

УРОЖАЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНОГО УВЛАЖНЕНИЯ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В. И. Усенко, доктор сельскохозяйственных наук, **А. А. Гаркуша**, кандидат сельскохозяйственных наук, **Т. А. Литвинцева**, кандидат сельскохозяйственных наук, **Е. Г. Дерянова**, кандидат сельскохозяйственных наук, **А. А. Щербакowa**, **И. А. Кобзева**

Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий,
656910, Барнаул, Научный городок, 35
E-mail: aniish@mail

Исследования проводили с целью оценки эффективности комплексного воздействия агротехнологических приемов (удобрений, пестицидов, обработки почвы, предшественников) и агрометеорологических условий на урожай яровой пшеницы. Работу выполняли в 2011–2023 гг. на выщелоченном маломощном малогумусном среднесуглинистом черноземе Алтайского края. Схема стационарного полевого опыта, заложенного в 2000 г., предполагала изучение следующих вариантов: обработка почвы (фактор А) – глубокая (25...27 см), мелкая (14...16 см) плоскорезная, без обработки; удобрения (фактор В) – без удобрений, припосевное (аммофос), основное (аммиачная селитра) + припосевное; пестициды (фактор С) – без пестицидов, дикотициды, дикотициды + граминициды, дикотициды + граминициды + инсектициды + фунгициды. Предшественники пшеницы создавали в севообороте пар (без обработки почвы – рапс) – пшеница – овес – пшеница – горох – пшеница и при бессменном возделывании пшеницы. Урожайность пшеницы по предшественникам без удобрений и пестицидов в среднем по обработкам почвы составляла по пару 1,53 т/га, по гороху – 1,27, овсу – 1,06, при бессменном посеве – 0,81 т/га. Зависимость (r) урожайности от увлажнения мая–июня по этим предшественникам усиливалась соответственно с 0,628 до 0,705, 0,870 и 0,918. Вклад обработки почвы в варьирование урожайности пшеницы снижался от пара и гороха (26,9...58,0 %) к овсу и бессменному посеву (1,3...2,5 %), а удобрений и пестицидов – возрастал соответственно с 10,0 до 53,2 % и с 29,7 до 51,5 %. Прибавка урожая от припосевного удобрения аммофосом снижалась от пара (0,15 т/га) к гороху (0,11 т/га), овсу (0,10 т/га) и бессменному посеву (0,08 т/га), а от основного удобрения аммиачной селитрой, напротив, увеличивалась с 0,19 и 0,18 т/га до 0,31 и 0,22 т/га. При хорошем увлажнении эффективность удобрений по мере повышения насыщенности пестицидами возрастала в 1,5...2,0 раза.

SPRING WHEAT HARVEST UNDER COMPLEX AGROTECHNOLOGICAL INFLUENCE IN CONDITIONS OF VARIOUS HUMIDIFICATION OF THE SOUTH OF WESTERN SIBERIA

**V. I. Usenko, A. A. Garkusha, T. A. Litvintseva,
E. G. Deryanova, A. A. Shcherbakova, I. A. Kobzeva**

Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnologies,
656910, Barnaul, Nauchnyi gorodok, 35
E-mail: aniish@mail

Studies to assess the effectiveness of the complex impact of agrotechnological techniques (fertilizers, pesticides, tillage, precursors) on the harvest of spring wheat were carried out in 2011–2023. The work was carried out on leached low-power low-humus medium loamy chernozem of the Altai Territory. The scheme of the stationary field experiment, laid down in 2000, assumed the study of the following options: tillage (factor A) – deep (25...27 cm), shallow (14...16 cm) flat-cut, without processing; fertilizers (factor B) – without fertilizers, near-sowing (ammophos), basic (ammonium nitrate) + near-sowing; pesticides (factor C) – without pesticides, dicotyledons, dicotyledons + graminicides, dicotyledons + graminicides + insecticides + fungicides. The predecessors of wheat created pairs in crop rotation (without tillage – rapeseed) – wheat – oats – wheat – peas – wheat and with permanent cultivation of wheat. The yield of wheat (t/ha) for predecessors without fertilizers and pesticides averaged 1.53 for each pair of tillage, 1.27 for peas, 1.06 for oats, and 0.81 for permanent sowing. The dependence (r) of yield on May–June moisture by predecessors increased from 0.628 to 0.705, 0.870 and 0.918, respectively. The contribution of tillage (%) to wheat yield variation decreased from steam and peas (26.9...58.0) to oats and permanent sowing (1.3...2.5), and fertilizers and pesticides increased from 10.0 to 53.2 and from 29.7 to 51.5, respectively. The increase in yield (t/ha) from the seed fertilizer with ammophos decreased from steam (0.15) to peas (0.11), oats (0.10) and permanent sowing (0.08), and from the main fertilizer with ammonium nitrate, on the contrary, increased from 0.19 and 0.18 to 0.31 and 0.22. With good moisture, the effectiveness of fertilizers increased with increasing saturation with pesticides by 1.5...2.0 times.

Ключевые слова: яровая пшеница (*Triticum aestivum* L.), обработка почвы, удобрения, гербициды, инсектициды, фунгициды, условия увлажнения, урожайность, прибавка урожая, окупаемость удобрений.

Key words: spring wheat (*Triticum aestivum* L.), tillage, fertilizers, herbicides, insecticides, fungicides, moisture conditions, yield, yield increase, fertilizer payback.

В земледелии юга Западной Сибири, в том числе и Алтайского края, несмотря на взрывной рост в последние годы площадей под высокомаржинальными культурами, яровая пшеница остается наиболее распространенной и продолжает играть ключевую

роль в экономике аграрной отрасли региона. Удобрения рассматриваются одним из важных факторов в решении проблемы управления плодородием почв и продуктивности агроценозов [1, 2, 3]. Обеспечение высокой окупаемости минеральных удобрений

дополнительной продукцией в рыночных условиях выступает основным требованием при их использовании [4, 5, 6]. Наиболее остро эта проблема встает для зерновых культур, закупочные цены на продукцию которых всегда оставались невысокими [7, 8, 9]. Эффективность применения минеральных удобрений под зерновые культуры определяется как технологическими аспектами, в том числе приемами и глубиной основной обработки почвы, до сих пор остающимися дискуссионными, так и ресурсным обеспечением территории, учет взаимодействия которых выступает важным резервом увеличения их продуктивности и окупаемости затрат [10, 11, 12].

Цель исследований – изучение эффективности комплексного воздействия агротехнологических приемов (удобрений, пестицидов, обработки почвы, предшественников) и агрометеорологических условий на урожай яровой пшеницы для совершенствования технологий ее возделывания применительно к условиям лесостепи юга Западной Сибири.

