

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО/GENERAL AGRICULTURE AND CROP PRODUCTION

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.164.82>

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И НЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ ЖИДКИМИ КОМПЛЕКСНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ В ПОСЕВАХ ЯЧМЕНЯ

Научная статья

Каргин В.И.^{1,*}, Якомаскин С.С.², Каргин И.В.³¹ ORCID : 0000-0001-6313-993X;² ORCID : 0009-0003-2180-0904;³ ORCID : 0009-0001-8645-6679;^{1, 2, 3} Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, Саранск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (karginvi[at]yandex.ru)

Аннотация

Эффективность сельскохозяйственного производства представляет собой важный индикатор, который характеризуется соотношением экономических результатов и затрат на производство сельскохозяйственной продукции. В период с 2020–2022 гг. был проведен полевой двухфакторный опыт, целью которого является всесторонний анализ воздействия минеральных удобрений и некорневой подкормки жидкими комплексными удобрениями «Агрис» марки «АзотКалий» на урожайность и качество зерна ярового ячменя. Оценка экономической эффективности производства ячменя проводилась по ряду ключевых показателей, которые включали: урожайность зерна ячменя, измеряемую в тоннах на гектар; прирост урожая, выраженный в рублях; дополнительные затраты на гектар в рублях; стоимость дополнительно полученного зерна по ценам реализации на гектар в рублях; окупаемость дополнительных затрат в процентах; а также прибыль (чистый доход) на гектар в рублях.

Ключевые слова: минеральные удобрения, некорневая подкормка, жидкие комплексные удобрения, экономические показатели, ячмень, коэффициент энергетической эффективности.

ECONOMIC AND ENERGY EFFICIENCY OF MINERAL FERTILISERS AND FOLIAR NUTRITION WITH LIQUID COMPLEX FERTILISERS IN BARLEY CROPS

Research article

Kargin V.I.^{1,*}, Yakomaskin S.S.², Kargin I.V.³¹ ORCID : 0000-0001-6313-993X;² ORCID : 0009-0003-2180-0904;³ ORCID : 0009-0001-8645-6679;^{1, 2, 3} National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk, Russian Federation

* Corresponding author (karginvi[at]yandex.ru)

Abstract

The efficiency of agricultural production is an important indicator characterised by the ratio of economic results to the costs of agricultural production. During the period from 2020 to 2022, a two-factor field experiment was conducted to comprehensively analyse the impact of mineral fertilisers and foliar nutrition with 'Agris' liquid complex fertilisers from 'AzotKaliy' brand on the yield and quality of spring barley grain. The economic efficiency of barley production was evaluated using a number of key indicators, including the following: barley grain yield, measured in tonnes per hectare; yield increase, expressed in roubles; additional costs per hectare in roubles; the cost of additional grain obtained at sales prices per hectare in roubles; the payback of additional costs as a percentage; and profit (net income) per hectare in roubles.

Keywords: mineral fertilisers, foliar nutrition, liquid complex fertilisers, economic indicators, barley, energy efficiency ratio.

Введение

Эффективность сельскохозяйственного производства является ключевым показателем, отражающим соотношение экономических результатов и затрат, связанных с выпуском продукции аграрного сектора. Данный параметр напрямую зависит от природно-климатических условий, определяющих урожайность и качество получаемых культур. Для корректной оценки уровня эффективности необходимо проведение анализа фактических данных, отображающих динамику производственных процессов, как минимум за трёхлетний период [1], [4], [6], [7].

Согласно выводам ряда исследователей, включая И. А. Минакова, Н. П. Касторнова, Р. А. Смыкова и других [8], применение минеральных удобрений в значительной степени способствует росту урожайности зерновых культур, обеспечивая повышение продуктивности до 53%. При этом важно учитывать факторы, в частности, ассортимент и качество используемых удобрений, что позволяет проводить комплексную оценку экономической результативности их использования в агротехнологической практике.

Таким образом, комплексный анализ экономической эффективности даёт возможность более точно определить влияние различных агрономических приёмов на производительность и рентабельность сельскохозяйственного производства, а также разработать рекомендации по рациональному распределению ресурсов.

