

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА КАЧЕСТВО ФРАКЦИЙ ЗЕРНОВОК ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ

*Р.Р. Исламгулова, И.И. Серегина, д.б.н., РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева
127550, г. Москва, ул. Тимирязева, д. 49; E-mail: seregina.i@inbox.ru*

Изучено влияние различных доз минеральных удобрений (N, P, K) на качественные характеристики фракций зерна пивоваренного ячменя сорта Надежный. Выявлено, что при выращивании ячменя на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве необходима комплексная оценка показателей качества зерна и размеров зерновок по фракционному составу. Это позволило установить наилучшие условия минерального питания, которые способствуют получению зерна ячменя для пивоваренных целей. Показано, что в вариантах N₆₀P₆₀K₆₀, N₆₀P₆₀K₉₀, N₉₀P₉₀K₉₀ содержание белка во всех фракциях было допустимое (от 11,0 до 12,0 %), что свидетельствует о пригодности зерна этих вариантов для пивоваренных целей. Установлено, что фракционный состав зерна, имеющий существенное значение для пивоварения, соотносится с размерами зерна, которые зависят от агрохимических характеристик почвы, применения агроприемов и климатических факторов.

Ключевые слова: пивоваренный ячмень, уровни минерального питания, фракции зерна, крупность, выравненность зерна, химический состав.

Для цитирования: Исламгулова Р.Р. Серегина И.И. Влияние условий минерального питания на качество фракций зерновок пивоваренного ячменя // Плодородие. – 2026. – №1. – С. 26-30. DOI: 10.25680/S19948603.2026.148.05.

Ячмень является важной сельскохозяйственной культурой, урожай которой используют в различных целях. Пивоваренный ячмень занимает особое место в сельскохозяйственном производстве. Сорта пивоваренного ячменя востребованы в различных регионах Российской Федерации, дают высокие урожаи и устойчивы к экстремальным условиям выращивания. Однако к качеству зерна пивоваренного ячменя предъявляют определённые требования, выполнение которых в значительной степени зависит от условий минерального питания. В первую очередь необходимо оценивать уровень азотного питания, дозы которого должны быть достаточные для формирования урожая зерна с содержанием белка, не превышающем нормативные показатели. Эффективность воздействия удобрений зависит от их состава и сроков внесения, а также от погодных условий. Для получения хорошей урожайности зерна и определенного количества белка азотное удобрение вносят перед посевом под культивацию [5-7]. Кроме того, следует учитывать соотношение фосфора и калия как по отношению к азоту, так и между собой [1, 9].

Однородность зерна пивоваренного ячменя играет решающую роль в определении качества соложения и эффективности этого процесса. Одним из основных факторов, влияющих на качество зерна пивоваренного ячменя, в том числе на размер и однородность зерновок, является уровень минерального питания [3]. К партиям ячменя, предназначенного для пивоварения, предъявляют жесткие требования по выравненности и однородности зерна, достижимые только при использовании высококачественных пивоваренных сортов, минерального питания, необходимых агроприемов, агрохимических знаний почвы и климатических условий [2,7]. Выравненные, или обладающие определенными размерами зерна прорастают с одинаковой скоростью, что актуально для производства пива.

В целях использования для пивоварения наиболее пригодного зерна применяют технологии разделения зерна ячменя на фракции. После пропуска через зерноочистительные машины обычно получают четыре фракции зерна по толщине зерновок (мм): крупнее 2,8-3; 2,8-2,5; 2,5-2,2; менее 2,2 (отходы). Для пивоваренных целей

используют вторую фракцию зерна (2,8-2,5 мм). Остальные фракции, как правило, содержат больше белков, меньше экстрактивных веществ, имеют невысокую энергию прорастания [9]. Количество мелких зерен с толщиной зерновок менее 2,2-2,5 мм не должно превышать 5%. Качество зерна ячменя, в частности, его крупность и содержание мелких зерен, оценивается согласно ГОСТу 30483 – 97.

