

Земледелие и мелиорация

УДК 631.582; 631.84; 633.11; 633.13; 633.85

DOI 10.31857/S2500262724050018 EDN SJGWNN

**РЕЗЕРВЫ УВЕЛИЧЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР
НА КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ СУХОЙ СТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

© 2024 г. **К. Н. Кулик¹**, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН,
А. А. Гаркуша², кандидат сельскохозяйственных наук, **В. И. Усенко²**, доктор сельскохозяйственных наук,
В. И. Кравченко², кандидат сельскохозяйственных наук, **Д. В. Пургин²**, кандидат сельскохозяйственных наук

¹Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения Российской академии наук,
400062, Волгоград, просп. Университетский, 97
E-mail: info@vfanc.ru

²Федеральный Алтайский научный центр агробιοтехнологий,
656910, Барнаул, пос. Научный городок, 35
E-mail: aniish@mail.ru

Исследования проводили с целью оценки резервов увеличения урожайности яровой мягкой пшеницы, овса и подсолнечника на каштановых почвах сухой степи юга Западной Сибири для повышения продуктивности пашины. Работу выполняли в 2016–2023 гг. в длительном стационарном полевом опыте в Западно-Кулундинской подзоне Алтайского края. Схема эксперимента предусматривала сравнительное изучение эффективности полевых севооборотов с различным насыщением пшеницей и подсолнечником на неудобренном и удобренном (N_{30}) фонах. На каштановых почвах сухой степи влияние азотных удобрений на изменение урожайности пшеницы по чистому пару было определяющим (доля вклада фактора 87,4%), овса и подсолнечника – сильным (соответственно 68,2 и 57,5%), пшеницы по непаровым предшественникам – значительным (36,8%), продуктивности пашины – существенным (24,2%). Влияние севооборота на изменение продуктивности пашины было определяющим (74,2%), урожайности пшеницы по непаровым предшественникам – сильным (62,5%), подсолнечника и овса – значительным (соответственно 41,4% и 31,5%), пшеницы по пару – слабым (11,7%). Наиболее благоприятные в опыте условия для пшеницы и подсолнечника складывались после пара, для пшеницы по непаровым предшественникам – при размещении после овса, для овса – после пшеницы в зернопаропропашных севооборотах с одним полем подсолнечника. Продуктивность пашины была минимальной в опыте в севооборотах без подсолнечника (0,46...0,57 тыс. зерн. ед./га). При доле подсолнечника 16,7...25% величина этого показателя возрастала по отношению к зернопаровому севообороту и бессменной пшенице на 0,16...0,28 тыс. зерн. ед./га (28,1...60,9%), а при 50% – на 0,31...0,42 тыс. зерн. ед./га (54,4...91,3%). Внесение азотных удобрений под культуры в зернопаропропашных и зернопропашных севооборотах обеспечивало увеличение продуктивности пашины на 0,15...0,25 тыс. зерн. ед./га (20,5...28,4%) по отношению к неудобренному фону при окупаемости 1 кг азота до 8,33 зерн. ед.

**RESERVES FOR INCREASING THE YIELD OF FIELD CROPS ON CHESTNUT SOILS
OF THE DRY STEPPE OF WESTERN SIBERIA**

K. N. Kulik¹, A. A. Garkusha², V. I. Usenko², V. I. Kravchenko², D. V. Purgin²

¹Federal scientific center of agro-ecology, integrated land reclamation
and protective afforestation of the Russian academy of sciences,
400062, Volgograd, prosp. Universitetskii, 97
E-mail: info@vfanc.ru

²Federal Altai scientific center of agrobiotechnology,
656910, Barnaul, pos. Nauchnyi gorodok, 35
E-mail: aniish@mail.ru