Методы и принципы исследования

В период с 2020 по 2022 гг. был проведён полевой двухфакторный эксперимент, направленный на всестороннее изучение влияния минеральных удобрений и внекорневой подкормки жидкими комплексными удобрениями «Агрис» марки «АзотКалий» на урожайность и качество зерна ярового ячменя.

Опыт закладывался в Республике Мордовия, Старошайговском районе, на землях ООО СП «Богдановское», расположенных на аллювиальной почве поймы реки Сивинь.

Таблица 1 - Схема опыта

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.164.82.1>

Фактор А (минеральные удобрения)	Фактор В (жидкие комплексные удобрения)
1. Контроль (без удобрений)	1. Контроль (без внесения ЖКУ)
2. $N_{30}P_{30}K_{30}$	2. Агрис АзотКалий (2 л/га)
3. $N_{60}P_{60}K_{60}$	3. Агрис АзотКалий (4 л/га)
4. $N_{90}P_{90}K_{90}$	4. Агрис АзотКалий (6 л/га)

Повторность опыта — четырёхкратная, расположение делянок — рандомизированное. Используемый сорт ячменя — «Нур», предшественник — кукуруза.

Экономическая оценка применяемых агротехнических приёмов выполнялась по методике, разработанной для анализа эффективности внедрения научных разработок, инновационных технологий и рационализаторских решений в аграрной сфере [9]. Расчёт показателей экономической эффективности проводился на основе технологических карт возделывания ячменя по вариантам опыта. Суммарные затраты и стоимость полученной продукции определялись, исходя из актуальных рыночных цен соответствующих лет наблюдений.

Энергетическая оценка применения агротехнических приёмов выполнялась в соответствии с методическими рекомендациями Россельхозакадемии [10]. Данные рекомендации базируются на исследованиях по биоэнергетической оценке, опубликованных в 1983 году, и уточнённых методах энергетического анализа 1994 года. В этих работах подробно раскрыты подходы к определению энергетической эффективности агротехнических мероприятий, что позволяет установить степень рационального использования энергетических ресурсов в сельском хозяйстве. Такой подход способствует не только повышению урожайности и снижению издержек, но и обеспечивает комплексное понимание влияния агропрактик на общую энергоэффективность производства, являясь значимым элементом устойчивого развития аграрного сектора.

Основные результаты

Оценка экономической эффективности производства ячменя проводилась по ключевым критериям: урожайности (т/га), приросту урожая в стоимостном выражении (р./га), дополнительным затратам (р./га), стоимости дополнительно полученного зерна по ценам реализации (р./га), окупаемости дополнительных затрат (%) и величине условно-чистого дохода (р./га).

Для анализа использовались типовые технологические карты, отражающие фактические цены на материально-технические ресурсы и сельхозпродукцию в годы проведения эксперимента, что обеспечило высокую точность расчётов экономической эффективности различных агроприёмов.

Стоимость валовой продукции по вариантам опыта существенно различалась, что объясняется изменением уровня урожайности. Так, в варианте без внесения минеральных удобрений средняя за три года стоимость валовой продукции составила 33,0 тыс. р./га. При дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$ этот показатель увеличился до 38,1 тыс. р./га (разница — 5,10 тыс. р./га), а при $N_{60}P_{60}K_{60}$ достиг 41,4 тыс. р./га (разница — 8,40 тыс. р./га). Однако при внесении удобрений в количестве $N_{90}P_{90}K_{90}$ стоимость валовой продукции составила лишь 41,0 тыс. р./га, что дало прирост всего 8,00 тыс. р./га. Таким образом, оптимизация доз минерального питания способна значительно повысить экономическую отдачу, однако чрезмерное применение удобрений не всегда обеспечивает пропорциональное увеличение урожайности и может привести к неоправданным расходам.

За трёхлетний период наблюдений минимальные производственные затраты при отсутствии минеральных удобрений составляли 17,1–18,6 тыс. р./га. С повышением доз удобрений уровень затрат возрастал, достигая при $N_{90}P_{90}K_{90}$ — 24,0–25,6 тыс. р./га, что подтверждает необходимость тщательного экономического планирования агротехнологий.

