

ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ И ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАСУШЛИВЫХ УСЛОВИЯХ ПОВОЛЖЬЯ© 2024 г. **О. И. Горянин**, доктор сельскохозяйственных наук, **Б. Ж. Джангабаев**, **Е. В. Щербинина**

Самарский Федеральный исследовательский центр РАН,
Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. Н. М. Тулайкова,
446254, Самарская обл., Безенчукский р-н, пос. Безенчук, ул. К. Маркса, 41
E-mail: gorjanin.oleg@mail.ru

Исследования проводили с целью выявления перспективных звеньев севооборота и элементов технологии возделывания озимой мягкой пшеницы в засушливых условиях Поволжья. Работу выполняли в 2021–2023 гг. в Самарской области на черноземе обыкновенном с содержанием гумуса 4,0...4,5 %, гидролизуемого азота – 60...70 мг/кг, подвижных фосфатов и калия (по Чирикову) – соответственно 170...200 мг/кг и 180...200 мг/кг почвы. Схема опыта предусматривала изучение следующих вариантов: предшественник (фактор А) – чистый пар, занятый пар (горох); элементы технологии (фактор В) – вспашка; вспашка + минеральные удобрения; без осенней обработки (фон); фон + биопрепарат; без осенней обработки под все культуры севооборота + удобрения; фон + удобрения; фон + удобрения + биопрепарат. Наиболее перспективным был вариант без осенней обработки с применением удобрений и биопрепарата, в котором урожайность зерна находилась на уровне варианта со вспашкой и внесением удобрений, а её увеличение, по сравнению с другими вариантами, по чистому пару составляло 0,13...0,63 т/га (2,8...15,3 %), по занятому – 0,12...0,83 т/га (3,4...29,5 %). В среднем по двум звеньям севооборота самая высокая эффективность энергозатрат отмечена в варианте без осенней обработки с применением биопрепарата – 5,48 ед., что на 0,15...0,33 ед. больше, чем без применения удобрений, и на 0,72...1,05 ед. по сравнению с вариантами с их внесением. По результатам проведённых исследований лучшими предшественниками озимой пшеницы следует считать горох и чистый ранний пар. При ресурсосберегающей технологии отказ от осенней обработки почвы целесообразно сочетать с внесением аммиачной селитры при возобновлении весенней вегетации (N_{40}) и биопрепарата Бионекс Кемп в конце кущения. В технологии без удобрений рекомендуется применять биопрепарат Бионекс Кемп в начале весенней вегетации пшеницы.

THE INFLUENCE OF PRECURSORS AND TECHNOLOGY ELEMENTS ON THE EFFICIENCY OF WINTER WHEAT CULTIVATION IN THE ARID CONDITIONS OF THE VOLGA REGION**O. I. Goryanin, B. J. Dzhangabaev, E. V. Shcherbinina**

Samara Federal research center of the Russian Academy of Sciences,
Tulajkov Samara Research Institute of Agriculture,
446254, Samarskaya obl., Bezenchukskii r-n, pos. Bezenchuk, ul. K. Marksa, 41
E-mail: gorjanin.oleg@mail.ru

The research was carried out in order to identify promising links in crop rotation and technology elements in the cultivation of winter soft wheat in the arid conditions of the Volga region. The work was carried out in 2021–2023 in the Samara region on ordinary chernozem with a humus content of 4.0...4.5 %, hydrolyzable nitrogen – 60...70 mg/kg, mobile phosphates – 170...200 mg/kg, potassium – 180...200 mg/kg of soil (according to Chirikov). In 2021–2023, the following factors and options for cultivating Basis winter wheat were studied: precursor (factor A) – fallow land, seeded with peas (Volzhanin); elements of technology (factor B) – plowing with and without mineral fertilizers; without autumn tillage (Background), Background + biological product, Background (for all crops of crop rotation) + fertilizers, Background + fertilizers, Background + fertilizers + biological product. The prospects of the option without autumn tillage with the use of fertilizers and a biological product providing grain yield at the level of the option with plowing and fertilization, and its increase, compared with other options for fallow land by 0.13...0.63 t/ha (2.8...15.3 %), for cultivated by – 0.12...0.83 t/ha were revealed (3.4...29.5 %). On average, for two parts of the crop rotation, the highest energy efficiency was established for the variant without autumn tillage and with the use of a biological product of 5.48 units, which is 0.15...0.33 units more than without the use of fertilizers and 0.72...1.05 units more than in fertilizer-intensive options. Based on the research conducted in the cultivation of winter wheat, the best precursors are peas and fallow land. With resource-saving technology, using the option without autumn tillage with the addition of ammonium nitrate at the resumption of spring vegetation (N_{40}) and Bionex Kemi product at the end of tillering is advised. In the technology without fertilizers, it is recommended to use Bionex Kemi product at the beginning of the spring growing season of wheat.