The research was carried out in order to assess reserves for increasing the yield of spring soft wheat, oats and sunflower on chestnut soils of the dry steppe of the south of Western Siberia to increase the productivity of arable land. The work was performed in 2016–2023 in a long-term stationary field experiment in the West Kulunda subzone of the Altai Territory. The experimental scheme provided for a comparative study of the effectiveness of field crop rotations with different saturation of wheat and sunflower on non-fertilized and fertilized (N_{30}). On chestnut soils of the dry steppe, the effect of nitrogen fertilizers was decisive in changing the yield of wheat by pure steam (87.4% influence), strong – oats (68.2%) and sunflower (57.5%), significant – wheat by non-paired precursors (36.8%), significant – arable land productivity (24.2%), whereas The effect of crop rotation was decisive in changing the productivity of arable land (74.2%), strong – wheat by non-paired precursors (62.5%), significant – sunflower (41.4%) and oats (31.5%), weak – wheat by steam (11.7%). The most favorable conditions for wheat and sunflower were formed after steam, for wheat by non-steam precursors – when placed after oats, and oats after wheat in grain-to-crop crop rotations with one sunflower field. The productivity of arable land was minimal in crop rotations without sunflower (0.46...0.57 thousand grain units/ha), with its share of 16.7...25% increased by 0.16...0.28 thousand grain units/ha (28.1...60.9%), and at 50% – by 0.31...0.42 thousand grain units/ha (54.4...91.3%), in relation to the grain-pair crop rotation and permanent wheat. The application of nitrogen fertilizers for the crops of these crop rotations provided an increase in arable land productivity by 0.15...0.25 thousand grain units/ha (20.5...28.4%), relative to the non-winded background, with a payback of 1 kg of nitrogen up to 8.33 grain units.

Ключевые слова: севооборот, предшественник, азотные удобрения, каштановая почва, яровая пшеница (*Triticum aestivum* L.), овес (*Avena sativa* L.), подсолнечник (*Helianthus annuus* L.).

Keywords: crop rotation, precursor, nitrogen fertilizers, chestnut soil, spring wheat (*Triticum aestivum* L.), oats (*Avena sativa* L.), sunflower (*Helianthus annuus* L.).

Одним из следствий либерализации экономики сельскохозяйственного производства страны в постперестроечный период стало повсеместное нарушение севооборотов и агротехнологий, злоупотребление монокультурой в угоду рыночному спросу и др. [1]. В результате существенно изменилась структура посевных площадей, что привело к разбалансированности севооборотов [2, 3]. В частности, в Алтайском крае при сохраняющейся на примерно одном уровне общей посевной площади (5,3...5,5 млн га) и занятой зерновыми культурами (3,1...3,5 млн га) за последние 30...35 лет резко сократились посевы кормовых (с 1,7 до 0,6 млн га) и возросли технических культур (с 0,2 до 1,6 млн га), в том числе подсолнечника на маслосемена – до 0,9 млн га. В степных районах края площади под подсолнечником по отношению к зерновым культурам достигают 50...60 и даже 80...96% при средней величине этого показателя по Алтайскому краю около 29% [4].

Эти изменения обуславливают необходимость переосмысления роли севооборотов, предшественников и средств интенсификации в формировании урожая основных культур и продуктивности пашни в целом [4, 5], особенно в условиях недостаточного увлажнения и при переходе на минимальные и нулевые технологии [6]. Наибольшую остроту эта проблема приобретает для сухой степи Алтайского края с активно проявляющимися процессами деградации почв и опустынивания территории, где наряду с агролесомелиоративным обустройством территории в повышении продуктивности пашни большое значение отводится агротехническим мероприятиям [7, 8]. Известно, что при реализации всех элементов систем земледелия, включая научно обоснованные севообороты, системы обработки почвы и средства интенсификации, обеспечивается не только сохранение и повышение плодородия почв, но и устойчивое увеличение урожайности сельскохозяйственных культур [9].

Цель исследований – изучение особенностей формирования урожайности яровой мягкой пшеницы, овса и подсолнечника в зависимости от предшественника и удобрений и их влияния на продуктивность севооборотов на каштановых почвах сухой степи Западной Сибири.