Показатели чистого дохода (рис. 1) демонстрировали значительные колебания в зависимости от уровня минерального питания. Наименьшее значение условно-чистого дохода (12,7–15,9 тыс. р./га) отмечалось в контрольном варианте без удобрений, что указывает на отрицательное влияние их отсутствия на финансовую эффективность. Наивысший показатель прибыли был получен при дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$, где условно-чистый доход превышал контроль на 2,90–4,20 тыс. р./га. Это подчёркивает важность выбора оптимальных доз удобрений для достижения максимальных экономических результатов и повышения рентабельности производства ячменя.

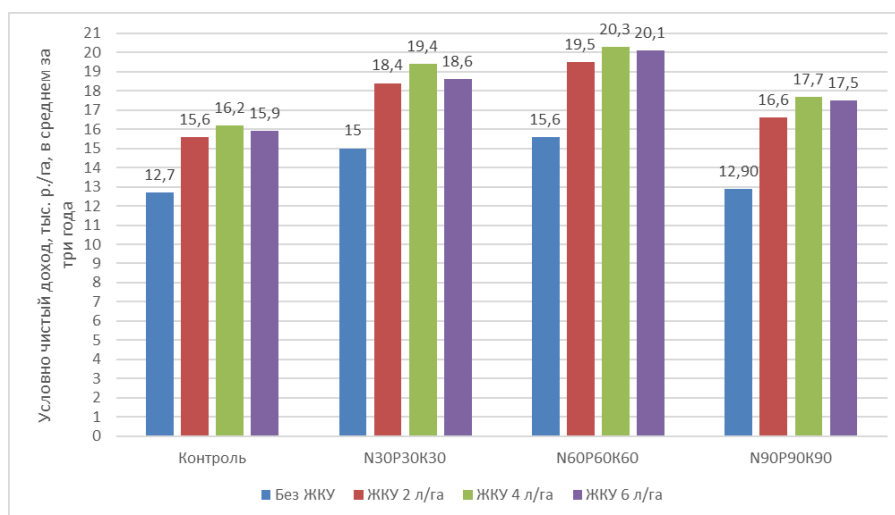


Рисунок 1 - Условно чистый доход при возделывании ячменя, в среднем за три года
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.164.82.2>

Влияние жидких комплексных удобрений также зависело от дозировки минеральных. В контрольном варианте их применение увеличило условно-чистый доход на 2,90–3,50 тыс. р./га, тогда как при дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ прибавка составила 3,90–4,70 тыс. р./га. Это подтверждает, что грамотное сочетание удобрений может значительно улучшить финансовые показатели.

Комбинирование оптимальных доз минеральных удобрений с некорневой подкормкой жидкими комплексными удобрениями стало определяющим фактором повышения экономической эффективности производства зерна. Так, при совместном применении дозы $N_{60}P_{60}K_{60}$ и удобрения «Агрис» марки «АзотКалий» (4 л/га) был достигнут максимальный показатель условно-чистого дохода — 20,3 тыс. р./га.

Таким образом, результаты исследований подтверждают, что рациональное сочетание минеральных и жидких удобрений способствует росту урожайности и укреплению финансовой устойчивости сельскохозяйственного производства.

Изученные варианты применения минеральных удобрений и некорневой подкормки жидкими комплексными удобрениями оказали разное воздействие на показатели энергетической эффективности возделывания ячменя (рис. 2).