Ключевые слова: озимая пшеница (*Triticum aestivum*), предшественники, урожайность, экономическая и энергетическая эффективность.

Keywords: winter wheat (*Triticum aestivum*), precursors, yield, economic and energy efficiency.

Мягкая пшеница – востребованная культура. Многочисленные опыты доказывают, что возделывание озимой пшеницы в европейской части России в связи с улучшившимися погодными условиями гораздо эффективнее яровой [1, 2]. В засушливых условиях, где погода оказывает существенное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур, основным предшествен-

ником озимых культур служат чистые черные и ранние пары [3, 4], поскольку этот предшественник к посеву озимой пшеницы способствует улучшению водного, питательного и фитосанитарного режима почвы, по сравнению с посевами, которые размещали по непаровому предшественнику, что обеспечивает устойчивое производство. Однако чистые пары имеют и ряд недостатков.

Они способствуют высокой минерализации гумуса и на этих полях сельхозпроизводитель не получает продукции [5, 6]. Поэтому для повышения эффективности выращивания озимой пшеницы необходим поиск других предшественников и приёмов возделывания.

Доказано, что для решения вопроса повышения эффективности возделывания полевых культур необходимо ориентироваться на ресурсосбережение. При возделывании озимой пшеницы это оправдано практически во всех исследованиях [7, 8].

Многочисленными исследованиями установлено, что при применении ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур выявлена более высокая отзывчивость на средства интенсификации, по сравнению с традиционной технологией [9, 10].

Цель исследований – выявить перспективные звенья севооборота и элементы технологии возделывания озимой мягкой пшеницы в засушливых условиях Поволжья.

В задачи исследований входило установить влияние элементов технологии возделывания озимой пшеницы на урожайность зерна и их энергетическую эффективность.

Методика. Исследование элементов технологий возделывания озимой пшеницы Базис проводили в двух шестипольных севооборотах на опытном поле отдела земледелия Самарского НИИСХ – филиала СамНЦ РАН в 2021–2023 гг.

В зернопаропропашном севообороте было следующее чередование культур: чистый пар – озимая пшеница – соя – яровая твёрдая пшеница – подсолнечник – яровой ячмень, в зернопропашном: горох – озимая пшеница – соя – яровая твёрдая пшеница – подсолнечник – яровой ячмень. Предшественник культуры в зернопаропропашном севообороте – чёрный и ранний чистый пар. В зернопропашном севообороте пшеницу возделывали по гороху (занятый пар). Основная обработка под пар и горох на традиционной технологии была проведена в сентябре, применяли плуг ПЛН-5-35. При уходе за парами во всех вариантах опыта проводили пять культуриваний комбинированным почвообрабатывающим орудием (ОПО-4,25).

После уборки ячменя проводили лущение. При посеве гороха и озимой пшеницы во всех вариантах опыта применяли посевной агрегат (Т-150 + АУП-18.05). При учёте урожая озимой пшеницы и гороха использовали комбайн «Сампо-130».

Схема опыта предполагала изучение следующих факторов и вариантов:

предшественник (фактор А) – чистый пар, горох; элементы технологии (фактор В) – вспашка + гербициды, вспашка + удобрения (озимая пшеница – N_{40} ; горох – последствие $N_{15}P_{15}K_{15}$); без осенней обработки (фон); фон + биопрепарат; фон (под все культуры севооборота) + удобрения (озимая пшеница – N_{40} ; горох – последствие $N_{15}P_{15}K_{15}$), фон + удобрения (озимая пшеница – N_{40} ; горох – последствие $N_{15}P_{15}K_{15}$), фон + удобрения (озимая пшеница – N_{40} ; горох – последствие $N_{15}P_{15}K_{15}$), фон + удобрения (озимая пшеница – N_{40} ; горох – последствие $N_{15}P_{15}K_{15}$) + биопрепарат.