Методика. Работу выполняли в 2016–2023 гг. в длительном (с 1968 г.) стационарном полевом опыте Кулундинской СХОС Федерального Алтайского научного центра агробиотехнологий (пос. Целинный, Ключевский район, Алтайский край).

Схема опыта предполагала изучение следующих вариантов:

севооборот (фактор А) – зернопаровой 4-польный без подсолнечника (пар – пшеница – пшеница – овес), зернопаропропашной 6-польный с долей подсолнечника 16,7% (пар – пшеница – пшеница – овес – пшеница – подсолнечник), зернопаропропашной 4-польный с долей подсолнечника 25,0% (пар – пшеница – пшеница – подсолнечник), зернопаропропашной 7-польный с долей подсолнечника 28,6% (пар – пшеница – пшеница – овес – пар – подсолнечник – подсолнечник), зернопаропропашной 4-польный с долей подсолнечника 50,0% (пшеница – подсолнечник – овес – подсолнечник), бессменная пшеница;

азотные удобрения (фактор В) – без удобрений (0), N_{30} .

Севообороты развернуты во времени и в пространстве. Повторность опыта трехкратная. Площадь опытной делянки общая – 1000 м², учетная – 500 м² для зерновых культур и 30 м² для подсолнечника.

Почва опытного участка – каштановая супесчаная, с низким (1,7...2,0%) содержанием гумуса и нитратного азота, средним (по Мачигину) – подвижного фосфора и высоким – калия, нейтральной реакцией среды в пахотном слое (0...20 см). Агротехника в опыте общепринятая в зоне. Осенью после уборки предшественников проводили плоскорезное рыхление на 14...16 см. Подготовка чистого пара в летний период включала 4-кратную культивацию на глубину 10...12 см. В конце апреля – начале первой декады мая вносили вразброс азотные удобрения (N_{30}) в виде сульфата аммония согласно схеме, проводили ранневесеннее выравнивание почвы. Посев подсолнечника (сорт Кулундинский-1) выполняли в начале второй декады мая сеялкой Гаспардо при норме высева 40 тыс. шт. всхожих семян на 1 га на глубину 5...6 см, посев пшеницы (сорт Степная волна) и овса (сорт Пегас) – в конце второй – начале третьей декады мая сеялкой СЗС-2,1 с нормой высева 3,0 млн всхожих семян на 1 га на глубину 5...6 см. Перед посевом подсолнечника применяли почвенные гербициды, в период вегетации культуры проводили две междурядных культивации. В посевах зерновых после подсолнечника в фазе кущения проводили обработку гербицидами для уничтожения падалицы. Учет урожая маслосемян подсолнечника осуществляли комбайном Сидмастер, пшеницы и овса – комбайном Енисей-1200 [4].

Территория опытного участка расположена в Западно-Кулундинской сухостепной подзоне со среднемноголетней суммой осадков за сельскохозяйственный год 297 мм, в том числе за осень (сентябрь–октябрь) – 45 мм, за зиму (ноябрь–март) – 80 мм, за весну (апрель–май) – 41 мм, за лето (июнь–август) – 131 мм. Сумма осадков за летние месяцы изменялась от 76...119 мм (58...91% от климатической нормы) в 2018–2022 гг. до 141...158 мм (108...121%) в 2016, 2017 и 2023 гг., а гидротермический коэффициент (ГТК) в эти годы – соответственно от 0,41...0,65 до 0,77...0,80 ед. при среднем многолетнем значении ГТК 0,72 ед.

Основные особенности методики проведения исследований, а также закономерности формирования водного, питательного режимов каштановой почвы, фитосанитарного состояния посевов в зависимости от изучаемых факторов в условиях сухой степи подробно изложены и проанализированы нами ранее [4, 10, 11].

