

АГРОНОМИЯ

УДК 633.16:631.55

DOI: 10.53083/1996-4277-2026-258-4-7-14

О.А. Дубровина, В.А. Гулидова, Т.В. Зубкова

O.A. Dubrovina, V.A. Gulidova, T.V. Zubkova

ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА РАЗНЫХ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

FORMATION OF YIELD AND GRAIN QUALITY OF DIFFERENT VARIETIES OF SPRING BARLEY UNDER THE INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZER RATES

Ключевые слова: ячмень, сорт, высота растений, доза удобрения, качество зерна, белок, натура, экстрактивность, урожайность.

Изучали влияние разных сортов ярового ячменя и доз минеральных удобрений на продуктивность и показатели качества зерна. Проанализировано 3 сорта ячменя: Гонар, Эльф и Вакула на 2 фонах минерального питания $N_{30}P_{30}K_{30}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$. Установлено достоверное увеличение высоты растений ячменя в зависимости от удобрений. При дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$ высота растений увеличилась от 4,6 до 6,0 см, повышение дозы до $N_{60}P_{60}K_{60}$ увеличило показатель от 8,2 до 10,6 см в зависимости от сорта. Наибольший отклик при высоком уровне минерального питания ($N_{60}P_{60}K_{60}$) на структуру урожая показали сорта Гонар и Вакула. Современные сорта ячменя Гонар, Эльф и Вакула обладают высокой экологической пластичностью и адаптивностью. Максимальный прирост урожайности был при внесении удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$. Дополнительный сбор зерна относительно контроля (без удобрений) составил 0,90-1,05 т/га (22,6-31,8%). Максимальную прибавку урожайности продемонстрировали сорта Гонар (+0,94 т/га) и Эльф (+0,89 т/га), сорт Вакула оказался менее чувствительным (+0,45 т/га). Определено важное влияние природных условий на биохимические процессы в растениях ячменя. Благоприятные погодные условия теплое и сухое лето (2024 г.) способствовали увеличению содержания белка в зерне, но уменьшили натура зерна, тогда как прохладные и влажные условия (2025 г.) обусловили уменьшение белка и увеличение натурности. Сорт Вакула демонстрировал самое высокое содержание белка (12,30-13,73%) в зерне, но низкую натурную массу (599 г/л) и более мелкое зерно (46,61 г масса 1000 зерен). В условиях Липецкой области этот сорт в большей

степени подходит для выращивания на кормовые цели. Сорта Гонар и Эльф имели низкие показатели белка в зерне (11,25-11,28%), высокую натура зерна (654 г/л), высокую энергию прорастания (96%) и крупное зерно с массой 1000 зерен 48,39-47,15 г. Они в большей степени подходят для пивоваренной промышленности.

Keywords: barley, variety, plant height, fertilizer rate, grain quality, protein, grain-unit, extractivity, yielding capacity.

The influence of different spring barley varieties and mineral fertilizer rates on grain productivity and quality indices was studied. Three barley varieties were studied: Gonar, Elf and Vakula against two mineral nutrition backgrounds: $N_{30}P_{30}K_{30}$ and $N_{60}P_{60}K_{60}$. A significant increase of barley plant height was found depending on fertilizer application. At a rate of $N_{30}P_{30}K_{30}$, plant height increased from 4.6 to 6.0 cm, while increasing the rate to $N_{60}P_{60}K_{60}$ increased the plant height from 8.2 to 10.6 cm depending on the variety. The Gonar and Vakula varieties showed the greatest response to high levels of mineral nutrition ($N_{60}P_{60}K_{60}$) in terms of yield formula. Modern barley varieties Gonar, Elf and Vakula possess high ecological plasticity and adaptability. The maximum yield gain was achieved with the application of fertilizer at a rate of $N_{60}P_{60}K_{60}$. Additional grain yield compared to the control (without any fertilizer) amounted to 0.90-1.05 t ha (22.6-31.8%). The Gonar (+0.94 t ha) and Elf (+0.89 t ha) varieties showed the greatest yield gain, while the Vakula variety was less responsive (+0.45 t ha). The significant influence of natural conditions on biochemical processes in barley plants was identified. Favorable weather conditions as a warm and dry summer (2024) contributed to increased grain protein content but decreased grain-unit; while cool and

humid conditions (2025) resulted in decreased protein content and increased grain-unit. The Vakula variety showed the highest grain protein content (12.30-13.73%), but low natural weight (599 g L) and smaller grain size (thousand-kernel weight of 46.61 g). Under the conditions of the Lipetsk Region, this variety is more

suitable for growing for forage. The Gonar and Elf varieties had low grain protein levels (11.25-11.28%), high grain-unit (654 g L), high germinating energy (96%), and large grain size with thousand-kernel weight of 48.39-47.15 g. They are more suitable for brewing industry.