Почва в опыте – чернозем обыкновенный, среднесуглинистый с содержанием гумуса 4,0...4,5 %, гидролизуемого азота – 60...70 мг/кг, подвижных фосфатов – 170...200 мг/кг, калия – 180...200 мг/кг почвы (по Чирикову).

Повторность опыта 3-х кратная, размер делянок 550 м², учетная площадь делянок 200 м². Учет урожая выполняли комбайном «Сампо-130». Урожайность зерна приводили к 100 %-ной чистоте и 14 %-ной влажности.

За анализируемые годы лучшие условия для роста и развития озимой пшеницы отмечены в 2022 г. ГТК за вегетационный период пшеницы и температура воздуха составили 1,40 и 15,8 °С соответственно. В 2023 г. при раннем начале вегетации (на 13 дней раньше обычного), ГТК 0,57 и пониженном температурном режиме за вегетацию (15,0 °С) сложились хорошие условия для озимой пшеницы. В 2021 г. отмечены самые неблагоприятные условия для выращивания культуры (ГТК за вегетационный период – 0,79, температура воздуха – 19,1 °С). При возделывании гороха условия роста и развития определялись в большей степени температурой воздуха за вегетационный период. В 2020 и 2022 гг. она составила 16,8 и 17,8 °С, в 2021 г. – 21,8 °С.

Результаты учёта урожая обрабатывали методом дисперсионного анализа на компьютере (программа AGROS ver. 2.09).

Энергетическую эффективность рассчитывали согласно действующей методике [11]. Для определения коэффициента энергетической эффективности использовали соотношение энергии, накопленной хозяйственно-ценной частью урожая, к совокупной энергии, израсходованной на возделывание сельскохозяйственных культур.

Результаты и обсуждение. В неблагоприятных условиях 2021 г. получена наименьшая в опыте урожайность озимой пшеницы, которая по чистому пару составила 1,80...2,09 т/га и была в 1,6...2,7 раза больше, чем по занятому (0,78...1,15 т/га) (табл. 1).

Табл. 1. Влияние элементов технологии и предшественников на урожайность зерна озимой пшеницы Базис, т/га

Предшественник (фактор А)	Элементы технологии (фактор В)	Урожайность, т/га			
		2021	2022	2023	среднее
Пар	вспашка	2,03	7,13	4,14	4,43
	вспашка + удобрения	2,09	7,75	4,74	4,86
	без обработки (фон)	1,80	6,59	3,96	4,12
	фон + биопрепарат	1,87	7,19	4,18	4,41
	фон + удобрения	1,97	7,39	4,51	4,62
	фон + удобрения	1,94	7,22	4,50	4,55
	фон + удобрения	2,09	7,46	4,70	4,75
	+ биопрепарат				
	среднее	1,97	7,25	4,39	4,53
	Горох	вспашка	0,82	4,95	3,59
Горох	вспашка + удобрения	1,02	5,73	4,04	3,60
	без обработки (фон)	0,78	4,54	3,12	2,81
	фон + биопрепарат	0,82	4,72	3,26	2,93
	фон + удобрения	1,06	5,56	3,71	3,44
	фон + удобрения	1,10	5,70	3,77	3,52
	фон + удобрения	1,15	5,86	3,91	3,64
	+ биопрепарат				
	среднее	0,96	5,29	3,63	3,29
Среднее	вспашка	1,43	6,04	3,87	3,78
	вспашка + удобрения	1,56	6,74	4,39	4,23
	без обработки (фон)	1,29	5,57	3,54	3,47
	фон + биопрепарат	1,32	5,96	3,72	3,67
	фон + удобрения	1,52	6,48	4,11	4,04
	фон + удобрения	1,52	6,46	4,14	4,04
	фон + удобрения	1,62	6,66	4,31	4,20
	+ биопрепарат				
	среднее	1,47	6,27	4,01	3,92
	НСР ₀₅ для факторов:	А	0,11	0,17	0,15
В		0,06	0,09	0,08	0,08
АВ		0,15	0,24	Fф<Fт	Fф<Fт
частных различий		0,15	0,24	0,22	0,20

При возделывании пшеницы по чистому пару без применения минеральных удобрений в этом году выявлено преимущество вспашки на 0,16...0,23 т/га (8,6...12,8 %), по сравнению с вариантами без осенней обработки почвы. При выращивании по занятому пару в 2021 г. не установлено изменений в урожайности культуры в зависимости от способов основной обработки почвы.

