яровой пшеницы до комплексной химизации с применением даже ограниченного применения

удобрений, гербицидов (дикотициды + граминициды), фунгицидов урожайность зерна повышалась в среднем с 1,51 до 3,27 т/га, или в 2,2 раза.

Повторные посевы яровой пшеницы вследствие комплекса негативных факторов приводят относительно парового предшественника к снижению урожайности в среднем с 2,82 до 1,73 т/га (в 1,6 раза) (табл. 2).

В условиях преобладающего экстенсивного земледелия приемы и система обработки почвы в полевых севооборотах способствуют повышению урожайности яровой пшеницы.

Таблица 2

Урожайность зерна яровой пшеницы в зернопаровом севообороте южной лесостепи Западной Сибири в зависимости от уровня агротехнологий (2001–2021 гг.), т/га

Размещение яровой пшеницы в севообороте (В)	Агротехнология				Среднее по (В) НСР ₀₅ – 0,05 т/га
	экстенсивная (без химизации)	нормальная (гербициды)	полуинтенсивная (удобрения + гербициды)	интенсивная (комплексная химизация)	
Яровая пшеница по пару	2,05	2,44	2,77	4,02	2,82
Вторая	1,45	1,96	2,34	3,26	2,25
Третья	1,03	1,53	1,83	2,54	1,73
Среднее по А НСР ₀₅ 0,07 т/га	1,51	1,98	2,31	3,27	–

Наблюдения показали, что независимо от уровня применения средств химизации при сокращении интенсивности обработки почвы в севообороте от ресурсосберегающей комбинированной (чередование вспашки с плоскорезной

обработкой на глубину 10–12 см) до минимально-нулевой (культивация на глубину 8–10 см в паром поле, в других полевых севооборотах без осенней обработки) выход зерна 1 га пашни снижается на 0,17–0,25 т/га (8,8–14,9 %) (табл. 3).

Таблица 3

Выход зерна с 1 га пашни в южной лесостепи Западной Сибири в зависимости от систем обработки почвы в зернопаровом севообороте (2004–2021 гг.), т/га

Уровень агротехнологий (В)	Система обработки почвы (А)				Среднее по (В) НСР _{0,05} 0,05 т/га
	отвальная	комбинированная	плоскорезная	минимально-нулевая	
Экстенсивная	1,21	1,14	1,00	0,97	1,08
Нормальная	1,78	1,72	1,53	1,49	1,63
Полуинтенсивная	2,10	2,11	1,94	1,91	2,02
Интенсивная	2,86	2,83	2,68	2,58	2,74
Среднее по А НСР ₀₅ 0,07 т/га	1,99	1,95	1,79	1,73	–

С 1990 г. в России отмечается негативная тенденция снижения качества зерна. Если в 1980-е гг. заготовка зерна пшеницы 3-го класса составляла 75–80 %, в 2012 г. – 48 %, то в настоящее время

она снизилась до 40 %. Так, в Омской области в 2019–2021 гг. заготовка зерна пшеницы 1–2-го класса составляла менее 2 %; 3-го – 38; 4-го и 5-го – более 60 %. Основная причина ухудшения

технологических параметров зерна – нарушение зональных агротехнологий, сокращение удельного веса качественных предшественников, в т. ч. паровых полей, незначительное применение минеральных (менее 20 кг/га) и органических удобрений, расширение площади «нулевых» обработок в условиях экстенсивного земледелия, повышение засоренности и инфицированности агрофитоценоза, сорта [10–12].

Длительными исследованиями установлено, что основной вклад в повышение продуктивности и качественных параметров зерна вносят: комплексное применение средств химизации, даже с невысокой дозой удобрений (50–60 кг/га д.в.) и пестицидов, – 31 %; предшественники – 20–22; климатические условия – 19 и обработка почвы – только 12 %.

Таблица 4

Технологические параметры зерна яровой пшеницы в зависимости от интенсивной технологии и предшественника (2005–2019 гг.)

Агротехнология	Технологические свойства зерна					Урожайность, т/га
	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Стекловидность, %	Содержание, %		
				белка	клейковины	
Пшеница по паровому предшественнику						
Экстенсивная	32,2	740	50	13,65	27,5	2,08
Интенсивная	35,6	750	51	14,6	29,4	3,98
НСР ₀₅	0,6	4,0	1,1	0,9	0,7	0,10
Вторая культура после пара						
Экстенсивная	32,4	752	45	12,6	25,1	1,49
Интенсивная	36,1	761	48	13,5	27,0	3,26
НСР ₀₅	0,9	3,5	1,6	0,2	0,4	0,12
Повторный посев						
Экстенсивная	30,6	747	41	12,0	23,9	1,08
Интенсивная	35,1	762	49	13,11	26,4	2,08
НСР ₀₅	0,6	3,8	2,1	0,3	0,6	0,14

Результативность средств химизации по доле их вклада в повышение урожайности зерна различна, и они располагаются в возрастающем порядке: гербициды – 12 %; удобрения – 19; удобрения + гербициды – 31; фунгициды – 36 %.