Выравненное зерно облегчает подбор сит и регулировку воздушного потока при очистке на зерноочистительном оборудовании, что снижает потери основной культуры в отходах [4] и проще очищается от примесей [7-9].

Доказана взаимосвязь между крупностью зерна, его химическим составом и другими характеристиками, которые позволяют комплексно оценить качество зерна и прогнозировать его цели для производства [5], будь то производство солода, муки, крупы или других продуктов питания.

Следует отметить, что исследований, посвященных изучению закономерностей формирования качества отдельных фракций зерна ячменя, недостаточно. Проведенные ранее опыты касаются влияния удобрений на общее качество зерна без учета его однородности и фракционного состава, что не дает ответа об оптимальном питании растений ячменя с целью получения качественного сырья для пивоварения.

Цель наших исследований – установить влияние минерального питания на химический состав различных фракций зерна ячменя пивоваренного ячменя.

Методика. Объектом исследований являлось зерно пивоваренного ячменя сорта Надежный. Исследования проводили с 2019 г. на полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая со следующей агрохимической характеристикой: рН_{KCl} (кислотность) 6,2; Нг (гидролитическая кислотность) – 0,9 мг-экв/100 г почвы, S (сумма поглощенных оснований) – 24,3 мг-экв/100 г почвы, N_{щ.г.} (азот щелочногидролизующий) – 90 мг/кг почвы (II класс) (по Корнфилду); обеспеченность подвижными формами фосфора – 155 мг/кг (V класс), калия – 182 мг/кг почвы (V класс) (по

Кирсанову). Агрохимический анализ почвы проводили по общепринятым методикам [7]. Площадь опытной делянки составляла 1 м². Разные уровни минерального питания формировали путем внесения в почву перед посевом аммонийной селитры, двойного суперфосфата и хлорида калия. Норма высева – 6 млн всхожих семян на 1 га. Делянки размещали методом организованных повторений. Повторность опыта – 4-кратная. Для определения оптимальных доз минерального питания при выращивании пивоваренного ячменя создавали разные сочетания уровней азота, фосфора и калия. Следует отметить, что для моделирования различных соотношений между азотом, фосфором и калием с целью поиска оптимальных уровней минерального питания при выращивании пивоваренного ячменя, использовали высокие дозы фосфора и калия, несмотря на достаточную обеспеченность почвы этими элементами [5]. В этой связи схема опыта включала следующие варианты: 1 – N₆₀P₆₀K₆₀ (контроль); 2 – N₆₀P₉₀K₆₀; 3 – N₆₀P₆₀K₉₀; 4 – N₉₀P₆₀K₆₀; 5 – N₉₀P₉₀K₉₀.

Зерно, прошедшее послеуборочное дозревание, фракционировали по толщине зерновок с помощью набора сит (ГОСТ 5060 – 2021). Для оценки влияния условий минерального питания на химический состав отдельных фракций зерна ячменя определяли содержание сырого белка (ГОСТ 10846-91), сырой клетчатки (ГОСТ 31675-2012), сырой золы [ГОСТ 32933 – 2014 (ISO 5984:2002)] и сырого жира по общепринятым методикам [7].

Проведение полевого опыта в 2019 г. совпало с периодом умеренного влагодефицита (ГТК Селянинова = 1,1). Метеорологические данные (рис. 1) свидетельствуют о превышении среднесуточных температур в мае-июне (на 1,9-4,4 °С) и сохранении дефицита осадков в июле, когда у растений ячменя наступает налива зерна. Данный период является критическим в отношении обеспечения растений влагой. В связи с этим, возникновение стрессовых реакций в период налива зерен может оказать существенное влияние на формирование величины урожая и качества зерна ячменя.