Внесение аммиачной селитры при возделывании по чистому пару на варианте со вспашкой не обеспечивало увеличения урожайности, по сравнению с контролем. На фоне без осенней обработки улучшение минерального питания растений способствовало увеличению урожайности зерна на 0,14...0,17 т/га (7,8...9,4 %).

При возделывании пшеницы по занятому пару, в отличие от чистого, в 2021 г. выявлено существенное увеличение урожайности от весенней подкормки азотными удобрениями. В варианте с ежегодной вспашкой в севообороте прибавка от этого агроприёма составила 0,20 т/га (24,4 %), а в варианте без осенней обработки она возросла до 0,28...0,37 т/га (35,9...47,4 %).

В благоприятных условиях для роста и развития пшеницы 2022 г. получена максимальная урожайность озимой пшеницы за анализируемые годы: по чистому пару – 6,59...7,75 т/га, занятому – 4,54...5,86 т/га. При этом выявлены существенные изменения величины показателя в зависимости от изучаемых элементов технологии.

При анализе способов основной обработки почвы установлено преимущество вариантов с ежегодной вспашкой в севообороте. На естественном по плодородию фоне прибавка урожайности зерна в пользу интенсивной обработки почвы по чистому пару была на уровне 0,54 т/га (8,2 %), занятому – 0,41 т/га (9,0 %). При применении удобрений по чистому пару преимущество варианта со вспашкой снижалось до 0,36...0,53 т/га. При выращивании культуры по занятому пару в условиях 2022 г. в удобренных вариантах не выявлено изменения урожайности зерна в зависимости от способов основной обработки почвы.

Внесение азотных удобрений в благоприятных условиях 2022 г. значительно увеличивало урожайность зерна. В вариантах со вспашкой по чистому пару прибавка от этого агроприёма составила 0,62 т/га (8,7 %), занятому – 0,78 т/га (15,8 %). В вариантах без осенней обработки почвы возрастание урожайности зерна пшеницы от подкормки аммиачной селитрой по чистому пару составило 0,63...0,80 т/га (9,6...12,1 %), по занятому – 1,02...1,16 т/га (22,5...25,6 %).

В условиях 2022 г. выявлена существенная прибавка урожайности не только от применения минеральных удобрений, но и от обработки посевов в конце кущения биопрепаратом. В варианте без осенней обработки по чистому пару она находилась на уровне 0,60 т/га (9,1 %), по занятому – 0,18 т/га (4,0 %).

Комплексное применение азотного удобрения и биопрепарата в варианте без осенней обработки способствовало увеличению урожайности по чистому пару на 0,87 т/га (13,2 %), по занятому – 1,32 т/га (29,1 %).

В засушливых условиях 2023 г. (ГТК за вегетацию – 0,57) получена высокая урожайность озимой пшеницы по чистому пару – 3,96...4,74 т/га, по занятому – 3,12...4,04 т/га. В исследованиях не установлено изменения урожайности озимой пшеницы в зависимости от способов основной обработки почвы при возделывании по чистому пару. При выращивании культуры по занятому пару выявлено преимущество вариантов со вспашкой, по сравнению с вариантами, где не проводилась основная обработка почвы, которое на неудобренном фоне составило 0,47 т/га (15,1 %), на удобренном – 0,13...0,31 т/га (3,3...8,9 %).

Возделывание пшеницы по чистому пару, вследствие увеличения продуктивного стеблестоя, обеспечивало возрастание урожайности, по сравнению с пшеницей по занятому пару, при вспашке на 0,55...0,70 т/га (15,3...17,3 %), в вариантах без

осенней обработки преимущество в пользу чистого пара увеличилось до 0,73...0,92 т/га (19,4...28,2 %).

Внесение азотных удобрений, как и в 2022 г., существенно увеличивало урожайность зерна. В варианте со вспашкой по чистому пару прибавка составила 0,60 т/га (14,5 %), по занятому – 0,45 т/га (12,5 %).