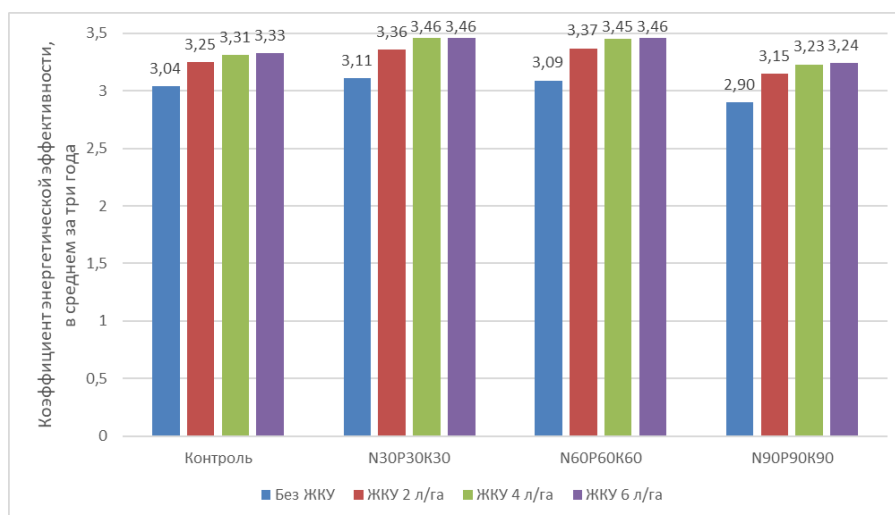


Рисунок 2 - Коэффициент энергетической эффективности при возделывании ячменя, в среднем за три года
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.164.82.3>

Проведённые исследования показали, что коэффициент энергетической эффективности без внесения минеральных удобрений составил 3,23. При дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$ данный показатель вырос до 3,35 (разница 0,12), а при $N_{60}P_{60}K_{60}$ — до 3,34 (разница 0,11). Внесение $N_{90}P_{90}K_{90}$, напротив, не повысило энергоэффективность: коэффициент составил 3,13, что ниже контрольного уровня.

Заключение

Проведённое исследование позволило установить, что наибольший условно-чистый доход — 20,3 тыс. р./га — был достигнут при внесении минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ в сочетании с некорневой подкормкой ЖКУ в количестве 4 л/га, что на 59,8% выше контрольного варианта. Коэффициент энергетической эффективности при отсутствии минеральных удобрений в среднем за три года составил 3,23. Применение дозы $N_{30}P_{30}K_{30}$ повысило его до 3,35 (на 0,12 выше контроля), а при дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ коэффициент составил 3,34.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Ивойлов А.В. Влияние удобрений на урожайность и качество зерна ячменя в зоне неустойчивого увлажнения / А.В. Ивойлов, В.И. Копылов, М.Н. Бессонова // *Агрохимия*. — 2002. — № 4. — С. 23–32.
2. Каргин В.И. Адаптивная ресурсосберегающая технология производства ярового ячменя: методические рекомендации / В.И. Каргин, Н.А. Перов. — Саранск: Издательство Мордовского университета, 2009. — 32 с.
3. Лейних П.А. Влияние доз и соотношений минеральных удобрений на урожайность и качество сортов ячменя (Эколог, БИОС-1, Сонет) / П.А. Лейних // *Пермский аграрный вестник*. — 2002. — № 8. — С. 85.
4. Мусаев Ф.А. Зависимость урожайности ячменя от ГТК и удобрений / Ф.А. Мусаев, О.А. Захарова // *Успехи современного естествознания*. — 2016. — № 2. — С. 89–97.
5. Суханова С.Ф. Влияние минеральных удобрений на фитосанитарное состояние посевов ярового ячменя / С.Ф. Суханова, А.А. Постовалов // *Известия Горского государственного аграрного университета*. — 2020. — Т. 57, № 2. — С. 43–49.
6. Ширяев А.В. Продуктивность ярового ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы и удобрений / А.В. Ширяев, Л.Н. Кузнецова, Н.В. Ширяева // *Инновации в АПК: проблемы и перспективы*. — 2018. — № 3 (19). — С. 109–116.
7. Шурганов Б.В. Влияние минеральных удобрений на уровень водопотребления посевов озимой пшеницы и ярового ячменя / Б.В. Шурганов, А.И. Сорокин, В.Н. Музраев, А.Г. Тертышная // *Плодородие*. — 2018. — № 4 (103). — С. 16–18.
8. Минаков И.А. Экономика сельского хозяйства / И.А. Минаков, Н.П. Кастионов, Р.А. Смыков [и др.]. — Москва: КолосС, 2005. — 400 с.
9. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений / НИИСХ Северо-Востока. — Киров, 2006. — 35 с.
10. Энергетическая оценка технологий в земледелии: методические рекомендации / РАСХН. — Санкт-Петербург, 1994. — 30 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Ivoilov A.V. Vliyanie udobrenij na urozhajnost' i kachestvo zerna yachmenya v zone neustojchivogo uvlazhneniya [Influence of Fertilizers on the Yield and Grain Quality of Barley in the Zone of Unstable Moisture] / A.V. Ivoilov, V.I. Kopylov, M.N. Bessonova // *Agrokhimiya* [Agrochemistry]. — 2002. — № 4. — P. 23–32. [in Russian]
2. Kargin V.I. Adaptivnaya resursosberegayushchaya tekhnologiya proizvodstva yarovogo yachmenya: metodicheskie rekomendacii [Adaptive Resource-Saving Technology for the Production of Spring Barley: Methodological Recommendations] / V.I. Kargin, N.A. Perov. — Saransk: Mordovian University Publishing House, 2009. — 32 p. [in Russian]
3. Lejnih P.A. Vliyanie doz i sootnoshenij mineral'nyh udobrenij na urozhajnost' i kachestvo sortov yachmenya (Ekolog, BIOS-1, Sonet) [Influence of Doses and Ratios of Mineral Fertilizers on the Yield and Quality of Barley Varieties (Ecolog, BIOS-1, Sonet)] / P.A. Lejnih // *Permskij agrarnyj vestnik* [Perm Agrarian Bulletin]. — 2002. — № 8. — P. 85. [in Russian]
4. Musaev F.A. Zavisimost' urozhajnosti yachmenya ot GTK i udobrenij [Dependence of Barley Yield on Hydrothermal Coefficient and Fertilizers] / F.A. Musaev, O.A. Zaharova // *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Advances in Current Natural Sciences]. — 2016. — № 2. — P. 89–97. [in Russian]
5. Suhanova S.F. Vliyanie mineral'nyh udobrenij na fitosanitarnoe sostoyanie posevov yarovogo yachmenya [Influence of Mineral Fertilizers on the Phytosanitary Condition of Spring Barley Crops] / S.F. Suhanova, A.A. Postovalov // *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Gorsky State Agrarian University]. — 2020. — Vol. 57, № 2. — P. 43–49. [in Russian]
6. Shiryayev A.V. Produktivnost' yarovogo yachmenya v zavisimosti ot sposobov osnovnoj obrabotki pochvy i udobrenij [Productivity of Spring Barley Depending on the Methods of Primary Tillage and Fertilizers] / A.V. Shiryayev, L.N. Kuznecova, N.V. Shiryayeva // *Innovacii v APK: problemy i perspektivy* [Innovations in the Agro-Industrial Complex: Problems and Prospects]. — 2018. — № 3 (19). — P. 109–116. [in Russian]