Результаты и обсуждение. Урожайности зерна яровой мягкой пшеницы, размещенной после чистого пара, в среднем за 2016–2023 гг. исследований составляла 0,98 т/га, варьируя от 0,87 до 1,11 т/га под действием азотных удобрений (доля влияния фактора 87,4%) при незначительном вкладе (11,7%) севооборота (табл. 1). Азотные удобрения во всех вариантах севооборотов оказывали достоверное положительное влияние на рост урожайности зерна пшеницы после пара при средней прибавке урожая 0,17 т/га (19,1%), по отношению к неудобренному фону, и окупаемости 1 кг д.в. азота 5,00...6,33 кг зерна. Влияние севооборотов и чередования культур в них на урожайность зерна пшеницы после пара проявлялось в виде тенденции, которая была наиболее выраженной при замене овса подсолнечником с трансформацией 4-польного зернопарового севооборота в 4-польный зернопаропропашной или при добавлении к 4-польному зернопаровому севообороту зернопаропропашного звена «пшеница – подсолнечник» – в обоих случаях увеличение урожайности пшеницы после пара на неудобренном фоне составляло 0,05 т/га (5,7%), на удобренном – 0,06...0,09 т/га (5,9...8,8%), в сравнении с зернопаровым севооборотом. Добавление к 4-польному зернопаровому севообороту паропропаш-

Табл. 1. Урожайность яровой пшеницы в зависимости от севооборота, предшественника и азотных удобрений (среднее за 2016–2023 гг.), т/га

Севооборот, предшественник (фактор А)	Удобрение (фактор В)			Окупае- мость азота, кг/кг
	0	N ₃₀	среднее	
Пшеница после пара				
Пар – пшеница – пшеница – овес	0,87	1,02	0,94	5,00
Пар – пшеница – пшеница – под- солнечник	0,92	1,08	1,00	5,33
Пар – пшеница – пшеница – овес – пшеница – подсолнечник	0,92	1,11	1,01	6,33
Пар – пшеница – пшеница – овес – пар – подсолнечник – под- солнечник	0,87	1,03	0,95	5,33
Среднее	0,89	1,06	0,98	5,67
НСР ₀₅ для факторов: А – 0,08; В – 0,06; АВ – 0,08; частных разли- чий – 0,12				
Доля влияния факторов, %: А – 11,7; В – 87,4; АВ – 0,9				
Пшеница после непаровых предшественников				
Пар – пшеница – пшеница – овес	0,77	0,93	0,85	5,33
Пар – пшеница – пшеница – под- солнечник	0,74	0,92	0,83	6,00
Пар – пшеница – пшеница – овес – пшеница – подсолнечник	0,77	0,89	0,83	4,00
Пар – пшеница – пшеница – овес – пшеница – подсолнечник	0,82	0,96	0,89	4,67
Пшеница – подсолнечник – овес – подсолнечник	0,71	0,88	0,79	5,67
Пар – пшеница – пшеница – овес – пар – подсолнечник – под- солнечник	0,68	0,84	0,76	5,33
Бессменная пшеница	0,46	0,64	0,55	6,00
Среднее	0,71	0,87	0,79	5,33
НСР ₀₅ для факторов: А – 0,08; В – 0,04; АВ – 0,08; частных разли- чий – 0,11				
Доля влияния факторов, %: А – 62,5; В – 36,8; АВ – 0,7				

ного звена «пар – подсолнечник – подсолнечник» с его трансформацией в 7-польный зернопаропропашной севооборот не оказывало заметного влияния на сбор зерна пшеницы после пара.

