

УДК 633.11:631.5

DOI: 10.53083/1996-4277-2025-250-8-32-38

Л.К. Бутковская, В.Е. Мудрова,
Е.А. Сурина, Г.С. Липшин
L.K. Butkovskaya, V.E. Mudrova,
E.A. Surina, G.S. Lipshin

БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОЗ УДОБРЕНИЙ И КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

BIOENERGETIC EVALUATION OF SPRING WHEAT VARIETY GROWING DEPENDING ON FERTILIZER RATES AND CLIMATIC CONDITIONS OF THE KRASNOYARSK FOREST-STEPPE

Ключевые слова: яровая пшеница, сорт, удобрение, всхожесть, биоэнергетическая оценка, масса 1000 зерен, биоэнергетический коэффициент эффективности.

Цель исследований – оценить биоэнергетическую эффективность влияния различных доз удобрений на урожайность сортов яровой пшеницы в условиях Красноярской лесостепи. Исследования проводились в 2020, 2021, 2023 и 2024 гг. на опытных полях Красноярского НИИСХ. Объекты изучения: сорта яровой пшеницы Красноярская 12, Канская, Новосибирская 31. Схема опыта: а) контроль (без минеральных удобрений); б) внесение удобрений ($N_{60}P_{30}K_{30}$), азофоска; в) внесение удобрений ($N_{90}P_{30}K_{30}$), азофоска + аммиачная селитра. В благоприятные годы (2021, 2023) внесение удобрений приводило к увеличению урожайности всех сортов пшеницы на 0,9-1,2 т/га по сравнению с контрольными делянками, где удобрения не применялись. В неблагоприятные годы (2020, 2024) урожайность при внесении удобрений снижалась на 0,3-0,5 т/га. Затраты энергии на 1 га возрастили и составили 11,6 ГДж/га при минимальной дозе удобрений и 16,8 ГДж/га при максимальной. Наибольший сбор общей энергии с 1 га был зафиксирован в благоприятные годы: на контроле – 44,5 ГДж/га, а при внесении удобрений в дозе $N_{90}P_{30}K_{30}$ у сорта Красноярская 12 – 64,6 ГДж/га. В неблагоприятные годы общий сбор энергии был значительно ниже, применение удобрений приводило к его снижению на 4,0-9,5 ГДж/га у всех сортов. Прирост общей энергии в благоприятные годы варьировался от 32,2 ГДж/га на контроле до 47,8 ГДж/га при дозе $N_{90}P_{30}K_{30}$. В неблагоприятные годы прирост энергии на контроле составлял 25,3-29,3 ГДж/га, на делянках с дозой $N_{90}P_{30}K_{30}$ снижался до 13,1-13,9 ГДж/га. Наибольший коэффициент энергетической эффективности в благоприятные годы составил 4,28 при дозе $N_{60}P_{30}K_{30}$. В неблагоприятные годы применение удобрений приводило к снижению коэффициента у сорта Новосибирская 31 с 2,67 до 1,79; Канская – с 3,32 до 1,78; Красноярская 12 – с 3,19 до 1,79.

Keywords: spring wheat, variety, fertilizer, germination, bioenergetic evaluation, thousand-kernel weight, bioenergetic efficiency coefficient.

