

**АГРОХИМИЯ, АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ,  
ЗАЩИТА И КАРАНТИН РАСТЕНИЙ**

**AGROCHEMISTRY, AGRONOMIC SOIL SCIENCE,  
PLANT PROTECTION AND QUARANTINE**

**Научная статья**

УДК: 633.2:631.82(571.61)

EDN: OQEARX

<https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-3-39-45>

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ  
ПРИЁМОВ ВЫРАЩИВАНИЯ ЯРОВОГО ТРИТИКАЛЕ В АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Алексей Александрович Муратов<sup>1</sup>, Наталья Юрьевна Иванова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Дальневосточный аграрный университет, Благовещенск, Россия, [nic\\_dalgau@mail.ru](mailto:nic_dalgau@mail.ru)

<sup>2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт сои, г. Благовещенск, Россия, [nauka@vniisoi.ru](mailto:nauka@vniisoi.ru)

**Аннотация.** В статье дана сравнительная оценка энергетической эффективности возделывания ярового тритикале при внесении различных доз минеральных удобрений, применении сроков и способов уборки урожая в условиях Амурской области. Расчёт показателей энергетической эффективности возделывания тритикале производили на основе сравнения совокупных затрат энергии на выращивание растений и количества энергии, полученной с урожаем. Результаты расчётов показали, что в опытах с внесением различных доз минеральных удобрений при возделывании тритикале все варианты по показателю биоэнергетической эффективности являются выгодными с энергетической точки зрения. Однако наиболее энергетически эффективным из рассмотренных вариантов являлся вариант без внесения удобрений, при котором темп увеличения энергетических затрат (38,1 %) преобладает над ростом объёмов энергии, полученной с урожаем (24,6 %). Уборка тритикале 18 августа отдельным способом энергетически эффективнее по сравнению с уборкой, проводимой прямым комбайнированием и сроке 11 августа: биоэнергетический коэффициент выращивания зерна тритикале в данном случае на 0,02...0,21 был выше, чем в других вариантах.

**Ключевые слова:** энергетическая эффективность, яровой тритикале, минеральные удобрения, срок уборки, способ уборки.

**Для цитирования:** Муратов А. А., Иванова Н. Ю. Сравнительный анализ энергетической эффективности агротехнических приёмов выращивания ярового тритикале в Амурской области // Агронаука. 2024. Том 2. № 3. С. 39–45. <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-3-39-45>

**Original article**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF ENERGY EFFICIENCY OF AGROTECHNICAL METHODS FOR GROWING  
SPRING TRITICALE IN THE AMUR REGION**

**Alexey A. Muratov<sup>1</sup>, Natalya Y. Ivanova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia, [nic\\_dalgau@mail.ru](mailto:nic_dalgau@mail.ru)

<sup>2</sup>All-Russian Scientific Research Institute of Soybeans, Blagoveshchensk, Russia, [nauka@vniisoi.ru](mailto:nauka@vniisoi.ru)

**Abstract.** The article provides a comparative assessment of the energy efficiency of spring triticale cultivation with the application of different doses of mineral fertilizers, and the use of harvesting dates and methods in the Amur Region. The energy efficiency indicators of triticale cultivation were calculated based on a comparison of the total energy costs of plant cultivation and the amount of energy obtained with the

© Муратов А. А., Иванова Н. Ю., 2024

harvest. The calculation results showed that in experiments with the application of different doses of mineral fertilizers during triticale cultivation, all options in terms of bioenergy efficiency are advantageous from an energy point of view. However, the most energy efficient of the options considered was the option without fertilizer application, in which the rate of increase in energy costs (38.1 %) prevails over the growth of energy volumes obtained with the harvest (24.6 %). Harvesting triticale on August 18 using the separate method is more energy efficient compared to harvesting carried out using direct combining and on August 11: the bioenergy coefficient of growing triticale grain in this case was 0.02...0.21 higher than in other options.