Методика. Работу выполняли в 2011–2023 гг. на опытном поле Алтайского НИИСХ – отдела Федерального Алтайского научного центра агробиотехнологий в стационарном полевом опыте, заложенном в 2000 г. в севообороте со следующим чередованием культур: пар чистый (на фоне без основной обработки почвы – рапс на маслосемена) – пшеница – овес – пшеница – горох – пшеница и в бессменных посевах пшеницы. Выбор культур севооборота и их чередования обусловлен наибольшей их распространенностью в земледелии региона и возможностью получения экспериментальных данных по различным предшественникам для пшеницы в одинаковых условиях. Высеивали среднеспелые сорта яровой мягкой пшеницы полунтенсивного типа Алтайская 100 (2011–2015 гг.), Алтайская 530 (2016–2019 гг.), Алтайская жница (2020–2022 гг.) селекции Алтайского НИИСХ. Схема опыта предполагала изучение следующих вариантов:

обработка почвы (фактор А) – глубокая плоскорезная на 25...27 см (ГПО); мелкая плоскорезная на 14...16 см (МПО); без обработки (БО) (до 2011 г. – поверхностная обработка на 6...8 см);

минеральные удобрения (фактор В) – без удобрений (0); припосевное удобрение аммофосом ($N_{5,8} P_{25}$); допосевное (основное) удобрение аммиачной селитрой (N_{40}) + припосевное удобрение аммофосом ($N_{5,8} P_{25}$);

средства защиты растений (фактор С) – без обработки (0); гербициды против двудольных сорняков (Г-1); гербициды против двудольных сорняков + гербициды против однодольных сорняков (Г-2); гербициды против двудольных сорняков + гербициды против однодольных сорняков + инсектициды + фунгициды (ГИФ).

Опыт заложен на склоне юго-восточной экспозиции крутизной 1...2°. Площадь экспериментальных делянок последнего порядка 116...255 м². Расположение делянок систематическое, повторность трехкратная. Исследования в опыте выполняли общепринятыми методами, полученные результаты подвергали дисперсионному и корреляционному анализу [13].

Агротехника в опыте включала следующие мероприятия: на фонах с глубоким и мелким плоскорезным рыхлением после уборки предшественника проводили поверхностную обработку легкой дисковой бороной на глубину 3...4 см, в октябре – основную обработку согласно схеме, весной, при достижении почвой физической спелости – боронование, допосевное

(основное) внесение азотных удобрений сеялкой типа СЗ-3,6, предпосевную культивацию, посев (в конце первой декады мая) сеялкой СЗ-3,6, прикатывание. На фоне без основной обработки почвы в первой-второй декаде сентября и/или перед посевом проводили опрыскивание гербицидом сплошного действия, весной – допосевное (основное) внесение азотных удобрений сеялкой прямого посева Semeato TDNG 420 с дисковыми сошниками, этой же сеялкой в конце первой декады мая выполняли посев пшеницы. Норма высева при всех приемах обработки почвы составляла 5,0...5,5 млн всхожих семян на 1 га, с внесением аммофоса согласно схеме опыта.

Обработку посевов против сорняков, вредителей и болезней осуществляли включенными в список разрешенных препаратов пестицидами в рекомендуемые сроки с использованием наземных опрыскивателей. Расход рабочего раствора – 170...200 л/га.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый, с содержанием (при закладке опыта) гумуса в пахотном слое 3,80 %, общего азота – 0,23 %, подвижных соединений фосфора и калия (по Чирикову) – 270 и 180 мг/кг почвы соответственно. Реакция среды – близкая к нейтральной ($pH_{\text{сол.}}$ 6,15).

Климатическая норма суммарных осадков за сельскохозяйственный год, по данным АГМС Барнаул, составляет 443 мм, из которых осенью (сентябрь–октябрь) выпадает 71 мм, зимой (ноябрь–март) – 132 мм, весной (апрель–май) – 69 мм, летом – 171 мм, в том числе в июне – 54, июле – 72, августе – 45 мм, сумма положительных температур за вегетационный период – 2258 °С. В годы исследований сумма осадков осенью варьировала от 47 мм в 2011 г. до 139 мм в 2015 г., зимой – от 71 мм в 2012 г. до 190 мм в 2013 г. и 191,3 мм в 2020 г., весной – от 26 мм в 2022 г. до 118 мм в 2018 г., летом – от 108 мм в 2011 г. до 240 мм в 2017 г., а сумма положительных температур за вегетационный период – от 2087 °С в 2013 г. и 2127 °С в 2018 г. до 2528 °С в 2012 г. и 2536 °С в 2020 г. По соотношению влаги и тепла, а также в сравнении с климатической нормой, наиболее увлажненными были 2013 и 2017 гг., в которые коэффициент увлажнения по В. А. Понько ($K_{\text{увл.}}$) за май–август был равен соответственно 1,10 и 1,02, а гидротермический коэффициент по Г. Т. Селянинову (ГТК) – 1,37 и 1,35. Наиболее засушливые условия отмечены в 2012 и 2019 гг. ($K_{\text{увл.}}$ – 0,55 и 0,61, ГТК – 0,76 и 0,70 при их многолетних значениях соответственно 0,82 и 1,01).

При анализе полученных результатов годы исследований подразделяли условно на засушливые (2012 и 2019 гг.), умеренно увлажненные (2011, 2014–2016, 2018, 2020–2023 гг.) и хорошо увлажненные (2013 и 2017 гг.).

Результаты и обсуждение. Средняя за 2011–2023 гг. урожайность пшеницы после пара без применения удобрений и пестицидов составляла 1,53 т/га (табл. 1). Ее изменение на 58,0 % определялось влиянием обработки почвы, на 29,7 % – пестицидов и на 10,0 % – удобрений. На фоне механических обработок почвы урожайность пшеницы после пара была достоверно выше, чем на фоне прямого посева после рапса: 1,73...1,80 против 1,08 т/га без применения пестицидов и 2,39...2,43 против 1,53 т/га на фоне пестицидов. Систематическое внесение при посеве аммофоса обеспечивало в среднем по приемам обработки почвы и уровням защиты растений достоверное увеличение урожайности пшеницы, по отношению

Табл. 1. Эффективность применения азотно-фосфорных удобрений* под пшеницу после пара