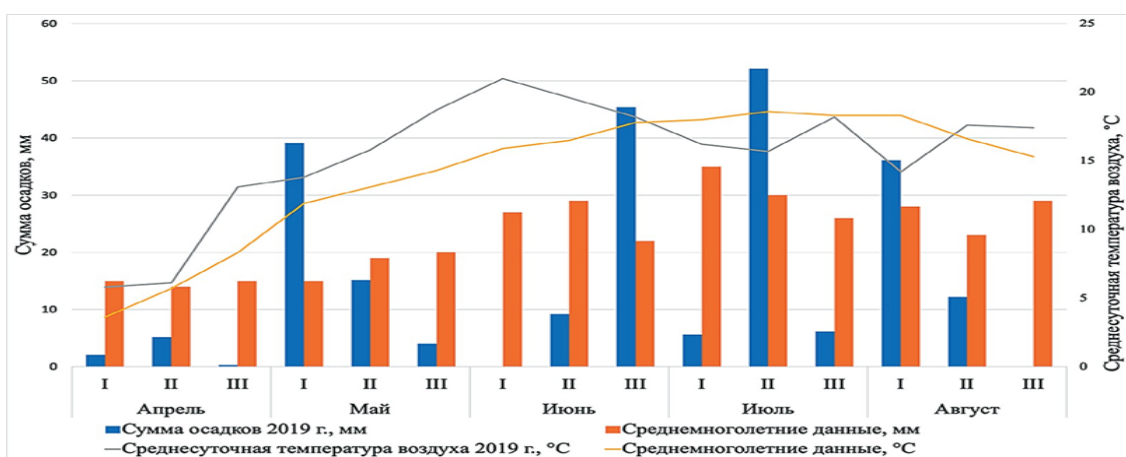


Рис. 1. Метеорологические условия периода вегетации

Математическую обработку полученных результатов проводили методами вариационной статистики при помощи однофакторного дисперсионного анализа посредством программы «DIANA».

Результаты и их обсуждение. При проведении исследований зерно пивоваренного ячменя, полученного от урожая, выращенного на различных уровнях минерального питания, разделили на фракции по толщине зерновок. Данные, представленные на рисунке 2, показывают, что доля мелких семян размером менее 2,2 мм составляла от 1,7 до 2,5%, что не превышает допустимый уровень 5 %, и соответствует ГОСТу 5060–2021.

Анализ крупности зерна показал соответствие ГОСТу 30483–97. Наиболее низкая крупность зерна (93,5%) наблюдалась в варианте N₆₀P₆₀K₆₀. При увеличении дозы калия до 90 кг/га по сравнению с азотом и фосфором (в варианте N₆₀P₆₀K₉₀) зерно было более выполненным, а крупность увеличилась до 96,2%. Повышенная доза калия в варианте N₆₀P₆₀K₉₀ по сравнению с вариантом N₆₀P₆₀K₆₀ способствовала уменьшению доли мелкого зерна – с 2,2 до 1,7%. В варианте N₉₀P₉₀K₉₀ получена наибольшая величина этого показателя в опыте – 97,1%. В то же время, в данном варианте наблюдалось повышение доли мелкого зерна до 2,5% [11]. Можно

предположить, что увеличение дозы калия на фоне азотного и фосфорного питания способствует повышению крупности зерна и уменьшению содержания мелкой фракции. Данный эффект объясняется ролью калия в активизации оттока углеводов из вегетативной массы ячменя в генеративные органы (колос). Калий участвует в энергетическом и углеводном обмене веществ, обеспечивая эффективный транспорт углеводов из фотосинтезирующих органов, листьев к развивающимся зерновкам. Это является прямым следствием физиологической роли калия как главного осмотически активного иона. В условиях дефицита влаги, который сложился в период налива зерна, калий, вероятно, способствовал удержанию воды в клетках, поддержанию работы устьичного аппарата и, что наиболее важно для крупности зерна, активному транспорту ассимилятов (сахарозы) в развивающиеся зерновки [13].

Аналогичный эффект наблюдался при повышении дозы фосфора до P₉₀ (вариант N₆₀P₉₀K₆₀), где доля наиболее ценной фракции (>2,8 мм) достигла 85,5% (максимум в опыте). Фосфор, обеспечивая энергией (в форме АТФ) процессы синтеза и транспорта, по всей видимости, способствовал лучшему наливу зерна, компенсируя негативное влияние засухи на этот процесс [9].