**Keywords:** energy efficiency, spring triticale, mineral fertilizers, harvesting time, harvesting method.

**For citation:** Muratov AA, Ivanova NY. Sravnitel'nyi analiz energeticheskoi effektivnosti agrotekhnicheskikh priemov vyrashchivaniya yarovogo tritikale v Amurskoi oblasti [Comparative analysis of energy efficiency of agrotechnical methods for growing spring triticale in the Amur region]. *Agronauka. Agrosience*. 2024;2:3:39-45. (in Russ.). <https://doi.org/10.24412/2949-2211-2024-2-3-39-45>

## Введение

В современных экономических условиях эффективность производственной деятельности предприятия зависит от цен на сырье, горюче-смазочных материалов, материальных ресурсов, электроэнергии, – что, в конечном счёте, влияет на стоимость получаемой продукции. Экономические показатели постоянно изменяются, что не позволяет достоверно оценить эффективность отдельных технологических приёмов возделывания культур и выбрать наиболее приемлемые. Биоэнергетическая оценка технологии производства продукции позволяет выбрать наиболее эффективные технологические приёмы выращивания сельскохозяйственных культур [1].

По данным многих исследователей, применение средств химизации при выращивании сельскохозяйственных культур приводит к увеличению энергетических затрат, то есть пропорционально повышению интенсивности агротехнологий [2, 3, 4]. Однако внесение удобрений обеспечивает и увеличение количества энергии, содержащееся в полученной прибавке урожая [5, 6]. На уровень энергетической эффективности оказывают влияние различные агротехнологические приёмы возделывания сельскохозяйственных культур [7, 8, 9].

Обобщающим показателем энергетической эффективности возделывания культур является биоэнергетический коэффициент – отношение валовой энергии, полученной с урожаем, к суммарным затратам. Технология возделывания культуры будет эффективной, если данный коэффициент больше

единицы. Разработка более эффективных технологий их возделывания должна опираться на оценку энергетической эффективности в части снижения затрат ресурсов и энергии на производство единицы продукции или в расчёте на единицу площади [10, 11].

**Цель исследования** – сравнительная оценка энергетической эффективности применения минеральных удобрений, сроков и способов уборки ярового тритикале. Объект исследования – яровой тритикале. Предмет исследования – влияние агротехнологических приёмов на энергетическую эффективность выращивания тритикале.

## Условия, материалы и методы

Исследования эффективности выращивания ярового тритикале были проведены на базе Дальневосточного аграрного университета: по срокам и способам уборки ярового тритикале (2014–2016 гг.), по использованию схемы минерального питания (2016–2019 гг.).

Опытные участки расположены в южной зоне Амурской области. Почва – луговая черноземовидная, среднemocная, с мощностью гумусового слоя (A1+AB) 20...30 см. Содержание гумуса низкое – 2,1...4,0 %. Средневзвешенный показатель содержания фосфора в почве составил 108 мг/кг, подвижного калия – 201 мг/кг. Предшественник – соя. Семена высевали сеялкой СН-16 в агрегате с трактором Dongfeng рядовым способом с междурядьями 15 см, при норме посева 5 млн шт./га. Погодные условия в годы проведения исследования различа-

лись по интенсивности тепла и количеству выпавших осадков. В 2015 г. отмечен недостаток тепла весной и большое количество осадков в июле. Более благоприятные условия для возделывания тритикале сложились в 2014 и 2016 гг. Гидротермический коэффициент за период вегетации 2017 г. составил 1,5, что характеризуется оптимальным увлажнением, а 2018 и 2019 гг. – 2,0 и 1,9, соответственно, что свидетельствует об избыточном увлажнении. Исследования проводили в соответствии с общепринятой методикой полевого опыта [12]. Энергетический анализ технологии выращивания растений выполняли согласно технологическим картам на основе нормативных значений. Энергетическую эффективность возделывания тритикале рассчитывали на основе сравнения совокупных затрат энергии на выращивание растений и количества энергии, получаемой с урожаем.

### Результаты и обсуждение

Расчёт энергетической эффективности учитывал такие показатели, как количество затраченной энергии на возделывание тритикале ( $E_{затр.}$ ), суммарный объём полученной энергии с урожаем зерна ( $E_{получ.}$ ), чистый энергетический доход ( $\Delta E$ ), который определялся как разница между полученной с урожаем и израсходованной на его получение энергией:

$$\Delta E = E_{получ.} - E_{затр.} \quad (1)$$

Коэффициент энергетической эффективности ( $K_{эф}$ ) рассчитывали как отношение чистого энергетического дохода к затратам энергии:

$$K = \Delta E / E_{затр.} \quad (2)$$

Биоэнергетический коэффициент ( $K_{бэ}$ ), или, другими словами, коэффициент полезного действия (КПД), посева – отношение энергии, полученной с урожаем, к энергозатратам:

$$K_{бэ} = E_{получ.} / E_{затр.} \quad (3)$$

Энергетическую себестоимость зерна ( $C_y$ ) определяли, как отношение энергетических затрат на единицу урожая ( $У$ ):

$$C_y = E_{затр.} - У. \quad (4)$$

Внесение различных доз минеральных удобрений при выращивании тритикале обусловило рост энергетических затрат в расчёте на 1 га (таблица 1). При этом, с увеличением дозы внесённых минеральных удобрений, возрастал и расход энергии. Так, при внесении удобрений в дозе  $N_{30}$  увеличение энергозатрат по сравнению с контролем составило 3,25 ГДж/га (14,8 %). Дальнейшее увеличение дозы внесённых минеральных удобрений способствовало повышению затрат энергии на 20, 0, 32,6 и 38,1 % в зависимости от варианта, с максимальным значением в варианте с наибольшим объёмом внесения удобрений –  $N_{60}P_{60}$ .

Внесение удобрений способствовало повышению сбора зерна тритикале и, как следствие, увеличению количества полученной энергии. При этом наблюдается прямая зависимость объёмов выращенного зерна тритикале и объёма полученной энергии. В варианте с максимальной урожайностью зерна объёмом 3,34 т/га количество дополнительно полученной энергии составило 24,6 % по сравнению с контролем (таблица 1).

Увеличение дозы внесения удобрений привело к росту энергетической себестоимости. Так, при внесении азота в дозе 30 кг д.в. на 1 га энергетическая себестоимость, по сравнению с контролем, увеличилась на 0,15 ГДж/т. Дальнейшее увеличение дозы вносимых удобрений показало рост данного показателя на 0,42...0,89 ГДж/т. Чистый энергетический доход в расчёте на 1 га в вариантах с внесением минеральных удобрений превышал контрольные значения на 1,66...2,56 ГДж/га, в расчёте на 1 т зерна был ниже контрольного показателя на 0,15...0,88 ГДж (таблица 1).

Внесение удобрений повлияло на сокращение значений коэффициента энергетической эффективности вследствие преобладания роста затрат энергии при возрастании дозы вносимых удобрений над увеличением чистого энергетического дохода. Так, при внесении максимальной дозы удобрений ( $N_{60}P_{60}$ ) рост энергозатрат составил 38,1 %, тогда как чистый энергодоход увеличился только на 10,3 %. Наибольший биоэнергетический коэффициент достигнут

в варианте без внесения удобрений. Значение данного показателя в вариантах с применением удобрений было ниже контроля на 0,03...0,19 ед. Однако, во всех вариантах значения данного показателя были выше 1,

и, следовательно, выращивание тритикале – энергетически эффективным: на 1 ГДж затраченной энергии было получено от 1,94 (в контроле) до 1,75 ГДж (в варианте с применением дозы удобрений N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>) (таблица 1).

**Таблица 1 – Энергетическая оценка применения разных доз минеральных удобрений в посевах ярового тритикале, 2016–2019 гг.**

**Table 1 – Energy assessment of the use of different doses of mineral fertilizers in spring triticale crops, 2016–2019**

Показатель	Контроль	N <sub>30</sub>	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>
Затрачено энергии, ГДж/га	21,98	25,23	26,38	29,14	30,36
Урожайность, т/га	2,68	3,02	3,06	3,29	3,34
Получено энергии, ГДж/га	42,72	48,14	48,78	52,44	53,24
Энергетическая себестоимость, ГДж/т	8,20	8,35	8,62	8,86	9,09
Чистый энергетический доход, ГДж/га	20,74	22,91	22,40	23,30	22,88
Чистый энергетический доход, ГДж/т	7,73	7,58	7,32	7,08	6,85
Коэффициент энергетической эффективности	0,94	0,91	0,85	0,80	0,75
Биоэнергетический коэффициент	1,94	1,91	1,85	1,80	1,75

При сравнительной оценке показателей энергетической эффективности различных способов и сроков уборки ярового тритикале выявлено, что наибольшее количество затрат энергии пришлось на вариант с уборкой 11 августа прямым комбайнированием и составило 23,63 ГДж/га. Рост энергозатрат

в данном случае был обусловлен повышенной влажностью зерна тритикале при уборке, и, как следствие, затратами энергии на его дополнительную сушку. Наименьшее количество энергии было затрачено при уборке 18 августа прямым комбайнированием – 23,05 ГДж/га (таблица 2).