Обработка почвы (фактор А)	Пестициды (фактор С)	Годы по условиям увлажнения / минеральные удобрения (фактор В)											
		засушливые (2012, 2019)			умеренно-увлажненные (2011, 2014-2016, 2018, 2020-2023)			хорошо увлажненные (2013, 2017)			среднее (2011–2023)		
		0	$N_{5,8}P_{25}$	$N_{45,8}P_{25}$	0	$N_{5,8}P_{25}$	$N_{45,8}P_{25}$	0	$N_{5,8}P_{25}$	$N_{45,8}P_{25}$	0	$N_{5,8}P_{25}$	$N_{45,8}P_{25}$
ГПО	0	0,87	0,13	0,06	1,91	0,18	0,10	1,77	0,32	-0,17	1,73	0,20	0,05
	Г-1	1,04	0,12	0,03	2,13	0,08	0,20	1,95	0,33	0,06	1,94	0,12	0,15
	Г-2	1,08	0,03	0,17	2,34	0,16	0,14	2,18	0,37	0,10	2,12	0,17	0,14
	ГИФ	1,27	-0,03	0,25	2,64	0,12	0,15	2,66	0,17	0,39	2,43	0,11	0,21
	среднее	1,07	0,06	0,13	2,26	0,14	0,15	2,14	0,30	0,10	2,05	0,15	0,14
МПО	0	0,84	0,09	0,01	1,98	0,18	0,10	1,94	-0,05	0,14	1,80	0,13	0,09
	Г-1	1,04	0,06	-0,13	2,09	0,21	0,13	2,14	0,19	-0,02	1,94	0,18	0,06
	Г-2	1,14	0,03	-0,11	2,32	0,11	0,17	2,51	-0,01	0,14	2,17	0,08	0,12
	ГИФ	1,26	0,34	-0,21	2,57	0,28	0,15	2,71	0,17	0,44	2,39	0,27	0,14
	среднее	1,07	0,13	-0,11	2,24	0,19	0,14	2,33	0,08	0,18	2,07	0,17	0,10
БО	0	0,53	0,09	0,26	1,13	0,19	0,27	1,37	0,04	0,13	1,08	0,15	0,25
	Г-1	0,64	0,04	0,24	1,37	0,08	0,38	1,50	0,06	0,24	1,28	0,07	0,34
	Г-2	0,83	-0,10	0,35	1,47	0,15	0,29	1,76	0,21	0,25	1,41	0,12	0,30
	ГИФ	0,72	0,20	0,23	1,59	0,13	0,42	2,07	0,16	0,54	1,53	0,14	0,41
	среднее	0,68	0,06	0,27	1,39	0,14	0,34	1,68	0,12	0,29	1,33	0,12	0,32
Среднее	0	0,75	0,10	0,11	1,67	0,18	0,16	1,69	0,10	0,03	1,53	0,16	0,13
	Г-1	0,91	0,07	0,05	1,87	0,12	0,23	1,86	0,19	0,09	1,72	0,13	0,18
	Г-2	1,02	-0,02	0,14	2,04	0,14	0,20	2,15	0,19	0,16	1,90	0,12	0,18
	ГИФ	1,08	0,17	0,09	2,27	0,18	0,24	2,48	0,17	0,46	2,12	0,17	0,25
	среднее	0,94	0,08	0,10	1,96	0,16	0,21	2,05	0,16	0,19	1,82	0,15	0,19
НСР ₀₅ для факторов, т/га		А, В=0,12; С=0,14; AB=0,21; AC, BC=0,24; ABC=0,41			А, В=0,08; С=0,09; AB=0,14; AC, BC=0,16; ABC=0,28			А, В=0,08; С=0,09; AB=0,13; AC, BC=0,15; ABC=0,26			А, В=0,06; С=0,07; AB=0,11; AC, BC=0,13; ABC=0,22		
Доля влияния факторов, %		А=42,2; В=9,5; С=32,7; AB=8,1; AC, BC, ABC=1,8...3,4			А=64,8; В=9,8; С=23,2; AB=0,8; AC, BC, ABC=0,1...1,1			А=29,5; В=8,9; С=57,0; AB, AC, BC, ABC=0,2...2,8			А=58,0; В=10,0; С=29,7; AB, AC, BC, ABC=0,2...0,9		

*здесь и в таблицах 2, 3, 4: на фоне «0» – урожайность (т/га); на фоне $N_{5,8}P_{25}$ – прибавка урожая к фону «0»; на фоне $N_{45,8}P_{25}$ – прибавка урожая к $N_{5,8}P_{25}$

к неудобренному варианту, на 0,15 т/га, а аммиачной селитры до посева – на 0,19 т/га, по отношению к рядковому удобрению, при окупаемости действующего вещества туков дополнительной продукцией соответственно 4,87 и 4,75 кг/кг.

Эффективность припосевного внесения аммофоса в среднем по предшественнику мало зависела от приема основной обработки почвы и уровня защиты растений и существенно (в 2,1 раза) возрастала на фоне мелкой плоскорезной обработки и комплекса пестицидов, достигая окупаемости прибавкой урожай 8,77 кг/кг. Отдача от азотных удобрений изменялась в зависимости как от приема обработки почвы, так и от уровня применения средств защиты растений. Прибавка урожая зерна пшеницы от применения аммиачной селитры в дозе N_{40} , по отношению к рядковому внесению аммофоса ($N_{5,8}P_{25}$), на фоне прямого посева была выше, чем в вариантах с механической обработкой почвы – в среднем 0,32 против 0,10...0,14 т/га при окупаемости действующего вещества туков дополнительной продукцией соответственно 8,00 и 2,50...3,50 кг/кг. Не зависимо от приема обработки почвы наибольшие прибавки урожая зерна от азотных удобрений достигались на фоне комплекса пестицидов. Максимальная в опыте средняя прибавка урожая от азотных удобрений, по отношению к рядковому удобрению, отмечена при прямом посеве на фоне пестицидов – 0,41 т/га (24,6 %) при окупаемости азота 10,25 кг/кг.

Урожайность яровой пшеницы и ее реакция на обработку почвы, средства защиты растений и удобрения существенно изменялась в зависимости от условий увлажнения. В годы с хорошим увлажнением основной вклад в варьирование урожайности пшеницы после пара оказывали пестициды (57,0 %), меньшее – приемы обработки почвы (29,5 %) и удобрения (8,9 %), тогда как в умеренно увлажненные годы наибольшим

был вклад приемов обработки почвы (64,8 %) в сравнении с пестицидами (23,2 %) и удобрениями (9,8 %), а в засушливые годы вклад приемов обработки почвы и пестицидов был одинаково высоким (42,2 и 32,7 %) при заметном вкладе удобрений (9,5 %) и их взаимодействия с обработкой почвы (8,1 %).

В засушливые годы на пшенице после пара и рапса существенные прибавки урожая от припосевного удобрения аммофосом отмечены только на фоне применения комплекса пестицидов в сочетании с мелкими обработками или прямым посевом (соответственно 0,34 и 0,20 т/га по отношению к фону без удобрений), а от основного использования аммиачной селитры – на фоне применения гербицидов против двудольных и однодольных сорняков или полного комплекса пестицидов в сочетании с глубокой обработкой или прямым посевом (соответственно 0,17...0,25 и 0,23...0,35 т/га по отношению к фону рядкового удобрения).

В умеренно и хорошо увлажненные годы как припосевное, так и основное удобрения обеспечивали достоверное увеличение урожайности пшеницы на фоне всех приемов обработки почвы. Средние по опыту прибавки урожая от рядкового удобрения аммофосом в оба типа лет составляли по 0,16 т/га (7,8...8,2 %) по отношению к неудобренному фону при окупаемости дополнительным урожаем 5,19 кг/кг. Эффективность рядкового удобрения мало изменялась от приема обработки почвы и уровня применения средств защиты растений. Средние прибавки урожая от основного удобрения аммиачной селитрой в умеренно и хорошо увлажненные годы составляли 0,19...0,21 т/га (8,6...9,9 %) по отношению к действию аммофоса при окупаемости дополнительным урожаем 4,75...5,25 кг/кг.