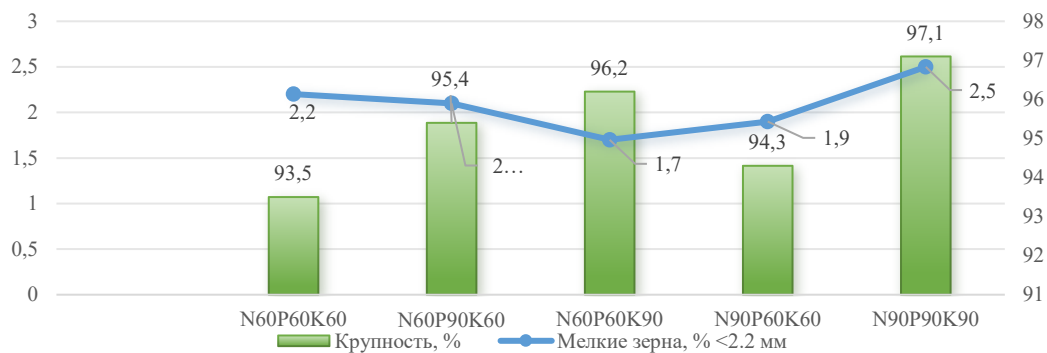


Рис. 2. Влияние условий минерального питания на крупность (мм) зерна и долю (%) мелких семян. НСР₀₅: крупность – 1,3%, мелкие зерна – 0,2 %

Поскольку наиболее пригодными фракциями зерна по толщине являются размеры более 2,8 и 2,2-2,5 мм, представляют интерес исследования, посвященные изучению влияния условий минерального питания на долевое соотношение этих фракций в полученном урожае (рис. 3). Результаты исследований показали, что наибольшая доля зерна приходится на фракцию более 2,8 мм. Ее доля составляет от 81,1 до 85,5%. В варианте, где доза фосфора превышает дозы азота и калия (N₆₀P₉₀K₆₀) отмечалось увеличение доли крупного зерна толщиной более 2,8 мм (до 85,5%) по сравнению с вариантом (N₆₀P₆₀K₆₀), где доля крупного зерна с фракцией более 2,8 мм составляла 81,1. Это произошло за счет снижения доли двух более мелких фракций зерна толщиной 2,5-2,8 и 2,2-2,5 мм. В сумме доля этих двух фракций составила 3,1 и 9,9% соответственно. В варианте с повышенной дозой

калия по сравнению с дозами азота и фосфора (N₆₀P₆₀K₉₀) получена доля зерна с фракцией 2,8 мм 84,1 % по сравнению с вариантом N₆₀P₆₀K₆₀. При этом произошло уменьшение доли самых мелких фракций: зерновок толщиной 2,2-2,5 мм (12,1%) и менее 2,2 мм (3,2%) [11].

Это показывает то, что повышенные дозы фосфора (P₉₀) и калия (K₉₀) по сравнению с дозами азота оказывают наиболее положительное влияние на размер зерновок, уменьшая долевое участие мелких фракций.

Доля крупного зерна (более 2,8 мм) в варианте N₉₀P₆₀K₆₀, когда доза азота превышает дозы фосфора и калия составила 80,9%. Следовательно, избыточное азотное питание по сравнению с фосфорным и калийным, приводит к уменьшению зерновок, что может негативно сказываться на выравненности и качестве зерна.