**Таблица 2 – Оценка энергетической эффективности применения сроков и способов уборки ярового тритикале, 2014–2016 гг.**

**Table 2 – Evaluation of energy efficiency of the timing and methods of harvesting spring triticale, 2014–2016**

Показатель	11 августа		18 августа	
	Уборка прямым комбайнированием	Уборка отдельным способом	Уборка прямым комбайнированием	Уборка отдельным способом
Затрачено энергии, ГДж/га	23,63	23,35	23,05	23,41
Урожайность, т/га	2,07	2,33	2,33	2,37
Получено энергии, ГДж/га	33,00	37,14	37,14	37,78
Энергетическая себестоимость, ГДж/т	11,42	10,02	9,89	9,88
Чистый энергетический доход, ГДж/га	9,37	13,79	14,09	14,37
Коэффициент энергетической эффективности	0,40	0,59	0,61	0,61
Биоэнергетический коэффициент	1,40	1,59	1,61	1,61

Проведение уборки тритикале отдельным способом 11 августа было энергетически эффективнее: энергетическая себестоимость ниже на 1,4 ГДж/т, чистый энергетический доход больше на 4,42 ГДж/

га, а коэффициенты биоэнергетический и энергетической эффективности – выше на 0,19 ед., соответственно (таблица 2).

Уборка 18 августа отдельным способом показала наибольший сбор зерна с 1

га (2,37 т/га) и, соответственно, большее количество полученной энергии (37,78 ГДж/га), по сравнению с другими вариантами. При этом способе и сроке уборки выявлена наименьшая энергетическая себестоимость зерна тритикале – 9,88 ГДж/т, наибольший чистый энергетический доход – 14,37 ГДж/га и коэффициент энергетической эффективности – 1,61 (таблица 2).

### Выводы

В опытах с внесением различных доз минеральных удобрений при возделывании тритикале все варианты по показателю биоэнергетической эффективности являются

выгодными с энергетической точки зрения. Однако энергетически эффективнее, из рассмотренных вариантов, был вариант без внесения удобрений, вследствие преобладания в других вариантах темпа увеличения энергетических затрат (38,1 %) над ростом объемов энергии, полученной с урожаем (24,6 %).

В условиях Амурской области уборка тритикале 18 августа отдельным способом энергетически эффективнее: по сравнению с прямым комбайнированием и сроком уборки 11 августа биоэнергетический коэффициент выращивания зерна тритикале выше на 0,02...0,21, чем в других вариантах.