Урожайность пшеницы после овса без применения удобрений и пестицидов в среднем за 2011–2023 гг. составляла 1,06 т/га (табл. 2). Ее изменение на 53,2 %

Табл. 2. Эффективность применения азотно-фосфорных удобрений под пшеницу после овса

Обработка почвы (фактор А)	Пестициды (фактор С)	Годы по условиям увлажнения / минеральные удобрения (фактор В)											
		засушливые (2012, 2019)			умеренно-увлажненные (2011, 2014-2016, 2018, 2020-2023)			хорошо увлажненные (2013, 2017)			среднее (2011–2023)		
		0	N _{5,8} P ₂₅	N _{45,8} P ₂₅	0	N _{5,8} P ₂₅	N _{45,8} P ₂₅	0	N _{5,8} P ₂₅	N _{45,8} P ₂₅	0	N _{5,8} P ₂₅	N _{45,8} P ₂₅
ГПО	0	0,39	-0,01	0,18	1,10	0,10	0,29	1,23	0,00	0,33	1,01	0,07	0,28
	Г-1	0,51	0,08	0,07	1,26	0,05	0,29	1,44	0,04	0,35	1,17	0,05	0,27
	Г-2	0,52	0,03	0,10	1,38	0,08	0,47	1,60	0,07	0,38	1,28	0,07	0,40
	ГИФ	0,56	0,10	0,13	1,49	0,09	0,51	1,84	0,24	0,37	1,40	0,11	0,43
	среднее	0,49	0,05	0,12	1,31	0,08	0,39	1,53	0,09	0,36	1,22	0,08	0,34
МПО	0	0,38	0,10	0,13	1,24	0,08	0,27	1,35	0,30	0,02	1,13	0,12	0,21
	Г-1	0,49	0,00	0,10	1,38	0,04	0,38	1,64	0,11	0,14	1,28	0,04	0,30
	Г-2	0,60	-0,07	0,22	1,43	0,06	0,43	1,94	0,01	0,32	1,38	0,03	0,38
	ГИФ	0,63	0,06	0,11	1,44	0,17	0,48	2,07	0,06	0,55	1,42	0,13	0,43
	среднее	0,52	0,02	0,14	1,37	0,09	0,39	1,75	0,12	0,26	1,30	0,08	0,33
БО	0	0,41	-0,01	0,16	1,13	0,11	0,27	1,26	0,17	0,01	1,04	0,10	0,22
	Г-1	0,39	0,03	0,21	1,27	0,17	0,28	1,47	0,12	0,02	1,17	0,14	0,23
	Г-2	0,39	0,16	0,15	1,37	0,13	0,35	1,66	0,24	-0,04	1,26	0,15	0,26
	ГИФ	0,56	0,05	0,15	1,39	0,22	0,45	1,94	0,10	0,11	1,35	0,17	0,35
	среднее	0,44	0,06	0,17	1,29	0,16	0,34	1,58	0,16	0,03	1,20	0,14	0,26
Среднее	0	0,39	0,02	0,16	1,16	0,10	0,28	1,28	0,16	0,12	1,06	0,10	0,23
	Г-1	0,46	0,03	0,13	1,30	0,09	0,32	1,52	0,09	0,17	1,21	0,08	0,27
	Г-2	0,50	0,04	0,15	1,39	0,09	0,42	1,73	0,11	0,22	1,31	0,09	0,35
	ГИФ	0,58	0,07	0,13	1,44	0,16	0,48	1,95	0,13	0,34	1,39	0,14	0,40
	среднее	0,49	0,04	0,14	1,32	0,11	0,37	1,62	0,12	0,21	1,24	0,10	0,31
HCP ₀₅ для факторов, т/га		A, B = 0,07; C = 0,08; AB = 0,12; AC, BC = 0,13; ABC = 0,23			A, B = 0,06; C = 0,07; AB = 0,10; AC, BC = 0,12; ABC = 0,20			A, B = 0,06; C = 0,07; AB = 0,10; AC, BC = 0,12; ABC = 0,20			A, B = 0,05; C = 0,05; AB = 0,08; AC, BC = 0,09; ABC = 0,16		
Доля влияния факторов, %		A = 3,6; B = 43,8; C = 42,5; AB, AC, BC = 0,6...3,3; ABC = 5,1			A = 1,3; B = 62,8; C = 31,4; AB, AC, BC, ABC = 0,3...2,9			A = 9,3; B = 17,4; C = 66,4; AB, AC, BC, ABC = 0,5...3,3			A = 2,5; B = 53,2; C = 40,9; AB, AC, BC, ABC = 0,3...2,3		

определялось влиянием удобрений и на 40,9 % – средств защиты растений. Вклад обработки почвы, парных и тройного взаимодействия факторов в дисперсию урожайности культуры был незначительным. На фоне глубокой и мелкой плоскорезных обработок урожайность пшеницы после овса была примерно такой же, как и на фоне прямого посева – 1,01...1,13 против 1,04 т/га без применения пестицидов и 1,40...1,42 против 1,35 т/га на фоне защиты от сорняков, вредителей и болезней. Систематическое применение при посеве аммофоса обеспечивало в среднем по приемам обработки почвы и уровням защиты растений достоверное увеличение выхода зерна пшеницы на 0,10 т/га по отношению к неудобренному варианту, а аммиачной селитры до посева – на 0,31 т/га по отношению к рядковому удобрению при окупаемости действующего вещества туков дополнительной продукцией соответственно 3,25 и 7,75 кг/кг.

Эффективность припосевного внесения аммофоса в среднем по предшественнику имела тенденцию роста в направлении от глубокой и мелкой обработки к прямому посеву и от фона без защиты растений к фону использования комплекса средств защиты растений.

Отдача от азотных удобрений при всех приемах обработки почвы была высокой и имела тенденцию увеличения по мере насыщения технологии средствами защиты растений. Прибавка урожая зерна пшеницы от применения аммиачной селитры в дозе N₄₀ (N_{5,8}P₂₅) была более высокой на фоне глубокой и мелкой обработок в сравнении с прямым посевом – в среднем 0,34 и 0,33 против 0,26 т/га при окупаемости действующего вещества туков дополнительной продукцией соответственно 8,50, 8,25 и 6,50 кг/кг.

При всех приемах обработки почвы наибольшие прибавки урожая зерна от азотных удобрений достигались на фоне применения комплекса средств защиты растений. Максимальная в опыте средняя прибавка урожая от азотных удобрений по отношению к рядко-

вому удобрению отмечена при глубокой и мелкой обработках на фоне комплекса пестицидов – по 0,43 т/га (27,7...28,5 %) при окупаемости азота дополнительной продукцией 10,75 кг/кг.