The research goal is to evaluate the bioenergetic efficiency of the effect of various fertilizer rates on the yield of spring wheat varieties under the conditions of the Krasnoyarsk forest-steppe. The research was conducted in 2020, 2021, 2023 and 2024 in the experimental fields of the Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture. The research targets were spring wheat varieties Krasnoyarskaya 12, Kanskaya, and Novosibirskaya 31. The experimental design was as following: a) control (no mineral fertilizers); b) fertilizer application ($N_{60}P_{30}K_{30}$), nitrogen strip; c) fertilization ($N_{90}P_{30}K_{30}$), NPK fertilizer + ammonium nitrate. On favorable years (2021, 2023), fertilization led to increased yields of all wheat varieties by 0.9-1.2 t/ha compared to the control plots where fertilizers were not applied. On unfavorable years (2020, 2024), with fertilization, the yields decreased by 0.3-0.5 t/ha. Energy consumption per hectare increased and amounted to 11.6 GJ/ha with the minimum fertilizer rate and 16.8 GJ/ha with the maximum rate. The largest yield of total energy per hectare was recorded on favorable years: 44.5 GJ/ha in the control and 64.6 GJ/ha when applying fertilizers at a rate of $N_{90}P_{30}K_{30}$ in the Krasnoyarskaya 12 variety. On unfavorable years, the total energy yield was significantly lower, and fertilizer application led to a decrease by 4.0-9.5 GJ/ha for all varieties. The increase of the total energy on favorable years ranged from 32.2 GJ/ha in the control to 47.8 GJ/ha at a rate of $N_{90}P_{30}K_{30}$. On unfavorable years, the increase of energy in the control was 25.3-29.3 GJ/ha, and in plots with a rate of $N_{90}P_{30}K_{30}$ it decreased to 13.1-13.9 GJ/ha. The highest energy efficiency coefficient on favorable years was 4.28 at a rate of $N_{60}P_{30}K_{30}$. On unfavorable years, fertilizer application led to decreased coefficient of the Novosibirskaya 31 variety - from 2.67 to 1.79; Kanskaya - from 3.32 to 1.78; Krasnoyarskaya 12 - from 3.19 to 1.79.

Бутковская Лидия Кузьминична, к.с.-х.н., вед. науч. сотр., КрасНИИСХ – ОП ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск, Российская Федерация, e-mail: lidabut16@yandex.ru.

Мудрова Валентина Евдокимовна, науч. сотр., КрасНИИСХ – ОП ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск, Российская Федерация, e-mail: mudrova1969@inbox.ru.

Сурина Екатерина Александровна, мл. науч. сотр., КрасНИИСХ – ОП ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск, Российская Федерация, e-mail: katrinas9595@mail.ru.

Липшин Геннадий Станиславович, науч. сотр., КрасНИИСХ – ОП ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск, Российская Федерация, e-mail: secretary@sh.krasn.ru.

Butkovskaya Lidiya Kuzminichna, Cand. Agr. Sci., Leading Researcher, Federal Research Center "Krasnoyarsk Science Center" of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk, Russian Federation, e-mail: lidabut16@yandex.ru.

Mudrova Valentina Evdokimovna, Researcher, Federal Research Center "Krasnoyarsk Science Center" of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk, Russian Federation, e-mail: mudrova1969@inbox.ru.

Surina Ekaterina Aleksandrovna, Junior Researcher, Federal Research Center "Krasnoyarsk Science Center" of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk, Russian Federation, e-mail: katrinas9595@mail.ru.

Lipshin Gennadiy Stanislavovich, Researcher, Federal Research Center "Krasnoyarsk Science Center" of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk, Russian Federation, e-mail: secretary@sh.krasn.ru.

Введение

Увеличение производства семян яровой пшеницы и улучшение их качества – это важная задача для сельского хозяйства. В основе выращивания сельскохозяйственных культур лежит ряд технологических процессов, которые требуют экономического обоснования и оценки эффективности [1].

Одним из ключевых элементов технологии выращивания сельскохозяйственных культур является сорт. Его роль в повышении урожайности может достигать 40-60%. Однако каждый сорт имеет свои особенности и требует определённых условий для роста, поэтому для получения качественного урожая требуется разработка сортовой агротехники, подходящей для конкретных условий региона выращивания [2, 3].

Среди зерновых культур яровая пшеница занимает особое место. Она представляет собой одну из наиболее ценных продовольственных культур, но в то же время она также является одной из самых капризных в плане возделывания [4, 5].

Яровая пшеница обладает слабо развитой корневой системой, что делает её зависимой от количества питательных веществ в почве в начале вегетационного периода. Это делает особенно важным внесение полноценных основных удобрений [6, 7].

В наше время оценка энергозатрат на обработку сельскохозяйственных культур имеет

большое значение и представляет собой значимую научную и практическую задачу.

Внедрение энергосберегающих технологий позволяет оптимизировать производственные процессы, сокращая энергозатраты на 30-40%, уменьшая трудозатраты в 1,5-2 раза, снижая расход топлива и повышая экономическую эффективность производства зерновых культур [8].