В зависимости от предшественника интенсивная технология способствовала не только существенному повышению урожайности зерна яровой пшеницы на 1,39–1,90 т/га (в 1,9–2,3 раза), но и улучшению технологических свойств (см. табл. 4). Так, масса 1000 зерен на данном варианте возросла до 35,1–36,1 г (на 11–15 %), натурная масса – до 750–762 г/л, стекловидность – до 48–51 %. Оптимизация питательного режима и фитосанитарного состояния агрофитоценоза способствовала повышению белковости и содержанию клейковины в зерне до 26,4–29,4 %, причем при удалении от парового поля различие в технологических параметрах зерна между вариантами агротехнологий возрастает [13–15].

Установлено, что зерно яровой пшеницы с наибольшим содержанием клейковины (34,8 %)

формируется при нормах высева 3,5–4,5 млн всхожих зерен на гектар и сроках посева 5–15 мая.

Длительное применение средств химизации, в т. ч. удобрений, не привело к повышенному накоплению в почве и зерне экотоксикантов. Содержание ТМ было меньше ПДК в 1,4–4,2 раза, пестициды не обнаружены.

Заключение. Таким образом, продуктивность и технологические параметры зерна яровой пшеницы в южно-лесостепных агроландшафтах Западной Сибири определяются агротехнологией, особенно применением средств интенсификации (31 %), в которых основная доля в прибавках урожая приходится на совместное применение удобрений и гербицидов (30,6 %), а также фунгицидов (36,4 %). В засушливых почвенно-климатических зонах с преобладающим экстенсивным зерновым производством паровое поле в полевых севооборотах остается основным качественным предшественником. Повторные посевы яровой пшеницы

вследствие комплекса негативных факторов приводят к снижению урожайности относительно парового предшественника в среднем с 2,82 до 1,73 т/га (в 1,6 раза). Независимо от уровня интенсификации в зернопаровом севообороте комбинированная система обработки способствовала повышению выхода зерна с 1 га пашни относительно минимально-нулевой на 0,17–0,25 т/га (9–15 %). Комплексное применение интенсификации способствовало повышению урожайности зерна в среднем с 1,51 до 3,27 т/га, или в 2,2 раза, относительно экстенсивной агротехнологии, причем основной вклад вносят совместное применение удобрений и гербицидов (31 %), фунгициды (36 %). Существенный рост урожайности способствовал улучшению технологических параметров зерна: масса 1000 зерен – до 35,1–36,1 г (на 11–15 %), натурная масса – до 750–762 г/л, стекловидность – до 48–51 % при повышении белковости и содержании клейковины до 26,4–29,4 %. Содержание ТМ в почве и зерне было меньше ПДК в 1,4–4,2 раза, пестициды не обнаружены.

Список источников

1. Система адаптивного земледелия Омской области / И.Ф. Храмцов [и др.]; Омский аграр. науч. центр. Омск, 2020. 522 с.
2. Особенности проведения весенне-полевых работ в хозяйствах Омской области в 2022 году: рекомендации / И.Ф. Храмцов [и др.]. Омск: Изд-во ИП Макшеевой Е.А., 2022. 72 с.
3. Ресурсы почвенной влаги в засушливом земледелии Западной Сибири: монография / А.Г. Макаров [и др.]. Омск, 1992. 146 с.
4. Юшкевич Л.В., Пахотина И.В., Чибис В.В. Влияние предшественников и технологии возделывания на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири // Агротехинфо. 2018. № 2 (32). С. 7.
5. Научные основы производства высококачественного зерна пшеницы. М: Росинформтех, 2018. 396 с.
6. Торопова Е.Ю., Селюк М.С., Юшкевич Л.В. Влияние агротехнологий на здоровье почвы и растений в лесостепи Омской области // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 2. С. 44–45.
7. Синещиков В.Е., Васильева Н.В. Фитосанитарная ситуация в зерновых агрофитоценозах при минимизации обработки почвы: монография / СибНИИСХ. Новосибирск, 2015. 138 с.

8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
9. Юшкевич Л.В., Кем А.А. Оценка эффективности посевных комплексов в засушливых агроландшафтах Западной Сибири // Вестник Алтайского государственного университета. 2013. № 4 (102). С. 84–88.
10. Влияние способа обработки на урожай и качества зерна / В.Г. Холмов [и др.] // Земледелие. 1988. № 9.
11. Юшкевич Л.В., Корчагина И.А., Ломановский А.В. Совершенствование технологии возделывания яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири // Земледелие. 2014. № 6. С. 30–32.
12. Увеличение и стабилизация производства высококачественного зерна пшеницы в Омской области: практическое руководство / Ю.В. Колмаков [и др.]. Омск: ЛИТЕРА, 2015. 60 с.
13. Fletcher A., Ogden G., Sharma D. Mixing it up – wheat cultivar mixtures can increase yield and buffer the risk of flowering too early or too late // European Journal of Agronomy. 2019. Т. 103. С. 90–97.
14. Ali M.H., Talukder M.S.U. Increasing water productivity in crop production-a synthesis // Agricultural Water Management. 2008. Т. 95, № 11. С. 1201–1213.47
15. Genome wide association mapping of Hagberg falling number, protein content, test weight, and grain yield in U.K. wheat / J. White [et al.] // Crop Science. December 2021. P. 965–981.