Урожайность яровой пшеницы и ее отклик на обработку почвы, средства защиты растений и удобрения существенно изменялись в зависимости от условий увлажнения. В годы с хорошим увлажнением основной вклад в варьирование урожайности пшеницы после овса оказывали пестициды (66,4 %) и значительно меньшее – приемы обработки почвы (9,3 %) и удобрения (17,4 %), тогда как в умеренно увлажненные годы наибольшим был вклад удобрений (62,8 %), менее значительным – пестицидов (31,4 %) при отсутствии вклада обработки почвы (1,3 %), а в засушливые годы вклад удобрений и пестицидов был одинаково высоким (43,8 и 42,5 %) при очень слабом вкладе приемов обработки почвы (3,6 %) и тройного взаимодействия факторов (5,1 %).

В засушливые годы на пшенице после овса существенные прибавки урожая от припосевного удобрения аммофосом отмечены только на фоне применения дикотиллидов и граминицидов в сочетании с прямым посевом (0,16 т/га к фону без удобрений), а эффективность основного удобрения аммиачной селитрой проявлялась на фоне всех приемов обработки почвы и уровней защиты растений (0,07...0,22 т/га к фону рядкового удобрения).

В умеренно и хорошо увлажненные годы как припосевное, так и основное удобрения обеспечивали достоверное увеличение урожайности пшеницы по всем приемам обработки почвы. Средние по опыту прибавки урожая от рядкового удобрения аммофосом в оба типа лет составляли 0,11...0,12 т/га (7,4...8,3 %) по отношению к неудобренному фону при окупаемости удобрения дополнительной продукцией 3,57...3,90 кг/кг. Эффективность рядкового удобрения возрастала в направлении от механических обработок к прямому посеву, а также по мере насыщения

технологии средствами защиты растений. Средние прибавки урожая от основного удобрения аммиачной селитрой в умеренно и хорошо увлажненные годы составляли 0,37 и 0,21 т/га (25,9 и 12,1 %) по отношению к действию аммофоса при окупаемости дополнительным урожаем 9,25 и 5,25 кг/кг. Максимальная в опыте отдача от азотных удобрений на пшенице после овса в умеренно увлажненные годы достигалась при всех обработках почвы на фоне комплекса пестицидов – 0,45...0,51 т/га (28,0...32,3 %) при окупаемости дополнительным урожаем 11,25...12,75 кг/кг, а в хорошо увлажненные годы – на фоне комплекса пестицидов и мелкой обработки почвы – 0,55 т/га (25,8 %) по отношению к действию аммофоса при окупаемости дополнительным урожаем 13,75 кг/кг.

Урожайность пшеницы после гороха в среднем за 2011–2023 гг. без применения удобрений и средств защиты растений составляла 1,27 т/га (табл. 3). Ее изменение на 48,8 % определялось влиянием пестицидов, на 26,9 % – приемов обработки почвы и на 21,1 % – удобрений. На фоне механических обработок почвы урожайность пшеницы после гороха была достоверно выше, чем на фоне прямого посева – 1,32...1,39 против 1,11 т/га без применения пестицидов и 1,78...1,80 против 1,47 т/га на фоне защиты от сорняков, вредителей и болезней. Систематическое применение при посеве аммофоса обеспечивало в среднем по приемам обработки почвы и уровням защиты растений достоверное увеличение выхода зерна пшеницы на 0,11 т/га по отношению к неудобренному варианту, а аммиачной селитры до посева – на 0,18 т/га по отношению к рядковому удобрению при окупаемости действующего вещества туков дополнительной продукцией соответственно 3,57 и 4,50 кг/кг. Эффективность аммофоса мало изменялась от обработки почвы, но существенно возрастала по мере насыщения технологии средствами защиты растений.

Отдача от азотных удобрений при всех приемах обработки почвы была относительно высокой и имела тенденцию увеличения по мере насыщения техноло-

гии средствами защиты растений, особенно на фоне прямого посева. Прибавка урожая зерна пшеницы от применения аммиачной селитры в дозе N_{40} по отношению к рядковому внесению аммофоса ($N_{5,8}P_{25}$) была наиболее высокой на фоне прямого посева – в среднем 0,23 против 0,17 и 0,13 т/га на фоне глубокой и мелкой плоскорезных обработок при окупаемости действующего вещества туков дополнительной продукцией соответственно 5,75, 4,25 и 3,25 кг/кг. При всех приемах обработки почвы наибольшие прибавки урожая зерна от азотных удобрений достигались на фоне комплекса пестицидов. Максимальная по предшественнику средняя прибавка урожая от азотных удобрений по отношению к рядковому удобрению отмечена при прямом посеве на фоне дикотидов, граминицидов, инсектицидов и фунгицидов – 0,32 т/га (20,9 %) при окупаемости азота дополнительной продукцией 8,00 кг/кг.

Урожайность яровой пшеницы и ее отклик на обработку почвы, пестициды и удобрения существенно изменялись в зависимости от условий увлажнения. В годы с хорошим увлажнением основной вклад в варьирование урожайности пшеницы после гороха оказывали пестициды (63,4 %), меньшее – приемы обработки почвы (15,1 %) и удобрения (18,2 %), тогда как в умеренно увлажненные годы вклад всех факторов был относительно одинаковым (средств защиты растений – 41,2 %, приемов обработки – 31,3 %, удобрений – 22,8 %), а в засушливые вклад приемов обработки почвы и пестицидов был одинаково высоким (30,4 и 48,6 %) при заметном вкладе удобрений (7,6 %) и их взаимодействия с обработкой почвы (5,7 %).

В засушливые годы на пшенице после гороха существенные прибавки урожая от припосевного удобрения аммофосом отмечены только на фоне применения дикотидов и граминицидов в сочетании с глубокой обработкой почвы (0,24 т/га по отношению к фону без удобрений), тогда как эффективность основного удобрения аммиачной селитрой на фоне всех приемов обработки почвы и уровней защиты растений проявля-

Табл. 3. Эффективность применения азотно-фосфорных удобрений под пшеницу после гороха