Оценка энергетической эффективности технологии возделывания заключается в определении того, насколько количество энергии, аккумулированной в собранном урожае, превосходит объём энергии, который был потрачен на его производство. К основным показателям энергетической оценки технологий возделывания полевых культур относят следующие:

- затраты совокупной энергии, Мдж/га (основные и оборотные средства производства, трудовые ресурсы);
- совокупный сбор общей энергии, Мдж/га (выход валовой энергии с урожаем основной продукции);
- прирост общей энергии (разница затрат совокупной энергии и совокупного сбора общей энергии);
- коэффициент энергетической эффективности (выход валовой энергии на единицу совокупных энергетических затрат) [9, 10].

Для проведения оценки нужно учесть все расходы энергии на выращивание культуры или использование агроприемов, а также определить, насколько обоснованы расходы при получении урожая.

Чтобы перевести в денежный эквивалент результаты энергетической оценки, необходимо определить стоимость 1 ГДж [10, 11].

Затраты на производство семян были рассчитаны на основании технологических карт, с учетом актуальных цен на семенной материал, топливо и смазочные материалы, амортизацию оборудования и техники, а также оплату труда.

Цель исследования – провести оценку биоэнергетической эффективности применения различных доз минеральных удобрений на посевах яровой пшеницы в благоприятных и неблагоприятных погодных условиях.

Объекты и методы

Исследования проводились в 2020, 2024 гг. (неблагоприятные по климатическим условиям) и 2021, 2023 гг. (благоприятные) на базе Красноярского научно-исследовательского института сельского хозяйства. Почва опытного участка представлена чернозёмом с очень низким содержанием азота – 3,3 мг/кг, очень высоким подвижным фосфором (по Чирикову) – 200-250 мг/кг, высоким калием – 145 мг/кг, гумуса – 3,8%.

Объекты исследований: семена сортов яровой пшеницы Красноярская 12, Канская, Новосибирская 31.

Схема опыта: а) контроль (без минеральных удобрений); б) внесение удобрений ($N_{60}P_{30}K_{30}$), азофоска; в) внесение удобрений ($N_{90}P_{30}K_{30}$), азофоска + аммиачная селитра.

Опыт закладывался в трехкратной повторности, размер делянок – 10 м². Для посева использовалась сеялка ССФК-7, для уборки – комбайн Wintersteiger Classic. Полевые исследования проводились в соответствии с Методикой полевого опыта [12]. Для расчёта затрат биоэнергетики и получения совокупной энергии с урожаем при выращивании зерновых культур с различными дозами удобрений использовались Методические указания по энергетической оценке технологий возделывания сельскохозяйственных культур [9]. Для статистической обработки данных применялись программы SNEDECOR и Microsoft Excel.

2020 г. характеризовался чрезмерной увлажнённостью во все месяцы. Осадков выпало в июне 64,2 мм (120% к норме), июле – 221,1 мм (214%), августе – 76,2 мм (109%). По распределению температур во время вегетации 2020 г. был тёплым, среднемесячная температура со-

ставила 21,2°C, что больше среднемноголетнего значения на 3,2°C. В третьей декаде июля и в августе прошли обильные дожди, повлекшие сильное полегание растений. ГТК составил 1,62.

Период вегетации в 2021 г. прошел в благоприятных по влажности и сумме активных температур (1897,4°C) условиях, что способствовало активному развитию пшеницы. Осадки на уровне среднемноголетних значений: в июне – 70 мм, июле – 15,8 мм, августе – 20,7 мм. ГТК – 1,38.

В 2023 г. такие важные для растения фазы развития, как цветение, образование и налив зерна проходили при достаточном уровне влаги и оптимальном температурном режиме (средняя температура воздуха на уровне среднемноголетней – 18,3°C). Осадков выпало в июне 12,6 мм, июле – 16,2, августе – 10 мм, на уровне среднемноголетних значений. ГТК – 1,23.

В целом 2024 г. можно охарактеризовать как теплый и с избыточным увлажнением. Температура июня на 0,4°C выше нормы, июля – на 2,6°C выше нормы, августа – на 1,9°C. Осадков выпало в июне 79,8 мм (141% к норме), июле – 240,4 мм (264%), августе – 81,7 мм (119%). В июле осадки были ливневого характера при сильном ветре, что привело к значительному полеганию растений и снижению урожайности. ГТК – 1,73.