Урожайность яровой пшеницы после непаровых предшественников была существенно ниже, чем после пара, – 0,79 т/га. Ее варьирование составляло 0,46...0,96 т/га и определялось в первую очередь действием севооборота и чередованием культур (доля влияния фактора 62,5%), во вторую – азотных удобрений (36,8%) (см. табл. 1). Оба фактора оказывали достоверное влияние на изменение урожайности зерна пшеницы. Лучшие условия для формирования урожая яровой пшеницы складывались после овса: без удобрений – 0,82 т/га, на фоне N₃₀ – 0,96 т/га, что было больше, чем после подсолнечника на 0,11 и 0,08 т/га (15,5 и 9,1%), пшеницы в севообороте – на 0,05...0,14 и 0,03...0,12 т/га (6,5...20,6% и 3,2...14,3%), пшеницы при бессменном возделывании – на 0,36 и 0,32 т/га (78,3 и 50,0%). Азотные удобрения, как и после парового предшественника, обеспечивали повышение урожайности зерна пшеницы в среднем по севооборотам на 0,16 т/га (22,5%), по отношению к неудобренному фону, при окупаемости азота прибавкой урожая зерна 4,00...6,00 кг/кг.

По данным Росстата, средняя за 2016–2023 гг. урожайность яровой мягкой пшеницы в хозяйствах всех категорий Ключевского района Алтайского края составляла 0,83 т/га, что значительно ниже, чем отмеченная в опыте урожайность пшеницы после пара как на неудобренных, так и особенно на удобренных фонах. Вместе с тем урожайность пшеницы в опыте после непаровых предшественников на неудобренных фонах во всех случаях существенно уступала средне-районному значению этого показателя, превосходя его в севооборотах лишь на фоне внесения удобрений,

а при бессменном возделывании культуры оставалась на 0,19 т/га, или на 22,9%, ниже.

Урожайность зерна овса, возделываемого по непаровым предшественникам, незначительно уступала урожайности пшеницы после пара, составляла 0,92 т/га и определялась вкладом как удобрений (доля влияния 59,0%), так и предшественников (40,7%) (табл. 2). Оба фактора оказывали достоверное влияние на изменение урожайности зерна овса. В традиционном зернопаровом севообороте овес в заключительном поле формировал урожайность на неудобренном фоне 0,78 т/га, на фоне N₃₀ – 0,96 т/га. Добавление одного-двух полей подсолнечника в зернопаровой севооборот с трансформацией его в зернопаропропашной севооборот во всех случаях положительно сказывалось на росте и развитии растений овса – на неудобренном фоне урожайность зерна возрастала с 0,78 до 0,81...0,94 т/га, а при внесении N₃₀ – с 0,96 до 0,97...1,09 т/га. Наиболее благоприятные в опыте условия для формирования урожая культуры складывались после пшеницы в севооборотах с паром и одним полем (16,7%) подсолнечника, обеспечивавшие на неудобренном фоне получение урожайности 0,94 т/га, при внесении N₃₀ – 1,09 т/га, что, в сравнении с размещением овса после двух полей пшеницы в зернопаровом севообороте, было больше соответственно на 0,16 и 0,13 т/га (20,5 и 13,5%). Азотные удобрения обеспечивали достоверный рост урожайности овса в среднем по севооборотам на 0,16 т/га (19,0%) при окупаемости азота удобрений дополнительным урожаем зерна 5,00...6,00 кг/кг.

По данным Росстата, средняя за 2016–2023 гг. урожайность зерна овса в хозяйствах всех категорий Ключевского района Алтайского края составляла 0,86 т/га, что значительно (на 0,13...0,23 т/га, или на 15,1...26,7%) ниже, чем отмеченная в опыте урожайность культуры

Табл. 2. Урожайность овса и подсолнечника в зависимости от севооборота, предшественника и удобрений (среднее за 2016–2023 гг.), т/га