Обработка почвы (фактор А)	Пестициды (фактор С)	Годы по условиям увлажнения / минеральные удобрения (фактор В)											
		засушливые (2012, 2019)			умеренно-увлажненные (2011, 2014–2016, 2018, 2020–2023)			хорошо увлажненные (2013, 2017)			среднее (2011–2023)		
		0	$N_{5,8}P_{25}$	$N_{45,8}P_{25}$	0	$N_{5,8}P_{25}$	$N_{45,8}P_{25}$	0	$N_{5,8}P_{25}$	$N_{45,8}P_{25}$	0	$N_{5,8}P_{25}$	$N_{45,8}P_{25}$
ГПО	0	0,56	0,19	0,06	1,54	-0,04	0,17	1,52	0,05	0,15	1,39	0,01	0,15
	Г-1	0,73	0,09	0,07	1,66	-0,06	0,29	1,71	0,11	0,19	1,52	-0,01	0,24
	Г-2	0,83	0,24	-0,06	1,81	0,07	0,18	1,95	0,20	0,11	1,68	0,12	0,13
	ГИФ	0,96	0,17	0,01	1,92	0,12	0,18	2,07	0,32	0,17	1,80	0,16	0,15
	среднее	0,77	0,17	0,02	1,73	0,02	0,20	1,81	0,17	0,15	1,60	0,07	0,17
МПО	0	0,52	0,15	-0,03	1,45	0,14	0,14	1,56	0,08	0,25	1,32	0,13	0,13
	Г-1	0,66	0,09	-0,06	1,62	0,14	0,15	1,71	0,23	0,17	1,48	0,14	0,12
	Г-2	0,72	0,00	0,03	1,76	0,19	0,11	1,82	0,36	0,17	1,61	0,19	0,11
	ГИФ	0,77	0,06	0,14	1,91	0,22	0,18	2,21	0,30	0,13	1,78	0,21	0,16
	среднее	0,67	0,08	0,02	1,68	0,17	0,14	1,82	0,24	0,18	1,55	0,17	0,13
БО	0	0,57	-0,02	0,07	1,18	0,13	0,15	1,30	0,20	-0,04	1,11	0,12	0,11
	Г-1	0,72	-0,14	0,06	1,31	0,11	0,32	1,53	0,10	0,18	1,25	0,07	0,26
	Г-2	0,69	-0,04	0,08	1,43	0,07	0,29	1,62	0,21	0,11	1,35	0,08	0,23
	ГИФ	0,82	0,03	0,08	1,52	0,05	0,39	1,89	0,18	0,24	1,47	0,06	0,32
	среднее	0,70	-0,04	0,07	1,36	0,09	0,29	1,59	0,17	0,12	1,29	0,08	0,23
Среднее	0	0,55	0,11	0,04	1,39	0,07	0,15	1,46	0,11	0,12	1,27	0,08	0,13
	Г-1	0,70	0,01	0,02	1,53	0,06	0,25	1,65	0,15	0,18	1,42	0,07	0,21
	Г-2	0,75	0,07	0,02	1,66	0,11	0,19	1,80	0,26	0,13	1,54	0,13	0,16
	ГИФ	0,85	0,09	0,07	1,78	0,13	0,25	2,05	0,26	0,18	1,68	0,14	0,21
	среднее	0,71	0,07	0,04	1,59	0,09	0,21	1,74	0,19	0,15	1,48	0,11	0,18
НСР ₀₅ для факторов, т/га		А, В = 0,07; С = 0,08; АВ = 0,11; АС, ВС = 0,13; АВС = 0,23			А, В = 0,06; С = 0,07; АВ = 0,11; АС, ВС = 0,12; АВС = 0,22			А, В = 0,06; С = 0,07; АВ = 0,11; АС, ВС = 0,13; АВС = 0,22			А, В = 0,05; С = 0,06; АВ = 0,08; АС, ВС = 0,10; АВС = 0,16		
Доля влияния факторов, %		А = 30,4; В = 7,6; С = 48,6; АВ = 5,7; АС, ВС, АВС = 1,8...3,5			А = 31,3; В = 22,8; С = 41,2; АВ, АС, ВС, АВС = 0,7...1,7			А = 15,1; В = 18,2; С = 63,4; АВ, АС, ВС, АВС = 0,5...1,2			А = 26,9; В = 21,1; С = 48,8; АВ, АС, ВС, АВС = 0,5...1,1		

Табл. 4. Эффективность применения азотно-фосфорных удобрений под пшеницу при бессменном возделывании

Обработка почвы (фактор А)	Пестициды (фактор С)	Годы по условиям увлажнения / минеральные удобрения (фактор В)											
		засушливые (2012, 2019)			умеренно-увлажненные (2011, 2014-2016, 2018, 2020-2023)			хорошо увлажненные (2013, 2017)			среднее (2011–2023)		
		0	N _{5,8} P ₂₅	N _{45,8} P ₂₅	0	N _{5,8} P ₂₅	N _{45,8} P ₂₅	0	N _{5,8} P ₂₅	N _{45,8} P ₂₅	0	N _{5,8} P ₂₅	N _{45,8} P ₂₅
ГПО	0	0,37	0,00	0,04	0,83	0,07	0,24	1,19	0,09	0,10	0,82	0,06	0,19
	Г-1	0,44	0,02	0,06	0,92	0,09	0,31	1,26	0,06	0,33	0,90	0,08	0,27
	Г-2	0,42	0,08	0,10	1,03	0,07	0,45	1,45	0,07	0,29	1,00	0,07	0,37
	ГИФ	0,53	0,06	0,14	1,19	0,09	0,40	1,56	0,37	0,02	1,15	0,13	0,30
	среднее	0,44	0,04	0,09	1,00	0,08	0,35	1,37	0,15	0,18	0,97	0,08	0,28
МПО	0	0,36	-0,03	0,10	0,82	0,08	0,18	1,17	0,17	-0,04	0,80	0,08	0,13
	Г-1	0,38	0,03	0,04	0,99	0,11	0,18	1,38	0,08	0,18	0,95	0,10	0,16
	Г-2	0,47	-0,05	0,09	1,11	0,10	0,30	1,48	0,07	0,25	1,07	0,07	0,26
	ГИФ	0,47	0,08	0,07	1,19	0,09	0,28	1,61	0,11	0,40	1,14	0,09	0,27
	среднее	0,42	0,01	0,08	1,03	0,10	0,24	1,41	0,11	0,20	0,99	0,08	0,21
БО	0	0,31	0,08	0,02	0,87	0,06	0,08	1,04	0,10	0,16	0,81	0,07	0,08
	Г-1	0,42	0,00	0,14	1,01	0,07	0,17	1,13	0,12	0,16	0,94	0,06	0,16
	Г-2	0,47	0,01	0,13	1,06	0,07	0,29	1,24	0,07	0,24	1,00	0,06	0,26
	ГИФ	0,52	0,04	0,06	1,13	0,15	0,26	1,37	0,12	0,18	1,07	0,13	0,21
	среднее	0,43	0,03	0,09	1,02	0,09	0,20	1,19	0,10	0,19	0,96	0,08	0,18
Среднее	0	0,35	0,02	0,06	0,84	0,07	0,16	1,13	0,12	0,07	0,81	0,07	0,13
	Г-1	0,41	0,01	0,08	0,98	0,09	0,22	1,25	0,09	0,22	0,93	0,08	0,20
	Г-2	0,45	0,01	0,10	1,07	0,08	0,35	1,39	0,07	0,26	1,02	0,07	0,30
	ГИФ	0,51	0,06	0,09	1,17	0,11	0,31	1,52	0,20	0,20	1,12	0,12	0,26
	среднее	0,43	0,03	0,08	1,01	0,09	0,26	1,32	0,12	0,19	0,97	0,08	0,22
HCP ₀₅ для факторов, т/га		А, В = 0,04; С = 0,04; АВ = 0,06; АС, ВС = 0,07; АВС = 0,12			А, В = 0,05; С = 0,06; АВ = 0,09; АС, ВС = 0,11; АВС = 0,18			А, В = 0,11; С = 0,12; АВ = 0,18; АС, ВС = 0,21; АВС = 0,37			А, В = 0,04; С = 0,05; АВ = 0,07; АС, ВС = 0,08; АВС = 0,14		
Доля влияния факторов, %		А = 3,9; В = 25,2; С = 61,4; АВ, АС, ВС = 0,7...2,0; АВС = 4,8			А = 0,2; В = 46,4; С = 47,5; АВ, АС, ВС, АВС = 0,3...2,9			А = 16,1; В = 25,7; С = 50,7; АВ, АС, ВС, АВС = 0,1...3,0			А = 1,3; В = 42,5; С = 51,5; АВ, АС, ВС, АВС = 0,2...2,7		

лялась слабо (–0,06...0,14 т/га по отношению к фону рядкового удобрения).