Результаты исследований и их обсуждение

Наиболее важным критерием оценки эффективности возделывания сельскохозяйственных культур является увеличение урожайности.

Использование минеральных удобрений является ключевым фактором для повышения продуктивности пшеницы, при условии грамотного проведения других сельскохозяйственных мероприятий.

В наших исследованиях эффективность удобрений под яровые зерновые существенно зависела от условий влагообеспеченности и снижалась при обильном количестве осадков.

В 2021 и 2023 гг., при благоприятных условиях для роста растений, использование удобрений положительно повлияло на развитие культур. Урожайность всех сортов пшеницы увеличилась на 0,9-1,2 т/га по сравнению с контрольными показателями.

В 2020 и 2024 гг., когда уровень влажности был чрезмерно высоким, растения сильно полегли, особенно в тех вариантах, где было вне-

сено большое количество минеральных удобрений. Это привело к снижению урожайности пшеницы по сравнению с контрольными показателями на 0,3-0,5 т/га (табл. 1).

В 2021 и 2023 гг. урожайность повышалась от 2,78 до 3,99 т/га при увеличении дозы удобрений, а в неблагоприятных условиях (2020,

2024 гг.) вегетационного периода случилось снижение урожая от применения удобрений и составляло на контроле 2,23 т/га и на варианте с удобрением – 1,65 т/га.

Во все годы исследований между сортами пшеницы существенных различий в урожайности не наблюдалось.

Таблица 1

Урожайность и затраты совокупной энергии семян сортов пшеницы при различных дозах удобрений, 2021, 2023 гг.; 2020, 2024 гг.

Сорта	Вариант	Урожайность, т/га		Затраты совокупной энергии, ГДж/га
		2021, 2023 гг.	2020, 2024 гг.	
Красноярская 12	Контроль	2,88	2,23	11,6
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	3,66	1,89	14,2
	N ₉₀ P ₃₀ K ₃₀	3,97	1,66	16,8
Канская	Контроль	2,78	2,35	11,6
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	3,76	1,98	14,2
	N ₉₀ P ₃₀ K ₃₀	3,91	1,84	16,8
Новосибирская 31	Контроль	2,89	1,99	11,6
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	3,84	17,9	14,2
	N ₉₀ P ₃₀ K ₃₀	3,99	1,65	16,8
HCP _{0,5} сорт – 0,2; HCP _{0,5} год – 0,5; HCP _{0,5} удобрения – 0,3				

В процессе анализа различных аспектов технологии выращивания сельскохозяйственных культур ключевыми показателями являются урожайность, а также экономическая и биоэнергетическая эффективность изучаемых агроприемов.

В ходе исследования учитывались затраты совокупной энергии, включая основные средства производства (тракторы, сельскохозяйственные машины и орудия), семена, удобрения, пестициды и трудовые ресурсы (механизаторы и полевые рабочие), которые составили 11,6; 14,2 и 16,8 ГДж/га, возрастая при внесении повышенных доз удобрений (табл. 1). Согласно исследованиям [13], это связано с дополнительными затратами на закупку минеральных удобрений.

Совокупный сбор общей энергии (выход валовой энергии с урожаем основной продукции) наблюдался и изменялся в благоприятные годы (табл. 2): у сорта Красноярская 12 – от 44,5 ГДж/га в контроле до 64,6 ГДж/га с дозой удобрения N₉₀P₃₀K₃₀; сорта Канская – от

45,0 ГДж/га в контроле до 63,1 ГДж/га с увеличением минерального питания и у Новосибирской 31 – от 44,8 до 63,2 ГДж/га.

В неблагоприятные годы сбор общей энергии составлял: у сорта Красноярская 12 – от 30,1 ГДж/га с дозой удобрения N₉₀P₃₀K₃₀ до 36,8 ГДж/га в контроле; у сорта Канская в контроле – от 29,9 ГДж/га с дозой удобрения N₉₀P₃₀K₃₀ до 38,4 ГДж/га; у сорта Новосибирская 31 – от 26,7 ГДж/га с дозой удобрения N₉₀P₃₀K₃₀ до 30,9 ГДж/га в контроле.