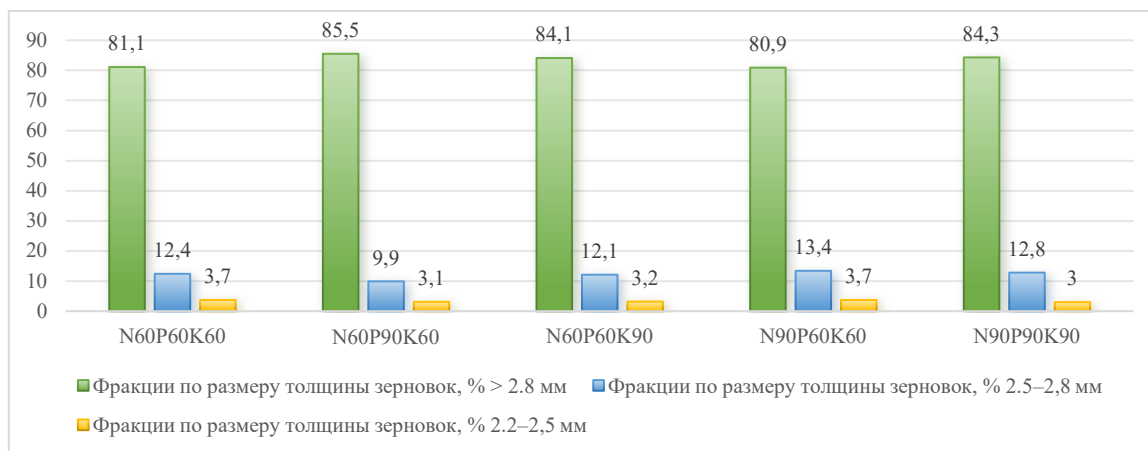


Рис. 3. Влияние условий минерального питания на размер фракций по толщине зерновок в долевом соотношении. НСР₀₅ (толщина зерновок 2,8-3 мм) – 1,2, (толщина зерновок 2,5-2,8 мм) – 0,4, (толщина зерновок 2,2-2,5 мм) – 0,2

В таблице представлен химический состав фракций зерна пивоваренного ячменя в зависимости от условий минерального питания растений и толщины зерен. Согласно ГОСТу 5060-2021, известно, что оптимальным содержанием сырого белка, не ухудшающим качество получаемого солода, является 9-12%.

Исследованиями выявлено, что в большинстве вариантов опыта получено зерно с допустимым количеством белка для использования в пивоварении. В вариантах N₆₀P₆₀K₆₀, N₆₀P₆₀K₉₀ и N₉₀P₉₀K₉₀ во всех исследуемых фракциях крупности (2,2-2,5; 2,5-2,8; > 2,8 мм) содержание белка получено в диапазоне от 11,0 до 12,0%. При этом среднее содержание белка по фракциям в каждом из этих вариантов составило 11,6; 11,6 и 11,8% соответственно, что свидетельствует о пригодности зерна этих вариантов для пивоваренных целей.

Выявлено, что наибольшее содержание белка получено в варианте N₉₀P₆₀K₆₀ во всех фракциях зерна. В данном варианте самый высокий показатель белка (12,6-12,7%) отмечался во фракциях при толщине зерновок 2,8-3,0 и 2,5-2,8 мм, что превышает верхний технологический предел для пивоваренного ячменя. Следует отметить, что в условиях влагодефицита и теплового стресса, сложившегося при выращивании растений ячменя, фотосинтетическая активность и соответственно синтез углеводов угнетаются. Однако избыток азота приводит к нарушению оптимального соотношения углерода к азоту в метаболических потоках. Вероятно, что при высоких дозах азота по сравнению с фосфором и калием, азот ремобилизуется в генеративные органы и депонируется в зерне в форме запасных белков [8, 9]. Следствием этого являются не только рост содержания белка,

но и снижение доли крахмала и, как результат, уменьшение экстрактивности будущего солода, что делает такое зерно непригодным для пивоварения [1].

Химический состав фракций зерна ячменя сорта Надежный, различающихся по толщине зерновок

Вариант опыта	Содержание, % от сухой массы			
	Белок	Зола	Жир	Клетчатка
Толщина зерновок 2,2–2,5 мм				
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (контроль)	11,0	2,7	2,1	5,0
N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	11,2	2,6	2,0	5,3
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	11,1	2,5	1,9	5,5
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	12,3	2,7	1,8	5,9
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	11,9	2,7	2,0	5,0
НСР ₀₅	0,6	0,1	0,2	0,27
Толщина зерновок 2,5–2,8 мм				
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (контроль)	12,0	2,4	2,0	5,0
N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	11,9	2,2	2,0	5,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	11,9	2,4	2,1	5,5
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	12,7	2,4	2,0	5,0
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	11,6	2,3	2,1	5,7
НСР ₀₅	0,3	0,1	0,1	0,26
Толщина зерновок > 2,8 мм				
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (контроль)	11,9	2,5	2,1	6,2
N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	12,4	2,4	2,0	4,9
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	11,7	2,5	1,9	5,4
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	12,6	2,5	2,1	6,7
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	12,0	2,7	2,3	6,5
НСР ₀₅	0,5	0,1	0,1	0,3