В умеренно и хорошо увлажненные годы как припосевное, так и основное удобрения обеспечивали достоверное увеличение урожайности пшеницы после гороха по всем приемам обработки почвы. Средние прибавки урожая от рядкового удобрения аммофосом в оба типа лет составляли 0,09...0,19 т/га (5,7...10,9 %) по отношению к неудобренному фону при окупаемости дополнительным урожаем 2,92...6,17 кг/кг. Эффективность рядкового удобрения возрастала в направлении от глубокой и мелкой плоскорезных обработок к прямому посеву, а также по мере насыщения технологии средствами защиты растений. Средние прибавки урожая от основного удобрения аммиачной селитрой в умеренно и хорошо увлажненные годы составляли 0,21...0,37 т/га (12,1...25,9 %) по отношению к действию аммофоса при окупаемости дополнительным урожаем 5,25...9,25 кг/кг. Максимальная в опыте отдача от азотных удобрений на пшенице после гороха в умеренно увлажненные годы достигалась при прямом посеве на фоне комплекса пестицидов – 0,39 т/га (24,8 %) при окупаемости дополнительным урожаем 9,75 кг/кг.

Средняя за 2011–2023 гг. урожайность пшеницы при бессменном возделывании без применения удобрений и пестицидов составляла 0,81 т/га (табл. 4). Ее изменение на 51,5 % определялось влиянием средств защиты растений и на 42,5 % – удобрений. Вклад приемов обработки почвы, и взаимодействия факторов в дисперсию урожайности культуры был незначительным. На экстенсивном фоне урожайность бессменно возделываемой пшеницы по обработкам почвы была одинаковой – 0,80...0,82 т/га, а на фоне применения комплекса пестицидов отмечена тенденция к преимуществу механических обработок почвы перед прямым посевом – 1,14...1,15 против 1,07 т/га.

Систематическое применение при посеве аммофоса обеспечивало в среднем по приемам обработки почвы и уровням защиты растений достоверное

увеличение выхода зерна бессменно возделываемой пшеницы на 0,08 т/га по отношению к неудобренному фону, а аммиачной селитры до посева – на 0,22 т/га по отношению к рядковому удобрению при окупаемости действующего вещества туков дополнительной продукцией соответственно 2,60 и 5,50 кг/кг.

Эффективность припосевного удобрения аммофосом в среднем по предшественнику мало изменялась в зависимости от обработки почвы, но существенно возрастала в направлении от фона без защиты растений к фону комплекса пестицидов.

Отдача от азотных удобрений на бессменной пшенице в зависимости от приема обработки почвы имела тенденцию снижения в направлении от глубокой к мелкой плоскорезной и прямому посеву, а в зависимости от пестицидов – увеличивалась по мере насыщения технологии средствами защиты растений, особенно на фоне прямого посева. Прибавка урожая зерна пшеницы от применения аммиачной селитры в дозе N₄₀ по отношению к рядковому внесению аммофоса (N_{5,8}P₂₅) была наиболее высокой на фоне глубокой обработки почвы – в среднем 0,28 против 0,21 и 0,18 т/га на фоне мелкой обработки и прямого посева при окупаемости действующего вещества туков дополнительной продукцией соответственно 7,00, 5,25 и 4,50 кг/кг. При всех приемах обработки почвы более высокая эффективность азотных удобрений в посевах бессменной пшеницы достигалась на фоне применения гербицидов против двудольных и однодольных сорняков. Максимальная по предшественнику средняя прибавка урожая от азотных удобрений по отношению к рядковому удобрению отмечена при глубокой обработке почвы на фоне дикотидов и граминицидов – 0,37 т/га (34,6 %) при окупаемости азота дополнительной продукцией 9,25 кг/кг.

Урожайность яровой пшеницы при бессменном возделывании и ее отклик на обработку почвы, средства защиты растений и удобрения существенно изменялись в зависимости от условий увлажнения.

В годы с хорошим увлажнением основной вклад в варьирование урожайности бессменной пшеницы оказывали пестициды (50,7 %), меньшее – удобрения (25,7 %) и приемы обработки почвы (16,1 %), тогда как в умеренно увлажненные годы вклад средств защиты растений и удобрений в варьирование урожайности был практически одинаковым (соответственно 47,5 и 46,4 %), а в засушливые годы наиболее значительным был вклад пестицидов (61,4 %), меньше – удобрений (25,2 %) при слабом влиянии приемов обработки почвы (3,9 %) и тройного сочетания факторов (4,8 %).

В засушливые годы в посевах бессменной пшеницы существенных прибавок урожая от припосевного удобрения аммофосом, по отношению к фону без удобрений, не отмечено, а эффективность основного удобрения аммиачной селитрой по всем приемам обработки почвы проявлялась только на фоне борьбы с двудольными и однодольными сорняками, или со всем комплексом вредных организмов. Прибавки урожая при этом не превышали 0,10...0,14 т/га по отношению к фону рядкового удобрения, а окупаемость действующего вещества – 2,50...3,50 кг/кг.

В умеренно и хорошо увлажненные годы припосевное азотно-фосфорное удобрение обеспечивало достоверное и примерно одинаковое увеличение урожайности бессменной пшеницы по всем приемам обработки почвы. Средние по предшественнику прибавки урожая от рядкового удобрения аммофосом в оба типа лет составляли 0,09...0,12 т/га (8,9...9,1 %) по отношению к неудобренному фону при окупаемости дополнительным урожаем 2,92...3,90 кг/кг. Эффективность рядкового удобрения возрастала по мере насыщения технологии средствами защиты растений. Средние прибавки урожая от основного удобрения аммиачной селитрой в умеренно и хорошо увлажненные годы составляли 0,19...0,26 т/га (13,2...23,6 %) по отношению к действию аммофоса при окупаемости дополнительным урожаем 4,75...6,50 кг/кг. Максимальная в опыте отдача от азотных удобрений на бессменной пшенице в умеренно увлажненные годы достигалась при глубоких плоскорезных обработках почвы на фоне гербицидов против двудольных и однодольных сорняков – 0,45 т/га (40,9 %) при окупаемости азота дополнительным урожаем 11,25 кг/кг, а в хорошо увлажненные годы – на фоне мелкой плоскорезной обработки и комплекса пестицидов – 0,40 т/га (23,3 %) по отношению к действию аммофоса при окупаемости дополнительным урожаем 10,0 кг/кг.