7. Shurganov B.V. Vliyanie mineral'nyh udobrenij na uroven' vodopotrebleniya posevov ozimoy pshenicy i yarovogo yachmenya [Influence of Mineral Fertilizers on the Level of Water Consumption of Winter Wheat and Spring Barley Crops] / B.V. Shurganov, A.I. Sorokin, V.N. Muzraev, A.G. Tertyshnaya // Plodorodie [Fertility]. — 2018. — № 4 (103). — P. 16–18. [in Russian]
8. Minakov I.A. Ekonomika sel'skogo hozyajstva [Agricultural Economics] / I.A. Minakov, N.P. Kastornov, R.A. Smykov [et al.]. — Moscow: KolosS, 2005. — 400 p. [in Russian]
9. Metodika opredeleniya ekonomicheskoy effektivnosti ispol'zovaniya v sel'skom hozyajstve rezul'tatov nauchno-issledovatel'skih rabot, novoj tekhniki, izobretenij i racionalizatorskih predlozhenij [Methodology for Determining the Economic Efficiency of Using the Results of Research Works, New Equipment, Inventions and Innovation Proposals in Agriculture] / NIISH Severo-Vostoka [North-East Agricultural Research Institute]. — Kirov, 2006. — 35 p. [in Russian]
10. Energeticheskaya ocenka tekhnologij v zemledelii: metodicheskie rekomendacii [Energy Assessment of Technologies in Agriculture: Methodological Recommendations] / RASKHN [Russian Academy of Agricultural Sciences]. — Saint Petersburg, 1994. — 30 p. [in Russian]