В вариантах, где основную обработку почвы не проводили, отзывчивость от удобрений в 2022 году была на уровне с вспашкой. Применение биопрепарата увеличивало урожайность по чистому пару на 0,22 т/га (5,6 %), по занятому – 0,14 т/га (4,5 %). Прибавка урожайности от азотных удобрений, главным образом благодаря увеличению густоты продуктивного стеблестоя, по чистому пару возрастала до 0,54...0,55 т/га (13,6...13,9 %), совместного действия удобрений и биопрепарата до 0,74 т/га (18,7 %). По занятому пару преимущество удобренных вариантов было выше и составило 0,59...0,65 т/га (18,9...20,8 %), при комплексном применении удобрений прибавка увеличилась до 0,79 т/га (25,3 %).

В среднем за 2021–2023 гг., благодаря значениям 2022 г., выявлена высокая для региона урожайность зерна озимой пшеницы, которая по чистому пару составила 4,12...4,86 т/га, по занятому – 2,81...3,64 т/га.

Как в 2021 и 2022 гг., на естественном по плодородию фоне выявлено увеличение урожайности в варианте со вспашкой на 0,31 т/га (11,0 %), по сравнению с вариантом без осенней обработки почвы. Применение аммиачной селитры снижало разницу по урожайности в зависимости от способов основной обработки до незначительных значений.

Внесение азотных удобрений способствовало значительно увеличению урожайности. В варианте со вспашкой прибавка при возделывании по чистому пару, по сравнению с контролем, составила 0,43 т/га (9,7 %), по занятому – 0,48 т/га (15,4 %).

В вариантах без осенней обработки почвы подкормка аммиачной селитрой, улучшая элементы структуры урожая, обеспечивала увеличение урожайности зерна по чистому пару на 0,43...0,50 т/га (10,4...12,1 %), по занятому она возросла до 0,53...0,71 т/га (22,4...25,3 %).

Применение биопрепарата в среднем за три года способствовало достоверному увеличению урожайности пшеницы по чистому пару на 0,29 т/га (7,0 %), по занятому разница между вариантами была незначительной – 0,12 т/га (4,3 %).

При возделывании гороха в среднем за 2020–2022 гг. урожайность зерна составила 1,97...2,44 т/га. В исследованиях установлено увеличение урожайности от последнего действия сложных удобрений. В варианте со вспашкой прибавка была на уровне 0,19 т/га (8,5 %), в вариантах без осенней обработки – 0,28...0,37 т/га (14,2...18,8 %), при НСР₀₅ – 0,14 т/га. Прибавка от последнего действия удобрений и внесения биопрепарата составила 0,47 т/га (23,9 %).

В условиях нестабильной экономики основным показателем оценки эффективности сельскохозяйственного производства выступает расчёт энергетической эффективности.

При расчете энергии, накопленной хозяйственно-ценной частью урожая, как и стоимости продукции, установлено, что наибольшие в опыте значения показателя при возделывании пшеницы по чистому пару получены в 2022 г., которые существенно изменились в зависимости от элементов технологии и составили в вариантах со вспашкой 94,90...103,15 ГДж/га, в вариантах без осенней обработки почвы – 87,71...99,29 ГДж/га. При возделывании пшеницы по занятому пару энергия, накопленная урожаем из-за низкой продуктивности

гороха в 2021 г., по сравнению со звеном чистый пар – озимая пшеница, в вариантах со вспашкой снижалась на 7,35...11,01 ГДж/га, в вариантах без осенней обработки – на 5,85...16,17 ГДж/га. В вариантах без осенней обработки и внесением удобрений разница по энергии, накопленной урожаем, в зависимости от звеньев севооборота не выявлена.

Наименьшая за годы исследований энергия, накопленная урожаем, установлена в 2021 г. При возделывании по чистому пару она составила 27,02...27,82 ГДж/га (варианты вспашки) и 23,96...27,82 ГДж/га (варианты без осенней обработки почвы). При возделывании по занятому пару накопленная энергия увеличивалась до 40,58...47,42 ГДж/га (вспашка) и 37,26...48,02 ГДж/га (варианты без обработки).