Как свидетельствуют полученные результаты, урожайность яровой мягкой пшеницы в значительной степени определяется агрометеорологическими условиями года, средообразующей ролью предшественника и применением средств интенсификации. Если принять урожайность культуры в благоприятные по увлажнению годы за 100 %, то в умеренно увлажненные годы ее величина после пара снижается лишь на 1,5 %, а в засушливые – на 55,6 %, после гороха – на 4,8 и 62,3 %, после овса и при бессменном возделывании пшеницы – на 9,4...25,7 и 69,0...69,5 % соответственно. На фоне основного и припосевного удобрения, а также использования комплекса пестицидов, снижение урожайности пшеницы по отношению к уровню хорошо увлажненных лет составляло после пара в умеренно увлажненные годы на 13,5 %, в засушливые – на 56,9 %, после гороха – на 13,3 и 59,4 %, после овса и при бессменном возделывании культуры – на 14,0...17,2 и 65,6...67,8 % соответственно. Эти данные подтверждаются результатами корреляцион-

ного анализа, согласно которому зависимость урожайности пшеницы от природных ресурсов усиливалась по мере ужесточения фона возделывания культуры. Если после парового предшественника величина коэффициента корреляции между средней урожайностью культуры и $K_{увл}$ за июнь составляла $r=0,628$, то после гороха – $r=0,705$, после овса – $r=0,870$, а при бессменном возделывании культуры – $r=0,918$.

Выводы. Урожайность пшеницы без применения удобрений и пестицидов в среднем по обработкам почвы снижалась в направлении от пара (1,53 т/га) к гороху (1,27 т/га), овсу (1,06 т/га) и бессменным посевам (0,81 т/га). Зависимость (r) урожайности пшеницы от условий увлажнения за май–июнь возрастала соответственно предшественникам с 0,628 до 0,705, 0,870 и 0,918. Вклад фактора обработки почвы в урожайность пшеницы снижался от парового предшественника (58,0 %) к гороху (26,9 %), овсу (2,5 %) и бессменному посеву (1,3 %), а удобрений и пестицидов – возрастал соответственно с 10,0 до 21,1, 53,2 и 42,5 % и с 29,7 до 48,8, 40,9 и 51,5 %. Прибавки урожая зерна пшеницы от рядкового удобрения аммофосом снижались от парового предшественника (0,15 т/га) к гороху (0,11 т/га), овсу (0,10 т/га) и бессменному посеву (0,08 т/га), а от основного удобрения аммиачной селитрой, напротив, увеличивались с 0,19 и 0,18 до 0,31 и 0,22 т/га. При умеренном и хорошем увлажнении эффективность удобрений увеличивалась с повышением уровня насыщенности технологии возделывания пшеницы средствами защиты растений в 1,5...2,0 раза. Полученные экспериментальные данные могут служить основой для совершенствования технологий возделывания яровой пшеницы применительно к различным предшественникам, системам основной обработки почвы, уровням использования средств интенсификации и агрометеорологическим условиям, а также могут представлять интерес в качестве нормативной базы при оценке эффективности минеральных удобрений и пестицидов в изменяющихся условиях среды.

Литература.

1. Кирюшин В. И. Управление плодородием почв и продуктивностью агроценозов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия // Почвоведение. 2019. № 9. С. 1130–1139. doi: 10.1134/s0032180x19070062.
2. Гамзиков Г. П. Точное земледелие в Сибири: реальности, проблемы и перспективы // Земледелие. 2022. № 1. С. 3–9. doi: 10.24412/0044-3913-2022-1-3-9.
3. Шпедт А. А., Едимешев Ю. Ф., Трубников Ю. Н. Агроэкологические аспекты проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия в условиях Средней Сибири // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 5. С. 5–10.
4. Обоснование направления интенсификации производства зерна в севооборотах лесостепи Центрального Черноземья / А. С. Акименко, В. И. Свиридов, Т. А. Дудкина и др. // Земледелие. 2023. № 1. С. 3–7. doi: 10.24412/0044-3913-2023-1-3-7.
5. Агротехнические приемы повышения продуктивности пашни в Приенисейской Сибири / А. А. Шпедт, В. Н. Романов, Ю. Н. Трубников и др. // Вестник КрасГАУ. 2022. № 7. С. 11–19.
6. Билтуев А. С., Будажапов Л. В., Уланов А. К. Эффективность применения удобрений под культуры зернопарового севооборота в сухостепной зоне

- Западного Забайкалья // *Земледелие*. 2022. № 7. С. 32–36. doi: 10.24412/0044-3913-2022-7-32-36.
7. Изменение погодных условий на Среднем Урале и их воздействие на урожайность яровой пшеницы / П. А. Постников, В. В. Попова, П. Ю. Овчинников и др. // *Достижения науки и техники АПК*. 2023. Т. 37. № 3. С. 4–9. doi: 10.53859/02352451_2023_37_3_4.
 8. Абрамов Н. В., Семизоров С. А., Гунгер М. В. Эффективность припосевного внесения карбамидно-аммиачной смеси в условиях Северного Зауралья // *Земледелие*. 2023. № 4. С. 18–22. doi: 10.24412/0044-3913-2023-4-18-22.
 9. Развитие системы обработки почвы на Ставрополье / О. И. Власова, А. Н. Есаулко, О. Г. Шабалда и др. // *Земледелие*. 2022. № 8. С. 26–30. doi: 10.24412/0044-3913-2022-8-26-30.
 10. Минимизация основной обработки почвы в условиях Курской области / Е. В. Дубовик, Д. В. Дубовик, А. Н. Морозов и др. // *Достижения науки и техники АПК*. 2022. Т. 36. № 8. С. 49–54. doi: 10.53859/02352451_2022_36_8_49.
 11. Эффективность ресурсосберегающих приемов возделывания озимой пшеницы в условиях ЦЧР / И. И. Гуреев, А. В. Гостев, Л. Б. Нитченко и др. // *Достижения науки и техники АПК*. 2022. Т. 36. № 6. С. 55–60. doi: 10.53859/02352451_2022_36_6_55.
 12. Оперативное и долгосрочное прогнозирование продуктивности посевов на основе массовых расчетов имитационной модели агроэкосистемы в геоинформационной среде (обзор) / В. П. Якушев, В. В. Якушев, В. Л. Баденко и др. *Сельскохозяйственная биология*. 2020. Т. 55. № 3. С. 451–467. doi: 10.15389/agrobiology.2020.3.451rus.
 13. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 352 с.

Поступила в редакцию 25.09.2023

После доработки 15.10.2023

Принята к публикации 07.11.2023