Севооборот, предшественник (фактор А)	Удобрение (фактор В)			Окупаемость азота, кг/кг
	0	N ₃₀	среднее	
Овес				
Пар – пшеница – пшеница – овес	0,78	0,96	0,87	6,00
Пар – пшеница – пшеница – овес – пшеница – подсолнечник	0,94	1,09	1,01	5,00
Пшеница – подсолнечник – овес – подсолнечник	0,81	0,97	0,89	5,33
Пар – пшеница – пшеница – овес – пар – подсолнечник – под- солнечник	0,84	0,99	0,91	5,00
Среднее	0,84	1,00	0,92	5,33
НСР ₀₅ для факторов: А – 0,08; В – 0,05; АВ – 0,08; частных разли- чий – 0,11				
Доля влияния факторов, %: А – 31,5; В – 68,2; АВ – 0,3				
Подсолнечник				
Пар – пшеница – пшеница – под- солнечник	0,87	1,05	0,96	6,00
Пар – пшеница – пшеница – овес – пшеница – подсолнечник	0,82	1,05	0,94	7,67
Пшеница – подсолнечник – овес – подсолнечник	0,79	1,04	0,91	8,33
Пшеница – подсолнечник – овес – подсолнечник	0,67	0,91	0,79	8,00
Пар – пшеница – пшеница – овес – пар – подсолнечник – под- солнечник	0,95	1,14	1,04	6,33
Пар – пшеница – пшеница – овес – пар – подсолнечник – под- солнечник	0,63	0,90	0,77	9,00
Среднее	0,79	1,01	0,90	7,33
НСР ₀₅ для факторов: А – 0,10; В – 0,06; АВ – 0,10; частных разли- чий – 0,14				
Доля влияния факторов, %: А – 41,4; В – 57,5; АВ – 1,1				

после всех предшественников на удобренных фонах. В то же время урожайность овса в опыте на неудобренных фонах в большинстве случаев заметно уступала среднерайонному значению этого показателя, превосходя его лишь в зернопаропропашном 6-польном севообороте с одним полем подсолнечника.

Подсолнечник в условиях сухой степи в среднем за 2016–2023 гг. формировал в опыте урожайность маслосемян 0,90 т/га, что было сопоставимо с урожайностью зерна пшеницы после пара и овса (см. табл. 2). Варьирование урожайности подсолнечника определялось действием удобрений (доля влияния фактора 57,5%) и предшественников (41,4%). Оба фактора оказывали достоверное влияние на изменение урожайности маслосемян подсолнечника. Лучшие условия для формирования урожая культуры закономерно складывались после чистого пара (на фоне без удобрений – 0,95 т/га, при внесении N_{30} – 1,14 т/га) и по второй пшенице после пара в 4-польном зернопаропропашном севообороте (соответственно 0,87 и 1,05 т/га), в сравнении с размещением подсолнечника по подсолнечнику и по овсу (0,63...0,67 и 0,90...0,91 т/га). Применение азотных удобрений под подсолнечник обеспечивало наиболее высокие прибавку урожая маслосемян и окупаемость азота дополнительным урожаем, составлявшие в зависимости от севооборота соответственно 0,18...0,27 т/га и 6,00...9,00 кг/кг.

По данным Росстата, средняя за 2016–2023 гг. урожайность маслосемян подсолнечника в хозяйствах всех категорий Ключевского района Алтайского края составляла 0,63 т/га, что значительно (на 0,04...0,51 т/га, или на 6,3...81,0%) ниже, чем отмеченная в опыте урожайность культуры после всех предшественников на неудобренных и удобренных фонах. Среднерайонному уровню соответствовал лишь уровень урожайности культуры при повторных ее посевах без применения удобрений.