В среднем за годы исследований, накопленная энергия при возделывании пшеницы по чистому пару составила 58,96...64,69 ГДж/га (вспашка) и 54,84...63,22 ГДж/га (варианты без обработки). В звене севооборота с занятым паром, за счёт значений, полученных в 2021 и 2023 гг., установлено увеличение накопленной энергии, по сравнению с паровым звеном на 10,84...13,91 ГДж/га (вспашка), 7,54...16,17 ГДж/га (варианты без осенней обработки) (см. табл. 2).

Табл. 2. Энергетическая эффективность элементов технологии возделывания озимой пшеницы, ГДж/га (среднее за 2021–2023 гг.)

Предшественник (фактор А)	Элементы технологии (фактор В)	Энергия, накопленная хозяйственной частью урожая	Энергия, израсходованная на возделывание сельскохозяйственных культур	Коэффициент энергетической эффективности
Пар	вспашка	58,96	9,50	6,21
	вспашка + удобрения	64,69	13,16	4,92
	без обработки (фон)	54,84	7,97	6,88
	фон + биопрепарат	58,70	8,22	7,14
	фон + удобрения	61,49	11,64	5,28
	фон + удобрения	60,56	11,64	5,20
	фон + удобрения + биопрепарат	63,22	11,88	5,32
	среднее	60,43	10,57	5,72
Горох	вспашка	69,80	15,47	4,51
	вспашка + удобрения	78,60	19,18	4,10
	без обработки (фон)	62,38	14,02	4,45
	фон + биопрепарат	64,87	14,34	4,52
	фон + удобрения	74,32	17,77	4,18
	фон + удобрения	76,57	17,78	4,31
	фон + удобрения + биопрепарат	79,39	18,10	4,39
	среднее	72,19	16,67	4,33
Среднее	вспашка	64,38	12,49	5,15
	вспашка + удобрения	71,65	16,17	4,43
	без обработки (фон)	58,61	11,00	5,33
	фон + биопрепарат	61,79	11,28	5,48
	фон + удобрения	67,91	14,71	4,62
	фон + удобрения	68,57	14,71	4,66
	фон + удобрения + биопрепарат	71,31	14,99	4,76
	среднее	66,32	13,62	4,87

При оценке совокупной энергии, израсходованной на возделывание озимой пшеницы, установлены существенные колебания в зависимости от изучаемых вариантов и предшественников. При возделывании пшеницы по чистому пару совокупная энергия составила 7,97...13,16 ГДж/га, при выращивании по гороху – увеличивались на 5,97...6,22 ГДж/га.

Увеличение израсходованной энергии в вариантах с внесением удобрений связано с существенным

увеличением затрат на производство минеральных удобрений. На эту статью расходов в среднем по паровому звену севооборота приходилось 26,4 % (вариант со вспашкой) от общей совокупной израсходованной энергии, в вариантах без осенней обработки доля затрат по этой статье возрастала до 29,2...29,8 %.

Увеличение совокупной энергии на возделывание культур не окупились прибавкой энергии, накопленной в урожае, в результате наибольшая эффективность энергозатрат в среднем по паровому звену установлена в вариантах без осенней обработки (без удобрений) и с применением биопрепарата – 6,88...7,14, что на 0,67...2,22 ед. больше контроля и остальных изучаемых вариантов. При более высоких затратах совокупной энергии в звене горох – озимая пшеница, по сравнению с паровым звеном, эффективность энергозатрат снижалась на 0,82...2,62 ед. При этом наибольшие значения эффективности установлены в варианте без осенней обработки с применением биопрепарата и в контроле – 4,51...4,52, что на 0,06...0,42 ед. больше остальных изучаемых вариантов.

Выводы. Перспективный вариант возделывания озимой пшеницы предусматривает отказ от осенней обработки с применением удобрений и внесением биопрепарата в зернопаропропашном и зернопропашном севооборотах. Урожайность зерна при этом, в среднем за три года, не снижалась, по сравнению со вспашкой в сочетании с внесением удобрений, и увеличивалась, по сравнению с другими вариантами по чистому пару на 0,13...0,63 т/га (2,8...15,3 %), по занятому – на 0,12...0,83 т/га (3,4...29,5 %).