### Список источников

1. Садовой А. С., Барановский А. В. Биоэнергетическая оценка применения регуляторов роста растений на посевах проса в условиях Донбасса // *Зерновое хозяйство России*. 2021. № 1(73). С. 63–67. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2021-73-1-63-67>.
2. Энергетическая эффективность комплексного применения средств химизации при возделывании озимой пшеницы / А. М. Алиев, Е. Н. Старостина, Н. А. Кирпичников, Г. А. Ивашенков // *Плодородие*. 2018. № 5 (104). С. 29–31. EDN VJWUD.
3. Экономико-энергетическая эффективность доз минеральных удобрений при возделывании озимой пшеницы в севооборотах Центрально-Чернозёмного региона / И. И. Гуреев, А. В. Гостев, Л. Б. Нитченко [и др.] // *Достижения науки и техники АПК*. 2023. Т. 37, № 3. С. 16–21. [https://doi.org/10.53859/02352451\\_2023\\_37\\_3\\_16](https://doi.org/10.53859/02352451_2023_37_3_16). EDN SJASLL.
4. Васильев О. А., Андреева О. Е., Ильин А. Н. Энергетическая эффективность органических и минеральных удобрений в звене севооборота // *Вестник Чувашского государственного аграрного университета*. 2023. № 2(25). С. 26–30. <https://doi.org/10.48612/vch/t8u6-r551-dp5k>. EDN CNLDMS.
5. Лазаров Т. К., Ханикаев Б. Р., Цуциев Р. А. Энергетическая эффективность применения удобрений под озимую пшеницу на выщелоченных чернозёмах // *Инновационные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы Всероссийской научно-практической конференции в честь 90-летия факультета технологического менеджмента, Владикавказ, 14–16 ноября 2019 года*. 2019. Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, Том 1. С. 42–44. EDN BASPSJ.
6. Берестов И. И., Долгова Е. Л. Энергетическая эффективность технологии возделывания и уборки яровой мягкой пшеницы в зависимости от сорта и доз азота // *Земледелие и селекция в Беларуси*. 2022. № 58. С. 111–118. EDN ELAXPG.
7. Влияние технологии возделывания залежных земель на урожайность и энергетическую эффективность выращивания зерновых культур в условиях юго-востока Волго-Вятского региона / А. В. Ивенин, В. В. Ивенин, К. В. Шубина, А. П. Саков // *Аграрная наука*. 2022. № 7–8. С. 121–125. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-212-125>. EDN TWVFMK.
8. Золотарев В. Н. Состояние семеноводства и агроэнергетическая оценка эффективности производства семян овсяницы красной // *Адаптивное кормопроизводство*. 2020. № 3. С. 25–39. <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2020-3-25-39>. EDN NGDNBG.
9. Дедов А. В., Шевченко В. А. Влияние способов основной обработки почвы, удобрений на агрофизические свойства почвы, урожайность и энергетическую эффективность выращивания ячменя // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2023. Т. 16, № 1 (76). С. 13–25. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_13](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_13). EDN OMAYTU.
10. Будько А. С. Биоэнергетическая эффективность возделывания озимой мягкой пшеницы // *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2022. № 2. С. 148–152. EDN XLCJBL.

11. Мельников Р., Берестов И. Экономическая и энергетическая эффективность применения азотного удобрения на посевах сортов и образцов яровой мягкой пшеницы // Аграрная экономика. 2020. № 4 (299). С. 59–65. EDN ROCJUT.

12. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. Москва: Альянс, 2014. 351 с.

### References

1. Sadovoi AS. Bioenergeticheskaya otsenka primeneniya regulyatorov rosta rastenii na posevakh prosa v usloviyakh Donbassa [Bioenergetic assessment of the use of plant growth regulators on millet crops in the conditions of Donbass]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii. Grain Economy of Russia*. 2021;1:73:63–67. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2021-73-1-63-67>. (in Russ.).

2. Aliev AM, Starostina EN, Kirpichnikov NA, Ivashenkov GA. Energeticheskaya effektivnost' kompleksnogo primeneniya sredstv khimizatsii pri vozdelevanii ozimoi pshenitsy [Energy efficiency of the integrated use of chemicals in the cultivation of winter wheat]. *Plodorodie. Fertility*. 2018;5:104:29–31. EDN VJVVUD. (in Russ.).

3. Gureev II, Gostev AV, Nitchenko LB. et. al. Ekonomiko-energeticheskaya effektivnost' doz mineral'nykh udobrenii pri vozdelevanii ozimoi pshenitsy v sevooborotakh Tsentral'no-Chernozemnogo regiona [Economic and energy efficiency of mineral fertilizer doses in winter wheat cultivation in crop rotations of the Central Black Earth Region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK. Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2023;37:3:16–21. [https://doi.org/10.53859/02352451\\_2023\\_37\\_3\\_16](https://doi.org/10.53859/02352451_2023_37_3_16). EDN SJASLL. (in Russ.).

4. Vasil'ev OA, Andreeva OE, Il'in AN. Energeticheskaya effektivnost' organicheskikh i mineral'nykh udobrenii v zvene sevooborota [Energy efficiency of organic and mineral fertilizers in the crop rotation link]. *Vestnik Chuvashskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. Bulletin of the Chuvash State Agrarian University*. 2023;2:25:26–30. <https://doi.org/10.48612/vch/t8u6-r551-dp5k>. EDN CNLDMS. (in Russ.).