References

1. Sistema adaptivnogo zemledeliya Omskoj oblasti / I.F. Hramcov [i dr.]; Omskij agrar. nauch. centr. Omsk, 2020. 522 s.
2. Osobennosti provedeniya vesenne-polevykh rabot v hozyajstvax Omskoj oblasti v 2022 godu: rekomendacii / I.F. Hramcov [i dr.]. Omsk: Izd-vo IP Maksheevoj E.A., 2022. 72 s.
3. Resursy pochvennoj vlagi v zasushlivom zemledelii Zapadnoj Sibiri: monografiya / A.G. Makarov [i dr.]. Omsk, 1992. 146 s.
4. Yushkevich L.V., Pahotina I.V., Chibis V.V. Vliyaniye predshestvennikov i tehnologii vzdely-

- vaniya na urozhajnost' i kachestvo zerna yarovoj pshenicy v lesostepi Zapadnoj Sibiri // Agro`ekoinfo. 2018. № 2 (32). S. 7.
5. Nauchnye osnovy proizvodstva vysokokachestvennogo zerna pshenicy. M: Rosinformateh, 2018. 396 s.
 6. *Toropova E.Yu., Selyuk M.S., Yushkevich L.V.* Vliyanie agrotehnologij na zdorov'e pochvy i rastenij v lesostepi Omskoj oblasti // Dostizheniya nauki i tehniki APK. 2014. № 2. S. 44–45.
 7. *Sineschekov V.E., Vasil'eva N.V.* Fitosanitarnaya situaciya v zernovyh agrofitocenozah pri minimizacii obrabotki pochvy: monografiya / SibNIISH. Novosibirsk, 2015. 138 s.
 8. *Dospehov B.A.* Metodika polevogo opyta. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
 9. *Yushkevich L.V., Kem A.A.* Ocenka `effektivnosti posevnyh kompleksov v zasushlivyh agrolandshaftah Zapadnoj Sibiri // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo universiteta. 2013. № 4 (102). S. 84–88.
 10. Vliyanie sposoba obrabotki na urozhaj i kachestva zerna / *V.G. Holmov* [i dr.] // Zemledelie. 1988. № 9.
 11. *Yushkevich L.V., Korchagina I.A., Lomanovskij A.V.* Sovershenstvovanie tehnologii vozdevaniya yarovoj pshenicy v lesostepi Zapadnoj Sibiri // Zemledelie. 2014. № 6. S. 30–32.
 12. Uvelichenie i stabilizaciya proizvodstva vysokokachestvennogo zerna pshenicy v Omskoj oblasti: prakticheskoe rukovodstvo / *Yu.V. Kolmakov* [i dr.]. Omsk: LITERA, 2015. 60 s.
 13. *Fletcher A., Ogden G., Sharma D.* Mixing it up – wheat cultivar mixtures can increase yield and buffer the risk of flowering too early or too late // European Journal of Agronomy. 2019. T. 103. S. 90–97.
 14. *Ali M.H., Talukder M.S.U.* Increasing water productivity in crop production-a synthesis // Agricultural Water Management. 2008. T. 95, № 11. S. 1201–1213.47
 15. Genome wide association mapping of Hagberg falling number, protein content, test weight, and grain yield in U.K. wheat / *J. White* [et al.] // Crop Science. December 2021. P. 965–981.

Статья принята к публикации 01.09.2023 / The article accepted for publication 01.09.2023.

Информация об авторах:

Леонид Витальевич Юшкевич¹, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией ресурсосберегающих агротехнологий, доктор сельскохозяйственных наук

Денис Николаевич Ющенко², старший научный сотрудник лаборатории ресурсосберегающих агротехнологий

Александр Григорьевич Щитов³, ведущий научный сотрудник лаборатории ресурсосберегающих агротехнологий, кандидат сельскохозяйственных наук

Светлана Петровна Кашинская⁴, научный сотрудник лаборатории ресурсосберегающих агротехнологий

Information about the authors:

Leonid Vitalievich Yushkevich¹, Chief Researcher, Head of the Laboratory of Resource-Saving Agricultural Technologies, Doctor of Agricultural Sciences

Denis Nikolaevich Yushchenko², Senior Researcher at the Laboratory of Resource-Saving Agricultural Technologies

Alexander Grigorievich Shchitov³, Leading Researcher at the Laboratory of Resource-Saving Agricultural Technologies, Candidate of Agricultural Sciences

Svetlana Petrovna Kashinskaya⁴, Researcher at the Laboratory of Resource-Saving Agricultural Technologies