Во фракции 2,2-2,5 мм содержание белка составило 12,3 %, что недопустимо. Кроме того, выявлено, что в варианте N₆₀P₉₀K₆₀ во фракции зерна 2,8-3,0 мм отмечалось самое высокое содержание белковых соединений (12,4 %), что вероятно, обусловлено недостатком калия по сравнению с азотом и фосфором. В данных условиях выращивания, когда в период налива зерна погодные условия характеризовались как засушливые, при недостатке калия стимулировался синтез белковых соединений. В других фракциях этого варианта содержание белка составило 11,2 и 11,9 %.

В вариантах N₉₀P₆₀K₆₀ и N₆₀P₉₀K₆₀ в зерне с содержанием белка более 12 % уменьшается количество крахмала и снижаются экстрактивность зерна и прозрачность напитка, что приводит к ухудшению качества солода [11]. Кроме того, фракция 2,8-3,0 мм занимает наибольшую долю в полученном урожае. В связи с этим, сделан вывод, что зерно в вариантах N₆₀P₉₀K₆₀ и N₉₀P₆₀K₆₀ не пригодно для пивоварения.

Важно отметить, что в варианте N₉₀P₉₀K₉₀ содержание белка в крупных фракциях оставалось в допустимых пределах (11,6-12,0 %). Если учесть высокое обеспечение почвы фосфором (V класс) и калием (V класс) дополнительное внесение высоких доз фосфорных и калийных удобрений способствует нивелированию избытка азота, более эффективному его использованию растением, ослабляя негативные последствия стрессовых условий. Фосфор и калий в данных условиях поддерживают углеродный обмен и транспорт ассимилятов, частично компенсируя дисбаланс, вызванный высоким уровнем азотного питания.

Результаты исследований позволили установить, что внесение повышенных доз P₉₀ и K₉₀, по сравнению с дозой азота, в данных условиях выращивания позволило активизировать физиологические механизмы устойчивости растений к стрессу, возникшему в результате недостатка влаги и повышения среднесуточной

температуры в период налива зерна. Это обусловлено, ключевой ролью калия в осморегуляции и поддержании тургора в условиях засухи [12]. При этом роль фосфора в данных условиях выращивания проявляется в регулировании энергетического обмена (АТФ) и развития корневой системы, что повышает эффективность использования доступной влаги [10].

Содержание других биохимических компонентов (сырой золы, жира, клетчатки) варьировало в пределах, типичных для пивоваренного ячменя и не показало статистически значимой зависимости от изучаемых факторов, что согласуется с данными других исследований [1,10].

Количество сырой золы колеблется в пределах 2,2-2,7 %. Наименьшее значение (2,2 %) отмечено в варианте с повышенной дозой фосфора (N₆₀P₉₀K₆₀) во фракции 2,5-2,8 мм. В то же время, как в других вариантах минерального питания, содержание золы соответствовало средним значениям 2,5-2,7 %.

Содержание сырого жира в зерне пивоваренных сортов ячменя – один из важных показателей качества, поскольку представляет собой источник энергии, который используется при проращивании зерна на солод. Содержание сырого жира в зерне изучаемых вариантов варьировало от 1,8 до 2,3 %. Самое низкое содержание жира (1,8 %) получено во фракции 2,2-2,5 мм в варианте N₉₀P₆₀K₆₀. В остальных вариантах показатель жира был в пределах средних значений.

