

5. Проблема гомеостаза в генетико-селекционных исследованиях / В. В. Хангильдин [и др.] // Генетико-цитологические аспекты в селекции сельскохозяйственных растений. – 1984. – № 1. – С. 67-76.
6. Eberhart, S. A. Stability parameters for comparing varieties / S. A. Eberhart, W. A. Russell // Crop. sci. – 1966. – Vol. 6, No. 1. – P. 36-40.
7. Rossielle, A. A. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments / A. A. Rossielle, J. Hemblin // CropScience. – 1981. – Vol. 21., № 6. – P. 27-29.

УДК 631.895:633.16«324»(476)

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ ФУРАЖНОГО НАЗНАЧЕНИЯ (АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР)

В. С. Лагута, В. Г. Смольский

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 230008,
г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by)

Ключевые слова: минеральные удобрения, органоминеральные удобрения, озимый ячмень, урожайность, качественные показатели зерна.

Аннотация. В аналитическом обзоре представлены литературные данные о влиянии минеральных и органоминеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимого ячменя фуражного назначения, которые должны учитываться при разработке дифференцированных технологий возделывания этой культуры в Республики Беларусь.

INFLUENCE MINERAL AND ORGANO -MINERAL FERTILIZERS ON YIELD AND QUALITY GRAIN WINTER BARLEY FORAGE PURPOSE (ANALYTICAL REVIEWING)

V. S. Laguta, V. G. Smolsky

EI «Grodno state agrarian university»
Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno,
28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: mineral fertilizers, organic mineral fertilizers, winter barley, yield, quality indicators of grain.

Summary. The analytical review presents literature data on the influence of mineral and organo-mineral fertilizers on the yield and quality of grain of forage-winter barley, which should be taken into account when developing differentiated technologies for the cultivation of this crop in the Republic of Belarus.

(Поступила в редакцию 11.06.2025 г.)

Введение. Зерно ячменя содержит 10-12 % сырого протеина, 2,3-2,5 % жира, 2,5-2,8 % золы, 72-80 % безазотистых экстрактивных веществ. Из зерна ячменя производят перловую и ячневую крупы, солодовые экстракты и другие пищевые продукты. Основная масса производимого зерна ячменя (около 70 %) в нашей стране расходуется на нужды животноводства. В 1 кг зерна содержится в среднем 80-100 г переваримого белка и 1,15-1,18 к. ед. [9].

При современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур в комплексе факторов формирования урожая и качества растениеводческой продукции решающее значение приобретает сбалансированное питание растений всеми необходимыми макроэлементами. Использование их в системе удобрений сельскохозяйственных культур способствует повышению эффективности минеральных удобрений и качества урожая.

Минеральное питание растений – совокупность процессов поглощения, передвижения и усвоения растениями химических элементов, получаемых из почвы в форме ионов минеральных солей [2]. В формировании величины урожая и его качества большая роль принадлежит листовому аппарату. Одним из наиболее эффективных путей рационального использования удобрений является комплексная диагностика с обязательным биометрическим контролем за ростом и развитием растений в течение вегетационного периода [7].

Цель исследования – провести литературный анализ и выявить значение минеральных и органоминеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимого ячменя.

Результаты исследований и их обсуждение. В условиях Республики Беларусь ячмень является высокоурожайной культурой и обеспечивает наибольшее валовое производство зерна. Среди многих факторов, способствующих повышению урожайности ячменя, большое значение имеет грамотно подобранная система применения удобрений. Ввиду низкого естественного плодородия почвы дерново-подзолистого типа, преобладающего в республике, урожай формируется на 40-50 % за счет удобрений. Для повышения эффективности использования удобрений необходимо располагать информацией о динамике продуктивности ячменя в зависимости от применения минеральных и органоминеральных удобрений, а также уровне их реальной эффективности [2, 7].

При возделывании сельскохозяйственных культур наряду с показателями урожайности немаловажное значение отводится качеству полученной продукции, которая используется для питания человека, в качестве корма для животных и сырья для промышленности. С помощью удобрений можно изменять направленность процессов обмена

веществ и регулировать накопление в растениях полезных для человека и животных веществ: белков, крахмала, сахаров, витаминов, элементный состав растений (содержание фосфора, калия, кальция, магния, микроэлементов) и др. [1].

Фотосинтез является одним из главных процессов, определяющих урожайность сельскохозяйственных культур, т. к. в результате его протекания образуется до 90-95 % сухого вещества растений. Минеральное питание растений и фотосинтез составляют две стороны единого процесса питания растений. Чем лучше создаются условия для процесса фотосинтеза, тем выше его продуктивность и конечный урожай растений, тем больше гарантия получения продукции высокого качества.