Продуктивность 1 га пашни в среднем за 2016–2023 гг. составляла 0,76 тыс. зерн. ед., варьировала от 0,46 до 1,13 тыс. зерн. ед. и зависела от набора культур в севообороте (вклад фактора 74,2%) и от азотных удобрений (24,2%) (табл. 3). Оба фактора оказывали достоверное влияние на изменение продуктивности пашни. Максимальная ее величина в опыте отмечена в 4-польном зернопропашном севообороте с долей подсолнечника 50% – на фоне без удобрений она составляла 0,88, при внесении N_{30} – 1,13 тыс. зерн. ед./га, а минимальная – в севообороте с отсутствием подсолнечника и при бесменном возделывании пшеницы (соответственно фонам удобренности 0,46...0,57 и 0,64...0,68 тыс. зерн. ед./га, или в 1,5...1,9 и в 1,7...1,8 раза ниже). Продуктивность севооборотов с долей подсолнечника 16,7 и 25,0% была примерно одинаковой, составляя на неудобренном и удобренном фонах 0,73...0,74 и 0,88...0,90 тыс. зерн. ед., а с долей подсолнечника 28,6% – соответственно 0,65 и 0,81 тыс. зерн. ед./га. Несоответствие уровня продуктивности пашни доле подсолнечника в севооборотах обусловлено разными условиями для роста и развития растений этой культуры. В частности, размещение подсолнечника после подсолнечника приводит к снижению его урожайности на неудобренном фоне в 1,5, а на удобренном в 1,3 раза, по сравнению с первой культурой. Существенный рост отдачи от азотных удобрений, влияние которых во всех севооборотах было достоверным, отмечен только в 4-польном зернопропашном севообороте с долей подсолнечника 50% – 8,33 зерн. ед./кг против 3,33...5,33 зерн. ед./кг в других севооборотах. Азотные удобрения обеспечивали достоверный рост продуктивности пашни в среднем по севооборотам

Табл. 3. Продуктивность 1 га пашни в зависимости от севооборота и азотных удобрений (среднее за 2016–2023 гг.), тыс. зерн. ед.

Севооборот (фактор А)	Удобрение (фактор В)			Окупаемость азота, зерн. ед./кг
	0	N_{30}	среднее	
Пар – пшеница – пшеница – овес	0,57	0,68	0,62	3,67
Пар – пшеница – пшеница – овес	0,74	0,90	0,82	5,33
овес – пшеница – подсолнечник				
Пар – пшеница – пшеница – подсолнечник	0,73	0,88	0,81	5,00
Пар – пшеница – пшеница – овес	0,65	0,81	0,73	5,33
овес – пар – подсолнечник – подсолнечник				
Пшеница – подсолнечник – овес – подсолнечник	0,88	1,13	1,00	8,33
Бессменная пшеница	0,46	0,64	0,55	6,00
Среднее	0,67	0,84	0,76	5,67
НСР ₀₅ для факторов: А – 0,09; В – 0,05; АВ – 0,09; частных различий – 0,13				
Доля влияния факторов, %: А – 74,2; В – 24,2; АВ – 1,6				

на 0,17 тыс. зерн. ед./га (25,4%) при окупаемости азота удобрений 5,67 зерн. ед./кг.

Выводы. На каштановых почвах сухой степи влияние азотных удобрений на изменение урожайности яровой мягкой пшеницы по чистому пару было определяющим (доля вклада фактора 87,4%), овса и подсолнечника – сильным (соответственно 68,2 и 57,5%), пшеницы по непаровым предшественникам – значительным (36,8%), продуктивности пашни – существенным (24,2%). Влияние севооборота на изменение продуктивности пашни было определяющим (74,2%), урожайности пшеницы по непаровым предшественникам – сильным (62,5%), подсолнечника и овса – значительным (соответственно 41,4% и 31,5%), пшеницы после пара – слабым (11,7%).

Наиболее благоприятные условия для пшеницы и подсолнечника складывались после пара в зернопаропропашных севооборотах, для пшеницы по непаровым предшественникам – после овса, для овса – после пшеницы в зернопаропропашных севооборотах с одним полем подсолнечника.

Продуктивность пашни в севооборотах без подсолнечника и удобрений была минимальной в опыте (0,46...0,57 тыс. зерн. ед./га). При насыщении севооборотов подсолнечником до 16,7...25% величина этого показателя возрастала, по сравнению с зернопаровым севооборотом и бессменной пшеницей, на 0,16...0,28 тыс. зерн. ед./га (28,1...60,9%), а до 50% – на 0,31...0,42 тыс. зерн. ед./га (54,4...91,3%). Внесение азотных удобрений под культуры зернопаропропашных и зернопропашных севооборотов обеспечивало увеличение продуктивности пашни на 0,15...0,25 тыс. зерн. ед./га (20,5...28,4%) по отношению к неудобренному фону при окупаемости 1 кг азота до 8,33 зерн. ед.