Наибольшая в опыте эффективность энергозатрат в среднем в паровом звене установлена в вариантах без осенней обработки (без удобрений) с применением биопрепарата – 6,88...7,14, что на 0,67...2,22 ед. больше, чем в контроле и вариантах с внесением минеральных удобрений. В зерновом звене, по сравнению с паровым, эффективность энергозатрат снижалась на 0,82...2,62 ед. Наибольшие величины этого показателя установлены в контроле и вариантах без осенней обработки (фон) с применением биопрепарата – 4,45...4,52. Дополнительные затраты энергии на производство минеральных удобрений не окупились прибавкой урожая, в результате коэффициент энергетической эффективности при их использовании снижался, по сравнению с лучшими вариантами, на 0,16...0,42 ед. В среднем по двум звеньям севооборота наибольшая эффективность энергозатрат отмечена в варианте без осенней обработки с применением биопрепарата – 5,48 ед., что на 0,15...0,33 ед. больше, чем без удобрений, и на 0,72...1,05 ед., по сравнению с интенсивными по внесению удобрений вариантами.

Возделывание озимой пшеницы целесообразно по гороху и чистому раннему пару. При ресурсосберегающей технологии рекомендуется применять вариант без осенней обработки почвы с внесением аммиачной селитры при возобновлении весенней вегетации (N₄₀) и биопрепарата Бионекс Кеми в конце кушения. Для повышения эффективности энергозатрат можно возделывать озимую пшеницу без осенней обработки с применением биопрепарата в фазе кушения.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ.

Работа финансировалась за счет средств бюджета Самарского Федерального исследовательского центра РАН, Самарского научно-исследовательского института сельского хозяйства им. Н. М. Тулайкова. Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство этим конкретным исследованием получено не было.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ.

В работе отсутствуют исследования человека или животных.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ.

Авторы работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Литература.

1. Стукалов Р. С. Эффективность возделывания озимой пшеницы в зависимости от технологий в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края // Таврический вестник аграрной науки. 2016. № 2 (6). С. 107–121.
2. Эффективность применения удобрений в засушливых условиях Поволжья / О. И. Горянин, С. В. Обущенко, Б. Ж. Джангабаев и др. // Земледелие. 2020. № 8. С. 29–33.
3. Хакимов Р. А., Хакимова Н. В. Влияние предшественников и подкормки озимой пшеницы в разные сроки ее вегетации на формирование урожая и качество // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 3 (59). С. 48–57.
4. Сабитов М. М. Экономическая эффективность технологий возделывания культур в зернопаровом севообороте // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 2. С. 13–18.
5. О целесообразности освоения системы прямого посева на черноземах России / А. Л. Иванов, В. В. Кулинцев, В. К. Дридигер и др. // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 4. С. 8–16.
6. Influence of traditional technology and direct sowing the winter wheat on agrophysical factors of fertility the dark chestnut soils / I. A. Volters, O. I. Vlasova, V. M. Perederieva, et al. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. Vol. 9. No. 4. P. 718–726.
7. Ивенин А. В., Богомолова Ю. А., Саков А. П. Экономическая эффективность выращивания зерновых культур в зависимости от систем обработки почвы и применения удобрений // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 16. № 1 (61). С. 22–27.
8. Эффективность посева без основной обработки почвы в плодосменном и зернопаровом севооборотах центрального лесостепного Зауралья / С. Д. Гилев, И. Н. Цымбаленко, А. Н. Копылов и др. // Земледелие. 2021. № 6. С. 3–8.
9. Продуктивность агроценозов и качество зерна пшеницы в зависимости от обработки почвы и средств интенсификации / В. И. Усенко, С. В. Усенко, В. П. Олешко и др. // Земледелие. 2018. № 8. С. 30–33.
10. Agrotechnological Fundamentals of Direct Sowing of Grain Crops in Russia's Arid Conditions / O. I. Goryanin, S. N. Zudilin, I. F. Medvedev, et al. // Revista geintecgestao inovacao e tecnologias. 2021. Vol. 11 No. 2. P. 204–215.
11. Коринец В. В., Козловцев А. Ф., Козенко З. Н. Энергетическая эффективность возделывания сельскохозяйственных культур: метод. рек. Волгоград: Волгоградский СХИ, 1985. 30 с.

Поступила в редакцию 12.04.2024

После доработки 28.04.2024

Принята к публикации 14.05.2024