Прирост общей энергии (разница затрат совокупной энергии и совокупного сбора общей энергии) на всех вариантах в благоприятные годы составил у сорта Красноярская 12 от 32,9 на контроле до 47,8 Гд/га в варианте с дозой удобрения N₉₀P₃₀K₃₀; у сорта Канская – от 33,4 до 46,3 Гд/га и у Новосибирской 31 – от 33,2 до 46,5 Гд/га соответственно. В неблагоприятные годы прирост на контрольных делянках составил 25,3-29,3 Гд/га. На вариантах с применением дозы N₉₀P₃₀K₃₀ прирост у сортов уменьшался до 13,2; 13,1 и 13,9 Гд/га.

Таблица 2

Биоэнергетическая оценка производства семян сортов пшеницы при различных дозах удобрений, 2021, 2023 гг.; 2020, 2024 гг.

Сорта	Вариант	Совокупный сбор общей энергии, ГДж/га		Прирост общей энергии, ГДж/га		Биоэнергетический коэффициент	
		2021, 2023 гг.	2020, 2024 гг.	2021, 2023 гг.	2020, 2024 гг.	2021, 2023 гг.	2020, 2024 гг.
Красноярская 12	Контроль	44,5	36,8	32,9	25,3	3,64	3,19
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	60,3	33,1	46,1	14,8	4,25	2,05
	N ₉₀ P ₃₀ K ₃₀	64,6	30,1	47,8	13,2	3,95	1,79
Канская	Контроль	45,0	38,4	33,4	26,7	3,69	3,32
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	59,6	31,7	45,4	17,5	4,21	2,24
	N ₉₀ P ₃₀ K ₃₀	63,1	29,9	46,3	13,1	3,96	1,78
Новосибирская 31	Контроль	44,8	30,9	33,2	29,3	3,68	2,67
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	60,6	32,1	46,4	17,8	4,28	2,26
	N ₉₀ P ₃₀ K ₃₀	63,2	26,7	46,5	13,9	3,97	1,53
HCP _{0,5} сорт – 0,2; HCP _{0,5} удобрения – 1,2; HCP _{0,5} год – 2,1							

Коэффициент энергетической эффективности (выход валовой энергии на единицу совокупных энергетических затрат) изменялся по вариантам в благоприятные годы следующим образом: у сорта Новосибирская 31 – от 3,68 в контроле до 4,28 при дозе N₆₀P₃₀K₃₀ и снижался при N₉₀P₃₀K₃₀ до 3,97 у сорта Канская от 3,69 до 4,21 и затем 3,96; у сорта Красноярская 12 – от 3,644 до 4,25 и снижение при большей дозе до 3,95. В неблагоприятные годы значение коэффициентов значительно уменьшались, особенно в вариантах с применением удобрений: у Новосибирской 31 – с 2,67 до 1,79; Канской – с 3,32 до 1,78; Красноярской 12 – с 3,19 до 1,79.

Таким образом, при возделывании культур с высокой дозой удобрений энергетическая эффективность снижалась, в связи с высокой стоимостью азотных удобрений, а также вероятностью снижения урожайности из-за полегания растений или неравномерного созревания.

Заключение

При внесении удобрений у всех сортов пшеницы повышалась урожайность от 0,9 до 1,2 т/га по сравнению с контролем в благоприятные 2021, 2023 гг. и снижалась на 0,3-0,5 т/га в неблагоприятные 2020, 2024 гг.

Затраты совокупной энергии составили 11,6; 14,2 и 16,8 ГДж/га, возрастая при внесении повышенных доз удобрений.

В благоприятные годы совокупный сбор общей энергии был максимальным: от 44,5 ГДж/га в контроле до 64,6 ГДж/га у сорта Краснояр-

ская 12 с дозой удобрения N₉₀P₃₀K₃₀. В неблагоприятные годы совокупный сбор был значительно ниже и уменьшался во всех вариантах с применением удобрений на 4,0-9,5 ГДж/га для всех сортов.