Клетчатка как полисахарид имеет большое значение в технологиях пивоварения и производства солода, поскольку ее волокна, содержащиеся в оболочках зерна, формируют пористый фильтрующий слой «дробину». Этот слой необходим для эффективного отделения жидкого сусла от твердой фазы в процессе затирания и фильтрации. Однако высокое ее содержание снижает экстрактивность сусла [1, 3, 8], так как свидетельствует о повышенной доле малополезных для экстракции оболочек и уменьшении доли крахмалистого эндосперма. В проведенных исследованиях среднее содержание клетчатки составляло от 5,0 до 6,7 %. Самое высокое содержание клетчатки получено в варианте N₉₀P₆₀K₆₀ во фракции зерна > 2,8 мм.

Таким образом, условия минерального питания позволяют регулировать химический состав зерна ячменя, пригодного для пивоварения.

Выводы. Изучено влияние удобрений NPK на качество зерна пивоваренного ячменя сорта Надежный. Эксперимент проводился в условиях засушливого лета (ГТК–1,1) на дерново-подзолистых почвах с повышенным содержанием фосфора и калия и дефицитом азота. Установлено, что в данных условиях соотношение элементов минерального питания при внесении в почву оказывает существенное влияние на характеристики фракций зерновок и биохимические показатели их качества, которые соотносятся с их крупностью и выравненностью. Были сделаны следующие выводы:

1. Содержание белка, как основного маркера качества зерна ячменя, зависело от условий погоды в течение вегетационного периода, особенно при наступлении фазы налива зерна, от условий минерального питания и размера зерна.

2. Регулирование условий минерального питания при выращивании растений ячменя при действии абиотических стрессов определяет уровень урожайности и качества зерна пивоваренного ячменя. Выявлено, что в

вариантах N₆₀P₆₀K₆₀, N₆₀P₆₀K₉₀, N₉₀P₉₀K₉₀ содержание белка во всех фракциях было допустимое – от 11,0 до 12,0 %, что свидетельствует о пригодности этих вариантов для пивоваренных целей.

3. Увеличение доз фосфора и калия по сравнению с азотом позволяет получить зерно с оптимальными крупностью и фракционным составом урожая зерна. Так при увеличении дозы калия до 90 кг/га по сравнению с азотом и фосфором (в варианте N₆₀P₆₀K₉₀) зерно было более выполненным, крупность зерна увеличилась до 96,2 %, доля зерна с фракцией 2,8 мм составила 84,1 %. Также в этом варианте доля мелкого зерна снизилась с 2,2 до 1,7%.

4. В варианте, где доза фосфора превышает дозы азота и калия (N₆₀P₉₀K₆₀) отмечалось увеличение доли крупного зерна толщиной более 2,8 мм до 85,5% по сравнению с вариантом (N₆₀P₆₀K₆₀), в котором доля крупного зерна с фракцией более 2,8 мм составляла 81,1 %. Это произошло за счет снижения доли двух более мелких фракций зерна толщиной 2,5–2,8 и 2,2–2,5 мм. В сумме доля этих двух фракций составила 3,1 и 9,9% соответственно.

5. Внесение повышенных доз P₉₀ и K₉₀ в вариантах N₆₀P₆₀K₉₀ и N₉₀P₉₀K₉₀, по сравнению с дозой азота в данных условиях выращивания, позволило активизировать физиологические механизмы устойчивости растений к стрессу, возникшему в результате недостатка влаги и повышения среднесуточной температуры в период налива зерна. Это обусловлено ключевой ролью калия в осморегуляции и поддержании тургора в период засухи [12]. При этом роль фосфора в данных условиях выращивания проявляется в регулировании энергетического обмена (АТФ) и развития корневой системы, что повышает эффективность использования доступной влаги.

Литература

1. Абашев В.Д., Светлакова Е.В., Попов Ф.А., Носкова Е.Н., Денисова А.В. Влияние возрастающих доз и соотношений минеральных

удобрений на урожайность и качество зерна ячменя // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2016. – № 1(50). – С. 24-30.

2. Блохин В.И., Никифорова И.Ю., Ганиева И.С., Сержанов И.М. Питательная ценность зерна сортообразцов ярового ячменя селекции Татарского НИИСХ // Вестник Казанского ГАУ. – 2021. – № 4(64). – С. 5-9.