5. Lazarov TK, Khanikaev BR, Tsutsiev RA. Energeticheskaya effektivnost' primeneniya udobrenii pod ozimuyu pshenitsu na vyshchelochennykh chernozemakh [Energy efficiency of fertilizer application for winter wheat on leached chernozems]. *Innovatsionnye tekhnologii proizvodstva i pererabotki sel'skokhozyaistvennoi produktsii: materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii v chest' 90-letiya fakul'teta tekhnologicheskogo menedzhmenta, Vladikavkaz, 14–16 Noyabrya 2019 goda. Innovative technologies for production and processing of agricultural products: Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference in honor of the 90th anniversary of the Faculty of Technological Management, Vladikavkaz, November 14–16, 2019*. 2019. Vladikavkaz: Gorskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, Tom 1. S. 42–44. EDN BASPSJ. (in Russ.).

6. Berestov II, Dolgova EL. Energeticheskaya effektivnost' tekhnologii vozdelevaniya i uborki yarovoi myagkoi pshenitsy v zavisimosti ot sorta i doz azota [Energy efficiency of cultivation and harvesting technology of spring soft wheat depending on the variety and doses of nitrogen]. *Zemledelie i selektsiya v Belarusi. Agriculture and breeding in Belarus*. 2022;58:111–118. EDN ELAXPG. (in Russ.).

7. Ivenin AV, Ivenin VV, Shubina KV, Sakov AP. Vliyanie tekhnologii vozdelevaniya zaleznykh zemel' na urozhainost' i energeticheskuyu effektivnost' vyrashchivaniya zernovykh kul'tur v usloviyakh yugo-vostoka Volgo-Vyatskogo regiona [The influence of fallow land cultivation technology on the yield and energy efficiency of growing grain crops in the south-east of the Volga-Vyatka region]. *Agrarnaya nauka. Agrarian science*. 2022;7–8:121–125. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-212-125>. EDN TWVFMK. (in Russ.).

8. Zolotarev VN. Sostoyanie semenovodstva i agroenergeticheskaya otsenka effektivnosti proizvodstva semyan ovsyantsy krasnoi [The state of seed production and agroenergetic assessment of the efficiency of red fescue seed production]. *Adaptivnoe kormoproizvodstvo. Adaptive forage production*. 2020;3:25–39. <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2020-3-25-39>. EDN NGDNBG. (in Russ.).

9. Dedov AV, Shevchenko VA. Vliyanie sposobov osnovnoi obrabotki pochvy, udobrenii na agrofizicheskie svoystva pochvy, urozhainost' i energeticheskuyu effektivnost' vyrashchivaniya yachmenya [Influence of primary tillage methods, fertilizers on the agrophysical properties of the soil, yield and energy efficiency of barley cultivation]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. Bulletin of the Voronezh State Agrarian University*. 2023;16:1:76:13–25. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_1\\_13](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_1_13). EDN OMAYTU. (in Russ.).

10. Bud'ko AS. Bioenergeticheskaya effektivnost' vozdelevaniya ozimoi myagkoi pshenitsy [Bioenergetic efficiency of winter soft wheat cultivation]. *Vestnik Belorusskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*. 2022;2: 148–152. EDN XLCJBL. (in Russ.).

11. Mel'nikov R, Berestov I. Ekonomicheskaya i energeticheskaya effektivnost' primeneniya azotnogo udobreniya na posevakh sortov i obraztsov yarovoi myagkoi pshenitsy [Economic and energy efficiency

of applying nitrogen fertilizer to crops of spring soft wheat varieties and samples]. *Agrarnaya ekonomika. Agrarian Economy*. 2020;4:299:59–65. EDN ROCJUT. (in Russ.).

12. Dospikhov BA. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]*. 5th ed., revised. and additional. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p. (in Russ.).

#### **Информация об авторах**

А. А. Муратов – канд. с.-х. наук, руководитель группы НТР;

Н. Ю. Иванова – канд. с.-х. наук, заместитель д-ра по НИР

**Статья поступила в редакцию 12.09.2024;  
одобрена после рецензирования 13.09.2024;  
принята к публикации 16.09.2024**

#### **Information about the authors**

A. A. Muratov – Cand. of Agri. Sci., Head of the Scientific and Technological Revolution group;

N. Yu. Ivanova – Cand. of Agri. Sci., Deputy Dir. for Research

**The article was submitted 12.09.2024;  
approved after reviewing 13.09.2024;  
accepted for publication 16.09.2024**