В благоприятные 2021, 2023 гг. во всех вариантах прирост общей энергии изменялся от 32,2 на контроле до 47,8 ГДж/га в варианте с дозой удобрения N₉₀P₃₀K₃₀. В неблагоприятные годы прирост на контрольных делянках составил 25,3-29,3 ГДж/га, на вариантах с применением дозы N₉₀P₃₀K₃₀ уменьшался – 13,1-13,9 ГДж/га.

Коэффициент энергетической эффективности изменялся по вариантам в благоприятные годы следующим образом: от 3,68 в контроле до 4,28 при дозе N₆₀P₃₀K₃₀ и снижался до 3,95 при N₉₀P₃₀K₃₀. В неблагоприятные годы коэффициенты снижались в вариантах с применением удобрений у Новосибирской 31 – с 2,67 до 1,79; Канской – с 3,32 до 1,78; Красноярской 12 – с 3,19 до 1,79.

Библиографический список

1. Kozulina, N., Lipshin, A., Butkovskaya, L., et al. (2023). Spring wheat seed production in Krasnoyarsk region. E3S Web of Conferences. 390. DOI: 10.1051/e3sconf/202339001021.
2. Влияние удобрений и погодных условий на формирование урожая яровой пшеницы на осушаемых землях / Л. И. Петрова, Ю. И. Митрофанов, Н. К. Первушкина, В. Н. Лапушкина. – Текст: непосредственный // Земледелие. – 2020. – № 4. – С. 12-15.

3. Параметры адаптивности и показатели качества яровой твердой пшеницы в степной зоне Ростовской области / В. П. Кадушкина, М. А. Фоменко, С. А. Коваленко, О. В. Бирюкова. – Текст: непосредственный // Зерновое хозяйство России. – 2024. – № 16 (4). – С. 97-104.
4. Волынкина, О. В. Влияние удобрения, предшественника и срока посева на продуктивность яровой пшеницы в трехпольных севооборотах / О. В. Волынкина, А. Н. Притчин. – Текст: непосредственный // Агрохимия. – 2024. – № 11. – С. 19-25.
5. Lekfeldt, J., Rex, M., Mercl, F., et al. (2016). Effect of bioeffectors and recycled P-fertiliser products on the growth of spring wheat. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. 3. DOI: 10.1186/s40538-016-0074-4.
6. Сапега, В. А Урожайность и адаптивность сортов яровой пшеницы различных групп спелости в условиях лесостепи Северного Зауралья / В. А. Сапега, Г. Ш. Турсумбекова. – Текст: непосредственный // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2022. – № 3. – С. 67-75.
7. Кудашкин, П. И. Влияние препаратов БиоВайс и ТурМакс на продуктивность яровой пшеницы в условиях северной лесостепи Приобья / П. И. Кудашкин, Н. Д. Бондаренко, Н. Г. Власенко. – Текст: непосредственный // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2022. – № 2. – С. 26-32.
8. Еремина, И. Г. Биоэнергетическая эффективность севооборота при новом способе освоения залежных земель / И. Г. Еремина, Н. В. Кутькина. – Текст: непосредственный // Вестник АПК Верхневолжье. – 2018. – № 4. – С. 38-43.
9. Методические указания по энергетической оценке технологий возделывания сельскохозяйственных культур / составитель П. Ф. Сутыгин. – Ижевск ИжГСХА, 1997. – 37 с. – Текст: непосредственный.
10. Лапина, Е. Н. Экономическая и биоэнергетическая эффективность технологии возделывания льна масличного / Е. Н. Лапина, М. В. Карпова, Н. В. Рознина. – Текст: непосредственный // Актуальные вопросы современной экономики. – 2021. – № 4. – С. 380-386
11. Жеряков, Е. В. Экономическая и энергетическая эффективность технологических приемов возделывания ярового рапса / Е. В. Жеряков, А. С. Лыкова. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2011. – № 10 (33). – С. 211-213.
12. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям / Б. А. Доспехов. – Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. – Москва: Альянс, 2011. – 350 с. – Текст: непосредственный.
13. Образцов, В. Н. Экономическая эффективность и биоэнергетическая оценка применения минеральных азотных удобрений на семенных посевах фестулы / В. Н. Образцов, Д. И. Щедрина, В. В. Кондратов. – Текст: непосредственный // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4. – С. 14-20.