3. Белокурова Е.С., Борисова Д.М., Лепеш Г.В. Физиологические показатели качества ячменя пивоваренного – основа для получения солода высокого качества // Технично-технологические проблемы сервиса. – 2012. – № 4(22). – С. 57-61.

4. Бейтуганов И.Р., Нартокова Д.Ж., Хоконова М.Б. Влияние величины семян ячменя на пивоваренное качество зерна и солода // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. – 2019. – № 3(25). – С. 13-18.

5. Гребенищев В.Ю., Верхогуров В.В., Белопухов С.Л., Серегина И.И. Влияние минерального питания на урожайность и качество зерна ячменя (*Hordeum vulgare* L.) при выращивании на серой лесной почве лесостепи Приангарья // Проблемы агрохимии и экологии. – 2019. – № 3. – С. 20-26.

6. Ермолаев С.В., Сидоренко А.Ю., Кривовоз А.Г. Определение крупности пивоваренного ячменя ситовым анализом // Пиво и напитки. – 2004. – №3. – С. 14.

7. Кобзаренко В.И., Волобуева В.Ф., Серегина И.И., Ромодина Л.В. Агрохимические методы исследований / В.И. Кобзаренко, В.Ф. Волобуева, И.И. Серегина, Л.В. Ромодина. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. – 309 с.

8. Лукьянец М.С., Белкина Р.И. Сорт и качество зерна пивоваренного ячменя // Сельскохозяйственные науки. – 2023. – № 1. – С. 20-26.

9. Новиков Н.Н., Соловьева Н.Е. Влияние режима питания и фиторегуляторов (Новосил, Эпин) на качество зерна и состав белков пивоваренного ячменя при выращивании на дерново-подзолистой почве // Известия ТСХА. – 2019. – №3. – С. 5-18.

10. Пасынков А.В., Завалин А.А., Пасынкова Е.Н., Скоробогатых Н.А. Изменения показателей качества зерна пивоваренного ячменя при его фракционировании // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – № 4 – С. 12-16.

11. Трухачев В.И., Белоухов С.Л., Исламгулова Р.Р., Серегина И.И., Новиков Н.Н., Дмитриевская И.И. Пивоваренные показатели качества ячменя сорта Надежный в зависимости от условий питания // Агрофизика. – 2021. – № 4. – С. 28-33.

12. Хозеева Е. В., Зимица Ю. А., Срослова Г. А. Окислительный стресс растений: химия, физиология, способы защиты // Природные системы и ресурсы. – 2020. – Т. 10. – № 4. – С. 30-43. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2020.4.4>

13. Шафран С.А. Влияние содержания подвижного калия в почвах на урожайность зерновых культур и затраты калийных удобрений на ее формирование // Агрохимия. – 2023. – № 4. – С. 3-10.

INFLUENCE OF MINERAL NUTRITION CONDITIONS ON THE QUALITY INDICATORS OF MALTING BARLEY GRAIN FRACTIONS

**R.R. Islamgulova, I.I. Seregina, Doctor of Biological Sciences,
Russian State Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev
127550, Moscow; Timiryazeva St., 49, E-mail: seregina.i@inbox.ru**

The effect of different doses of mineral fertilizers (N, P, K) on the quality characteristics of grain fractions of the Nadezhny malting barley variety was studied. It was found that when growing barley on sod-podzolic medium loamy soils, a comprehensive assessment of grain quality indicators and the size of caryopses based on the fractional composition is necessary. This made it possible to identify the best conditions for mineral nutrition that contribute to the production of barley grain for brewing purposes. It was shown that in the N60P60K60, N60P60K90, N90P90K90 variants, the protein content in all fractions was acceptable (in the range from 11.0% to 12.0%), indicating the suitability of grain for brewing purposes. It was established that the fractional composition of grain, which is essential for brewing, is correlated with grain size, which depends on the agrochemical characteristics of the soil, the use of agricultural practices, and climatic factors.

Key words: malting barley, mineral nutrition levels, grain fractions, grain size, grain uniformity, chemical composition.