Особое внимание при разработке приемов повышения урожайности сельскохозяйственных культур уделяется разработке методов увеличения продуктивности фотосинтеза: ассимиляционной поверхности, времени активной фотосинтетической деятельности и др. Регуляция процесса фотосинтеза в первую очередь осуществляется с помощью внесения минеральных удобрений, а интенсивность его является одним из методов управления формированием урожайности посевов. Одним из важных показателей фотосинтетической деятельности посевов является величина листовой поверхности [5].

Важным показателем качества фуражного зерна как корма помимо белковой и энергетической компоненты является содержание азота и минеральных веществ, необходимых для синтеза жизненно важных соединений. Оптимальное содержание калия в кормах составляет 0,7-1,0 %, кальция – 1,01-1,15 %, меди и цинка – 7-12 и 20-40 мг/кг сухого вещества соответственно. Применение минеральных удобрений и регуляторов роста оказывает влияние на содержание данных элементов в зерне ячменя [1].

Среди других зерновых культур ячмень характеризуется наиболее коротким периодом потребления элементов питания. Ко времени выхода в трубку он потребляет около 70 % калия, 40 % фосфора и более 60 % азота, используемых за весь вегетационный период [5].

Из минеральных удобрений особое значение имеют азотные удобрения. Уменьшение поступления азота ведет к снижению урожайности и накопления белков, что ухудшает качество комбикормов. Нарушение фосфорного питания ограничивает усвоение азота почвы и удобрений. На качественный состав белков фосфор оказывает большее влияние, чем на их накопление. О влиянии калийных удобрений на урожайность и качество зерна известно, что неправильное соотношение между основными элементами минерального питания в сторону увеличения доз калия резко снижает качество зерна [5].

Противоречивость полученных в республике результатов по влиянию доз азота на урожайность озимого ячменя объясняется особенностями реакции этой культуры на его внесение в зависимости от целого ряда факторов: почвы, предшественника, метеорологических условий, складывающихся в период вегетации, сортовых особенностей [6]. Это свидетельствует о необходимости дифференцированного подхода к применению азотных удобрений на посевах озимого ячменя.

По данным почвенной диагностики устанавливают дозы азота для внесения до посева и в ранневесеннюю подкормку. Применение азотных удобрений перед посевом исключается в следующих случаях: при размещении после бобовых, сидератов, пропашных, однолетних трав в смеси с бобовыми; при непосредственном внесении органических удобрений; при содержании гумуса в дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных, подстилаемых суглинком, почвах более 2,5 %, в песчаных и супесчаных, подстилаемых песком, – более 1,8 % [1, 4].

В опытах, проведенных в северо-восточной части республики на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, содержащей 1,90-1,95 % гумуса, было установлено, что при осеннем внесении азота в дозе N_{30} с последующим его применением весной в дозе N_{90} урожайность зерна озимого ячменя составила в среднем 49,7 ц/га. На вариантах, где весь азот в дозе N_{120} вносили весной, этот показатель был равен 51,7-52,6 ц/га, т. е. на 2,0-2,9 ц/га больше [5].

О нецелесообразности внесения под озимый ячмень на таких почвах азота осенью свидетельствуют также результаты, полученные в исследованиях, которые проводились в центральной части республики [6]. При внесении под культуру навоза применять осенью минеральный азот не рекомендуется на всех типах почв [1].

В весенний период под озимый ячмень планируется проведение двух или трех подкормок. Наиболее эффективным сроком внесения азотных удобрений в первую подкормку является начало активной вегетации растений, которое происходит при переходе среднесуточных температур через $+5^{\circ}\text{C}$, когда в почве устанавливается водное равновесие и появляются белые корешки. Продолжительность срока проведения подкормки не должна превышать 10 дней на легких и 10-15 дней на тяжелых почвах.

Большое значение в выборе доз фосфорных и калийных удобрений имеет обеспеченность почвы P_2O_5 и K_2O . При этом прослеживается определенный вывод, что нижний предел обеспеченности почвы фосфором должен быть на уровне 150-180 мг P_2O_5 и калия 140-200 мг K_2O на кг почвы. Что касается эффективности азотных удобрений, то основным критерием их действия являются степень окультуренности почв и уровень содержания в них органического вещества. По мере

повышения плодородия почв и их гумусированности появляется возможность снижения доз азотных удобрений.