Существенное превышение уровня урожайности яровой пшеницы, овса и подсолнечника в опыте над среднерайонным уровнем в хозяйствах всех категорий свидетельствует о перспективности совершенствования севооборотов и применения азотных удобрений для повышения продуктивности и устойчивости растениеводческой отрасли в сухостепной зоне Алтайского края, а также замедления процессов опустынивания.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ.

Работа выполнена в соответствии с Соглашением № 05-9/ВИП-ГЗ от 01.04.2024 г. между ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской

академии наук» и ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий» в рамках реализации важнейшего инновационного проекта государственного значения «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ» (источник финансирования – Соглашение № 169-15-2023-001 от 01.03.2023 г. Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды).

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ.

В работе отсутствуют исследования человека или животных.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ.

Авторы работы заявляют, что у них нет конфликтов интересов.

Литература.

1. Кирюшин В. И. Организация территориально- и внутрихозяйственного землеустройства на ландшафтно-экологической основе // *Достижения науки и техники АПК*. 2024. Т. 38. № 5. С. 4–9. doi: 10.53859/02352451_2024_38_5_4.
2. Оптимизация посевных площадей Ставропольского края на основе агроресурсного потенциала / Е. В. Письменная, М. Ю. Азарова, В. А. Стукало и др. // *Земледелие*. 2019. № 7. С. 8–11. doi: 10.24411/0044-3913-2019-10701.
3. 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.
4. Средообразующая роль и продуктивность яровой пшеницы, овса и подсолнечника в степи юга Западной Сибири / А. А. Гаркуша, В. И. Усенко, В. И. Кравченко, и др. // *Достижения науки и техники АПК*. 2020. Т. 34. № 7. С. 5–9. doi:10.24411/0235-2451-2020-10701.
5. Кирюшин В. И. Методология комплексной оценки сельскохозяйственных земель // *Почвоведение*. 2020. № 7. С. 871–879.
6. Влияние севооборота на эффективность использования пашни при возделывании полевых культур без обработки почвы / В. К. Дридигер, Р. С. Стукалов, Р. Г. Гаджиумаров и др. // *Земледелие*. 2019. № 6. С. 28–32. doi: 10.24411/0044-3913-2019-10607.
7. Николаев М. Н. Выявление уязвимых для дефицита влаги зернопроизводящих территорий на основе мезозонирования зоны неустойчивого увлажнения при изменении климата в европейской части России // *Сельскохозяйственная биология*. 2024. Т. 59. № 3. С. 473–491.
8. Национальный доклад «Глобальный климат и почвенный покров России: опустынивание и деградация земель, институциональные, инфраструктурные, технологические меры адаптации (сельское и лесное хозяйство)» / А. Л. Иванов, Г. С. Куст, И. М. Донник и др. / Под ред. Р.С.-Х. Эдельгериева. Том 2. М.: ООО «Издательство МБА», 2019. 476 с.
9. Лукин С. В. Динамика агроэкологического состояния почв Белгородской области при длительном сельскохозяйственном использовании // *Почвоведение*. 2023. № 12. С. 1671–1685.
10. Эффективность азотных удобрений и гербицидов в зернопаровом севообороте в зависимости от способа обработки каштановой почвы в Кулундинской степи / В. И. Усенко, А. А. Гаркуша, Д. В. Пургин и др. // *Земледелие*. 2019. № 6. С. 33–39. doi: 10.24411/0044-3913-2019-10608.
11. Формирование засоренности посевов в зернопаровом севообороте в зависимости от способа обработки почвы и применения средств химизации / Д. В. Пургин, В. И. Усенко, В. И. Кравченко и др. // *Земледелие*. 2019. № 8. С. 6–14. doi: 10.24411/0044-3913-2019-10802.

Поступила в редакцию 24.05.2024

После доработки 22.07.2024

Принята к публикации 01.10.2024