References

1. Kozulina, N., Lipshin, A., Butkovskaya, L., et al. (2023). Spring wheat seed production in Krasnoyarsk region. *E3S Web of Conferences*. 390. DOI: 10.1051/e3sconf/202339001021.
2. Petrova, L. I. Vliyanie udobrenii i pogodnykh usloviy na formirovanie urozhaiia iarovoii pshenitsy na osushaemykh zemliakh / L. I. Petrova, Iu. I. Miftrofanov, N. K. Pervushina, V. N. Lapushkina // Zemledelie. – 2020. – No. 4. – S. 12–15.
3. Kadushkina, V. P. Parametry adaptivnosti i pokazateli kachestva iarovoii tverdoi pshenitsy v stepnoi zone Rostovskoi oblasti / V. P. Kadushkina, M. A. Fomenko, S. A. Kovalenko, O. V. Biriukova // Zernovoe khoziaistvo Rossii. – 2024. – No. 16 (4). – S. 97-104.
4. Volynkina, O. V. Vliyanie udobreniiia, predshествennika i sroka poseva na produktivnost iarovoii pshenitsy v trekhpolnykh sevooborotakh /

O. V. Volynkina, A. N. Pritchin // Agrokhimiia. – 2024. – No. 11. – S. 19-25.

5. Lekfeldt, J., Rex, M., Mercl, F., et al. (2016). Effect of bioeffectors and recycled P-fertiliser products on the growth of spring wheat. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. 3. DOI: 10.1186/s40538-016-0074-4.

6. Sapega, V. A. Urozhainost i adaptivnost sortov iarovoи pshenitsy razlichnykh grupp spelosti v usloviakh lesostepi Severnogo Zauralia / V. A. Sapega, G. Sh. Turumbekova // Vestnik NGAU (Novosibirskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet). – 2022. – No. 3. – S. 67-75.

7. Kudashkin, P. I. Vliianie preparatov BioVais i TurMaks na produktivnost iarovoи pshenitsy v usloviakh severnoi lesostepi Priobia / P. I. Kudashkin, N. D. Bondarenko, N. G. Vlasenko // Vestnik NGAU (Novosibirskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet). – 2022. – No. 2. – S. 26-32.

8. Eremina, I. G. Bioenergeticheskaiia effektivnost sevooborota pri novom sposobe osvoeniia zalezhnykh zemel / I. G. Eremina, N. V. Kutkina // Vestnik APK Verkhnevolzhia. – 2018. – No. 4. – S. 38-43

9. Metodicheskie ukazaniia po energeticheskoi otsenke tekhnologii vozdelyvaniia s.-kh. kultur /

sost. Sutygin P.F. – Izhevsk IzhGSKhA, 1997. – 37 s.

10. Lapina, E. N. Ekonomicheskaiia i bioenergeticheskaiia effektivnost tekhnologii vozdelyvaniia lna maslichnogo / E. N. Lapina, M. V. Karpova, N. V. Roznina // Aktualnye voprosy sovremennoi ekonomiki. – 2021. – No. 4. – S. 380-386.

11. Zheriakov, E. V. Ekonomicheskaiia i energeticheskaiia effektivnost tekhnologicheskikh prie-mov vozdelyvaniia iarovogo rapsa / E. V. Zheriakov, A. S. Lykova // Molodoi uchenyi. – 2011. – No. 10 (33). – S. 211-213.

12. Dospekhov, B. A. Metodika polevogo opyta: (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovanii): uchebnik dlia studentov vysshikh selskokhoziaistvennykh uchebnykh zavedenii po agronomicheskim spetsialnostiam / B. A. Dospekhov. – Izd. 6-e, ster., perepech. s 5-go izd. 1985 g. – Moskva: Alians, 2011. – 350 s.

13. Obraztsov, V.N. Ekonomicheskaiia effektivnost i bioenergeticheskaiia otsenka primeneniia mineralnykh azotnykh udobrenii na semennykh posevakh festuloluma / V. N. Obraztsov, D. I. Shchedrina, V. V. Kondratov // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – No. 4. – S. 14-20.