Наиболее дефицитными и дорогостоящими в нашей республике являются фосфорные удобрения. По этой причине внесение фосфорных удобрений на пахотных землях не всегда компенсировало вынос этого элемента с урожаем, что приводит к снижению его содержания в почвах. Поэтому при расчетах потребности в фосфорных удобрениях под озимые зерновые культуры под урожай 2024 года необходимо обязательно обеспечить применение фосфорных удобрений в дозах, компенсирующих вынос фосфора с урожаем (11 кг на 1 тонну зерна с соответствующим количеством соломы). При планируемой урожайности 35-37 ц/га расчетная доза фосфорных удобрений должна составить 40 кг/га д. в., при планируемой урожайности 60 ц/га – соответственно 80 кг/га д. в [6].

Доза калийных удобрений в 100-105 кг/га д. в. компенсирует вынос калия с планируемой урожайностью на уровне 35-37 ц/га (25 кг K_2O на 1 тонну зерна с соответствующим количеством соломы). Применительно к каждому полю дозы калийных удобрений необходимо дифференцировать следующим образом. Повышенные их дозы (при 120-130 % выноса с урожаем) следует применять на почвах с содержанием обменного калия менее 200 мг/кг почвы. При содержании K_2O 200-300 мг/кг доза калия должна компенсировать его вынос с урожаем. При более высоком содержании в почве подвижного калия необходимо предусматривать возврат 50-70 % потребляемого урожаем элемента за счет минеральных удобрений [7].

В результате исследований В. В. Лапы и Н. Н. Ивахненко (2015) было установлено, что погодные условия и внесение минеральных удобрений на фоне последствий 60 т/га органических удобрений оказало существенное влияние на повышение продуктивности зерна [3].

Полученные экспериментальные данные РУП «Институт почвоведения и агрохимии» в годы исследований свидетельствуют, что применение на дерново-подзолистых легкосуглинистых и рыхлосупесчаных почвах комплексных удобрений с модифицирующими добавками при возделывании сельскохозяйственных культур обеспечивает по сравнению со стандартными формами удобрений: на зерновых культурах – увеличение урожайности зерна в среднем у озимого ячменя на 3,0, у озимого тритикале на 3,3, у овса на 4,0 ц/га, при повышении содержания белка в зерне на 0,2-0,7 %; критических аминокислот на 1,4-3,3 г/кг зерна, незаменимых аминокислот на 0,21-0,62 г/кг зерна [4].

Заключение. Таким образом, проведенный аналитический обзор свидетельствует о том, что в основе получения высоких урожаев озимого ячменя наряду с другими факторами лежит достаточная обеспе-

ченность растений элементами питания. Система удобрений должна разрабатываться с учетом конкретных почвенно-экологических условий, сортовых особенностей, уровня урожайности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вильдфлуш, И. Р. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на динамику роста, продуктивность, элементный состав и качество зерна ячменя кормового назначения рекомендации / И. Р. Вильдфлуш, А. Р. Цыганов, Н. В. Барбасов. – Горки: БГСХА, 2019. – 28 с.
2. Зубкович, А. А. Яровой ячмень: основные элементы технологии возделывания / А. А. Зубкович // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», 3-е изд., доп. и перераб. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – С. 161-176.
3. Лапа, В. В. Диагностические признаки содержания элементов питания в растениях / В. В. Лапа, М. В. Рак // Справочник агрохимика. – Минск, 2007. – С. 58-72.
4. О преимуществах и эффективности комплексных удобрений. Беларусь сегодня [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/o-preimushchestvakh-i-effektivnosti-kompleksnykh-udobreniy.html>. – Дата доступа: 21.05.2025.
5. Оптимизация минерального питания зерновых культур на основе регулирования интенсивности продукционных процессов: рекомендации / Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. – Минск, 2006. – 12 с.
6. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных, технических и кормовых растений: сборник отраслевых регламентов / Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию; рук. разработ.: Ф. И. Привалов [и др.]; под общ. ред. В. Г. Гусакова, Ф. И. Привалова. – 2-е изд., доп. и перераб. – Минск: ИВЦ Минфина, 2023. – 505 с.
7. Райнер, Л. Озимый ячмень / Л. Райнер, И. Штайнбергер, У. Дееке. – М.: Колос, 1980. – 214 с.
8. Сельское хозяйство Республики Беларусь 2022-2023 гг.: статистический сборник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь; ред. И. В. Медведева [и др.]. – Минск, 2024. – 179 с.
9. Ячмень [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [HTTP://BIOFILE.RU/BIO/18493.HTML](http://biofile.ru/bio/18493.html). – Дата доступа: 20.05.2025.