Дубровина Ольга Алексеевна, к.б.н., доцент, ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет имени И.А. Бунина», г. Елец, Липецкая обл., Российская Федерация, e-mail: laboratoria101@mail.ru.

Гулидова Валентина Андреевна, д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет имени И.А. Бунина», г. Елец, Липецкая обл., Российская Федерация, e-mail: guli49@yandex.ru.

Зубкова Татьяна Владимировна, д.с.-х.н., зав. кафедрой агротехнологий, хранения и переработки с.-х. продукции, ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет имени И.А. Бунина», г. Елец, Липецкая обл., Российская Федерация, e-mail: zubkovatanua@yandex.ru.

Dubrovina Olga Alekseevna, Cand. Bio. Sci., Assoc. Prof., Bunin Yelets State University, Yelets, Lipetsk Region, Russian Federation, e-mail: laboratoria101@mail.ru.

Gulidova Valentina Andreyevna, Dr. Agr. Sci., Prof., Bunin Yelets State University, Yelets Lipetsk Region, Russian Federation, e-mail: guli49@yandex.ru.

Zubkova Tatyana Vladimirovna, Dr. Agr. Sci., Head, Dept. of Agricultural Technologies, Storage and Processing of Agricultural Products, Bunin Yelets State University, Yelets, Lipetsk Region, Russian Federation, e-mail: zubkovatanua@yandex.ru.

Введение

Проблема повышения урожайности сельскохозяйственных культур остается актуальной задачей агропромышленного комплекса многих стран мира, включая Россию. Ячмень занимает важное место среди злаковых растений. Его зерно широко применяется в народном хозяйстве. Химический состав зерна включает 50-60% крахмала, 10-15% белка, богатого аминокислотами (лизинном, метионином, триптофаном), около 5,5% клетчатки, 64,6% безазотистых экстрактивных веществ, 2,1% жира, 13% влаги и 2,8% золы.

В регионах Центрального Черноземья наблюдается значительный потенциал повышения эффективности производства ячменя. В 2025 г. в Липецкой области было собрано 660,0 тыс. т, с 1 га посевов получено в среднем 4,85 т/га при потенциальной урожайности современных сортов на уровне 6-7 т/га. Липецкая область является тем регионом, где складываются самые благоприятные почвенно-климатические условия для получения качественного зерна ячменя, пригодного для пивоварения [1]. В настоящее время возрождается интерес к использованию ячменя не только в пивоваренной отрасли, но и в пищевой индустрии, а также в сфере животноводства. Каждое направление предъявляет особые требования к качеству зерна [2].

Оценивая качество ячменя для пивоваренной и спиртовой промышленности, специалисты

ориентируются на ключевые показатели: экстрактивность – не менее 75%, белковое содержание – 8-12%, натура зерна – 680 г/л.

При оценке качества ячменя для переработки в крупу помимо базисных кондиций особое внимание уделяется показателям, повышающим пищевую ценность крупы и её технологические характеристики – натура зерна (не ниже 680 г/л) и высокое содержание белка (10-14%).

Качество ячменя, используемого в животноводстве, оценивается по ряду ключевых показателей, которые обеспечивают полноценное питание животных и поддерживают здоровье поголовья. Основными показателями: уровень сырого протеина (белка) – 10-14%, который важен для поддержания мышечной массы и общего состояния организма животных; высокий уровень крахмала (обычно около 50-60%), участвующий в увеличении энергетической ценности корма и улучшении его усвояемости; наличие микроэлементов, таких как фосфор, кальций, магний, железо и цинк, а также витамины группы В, Е и D; отсутствие микотоксинов.

На продуктивность и качество получаемой продукции ячменя влияют следующие факторы: сорт, обработка почвы, защита посевов от сорной растительности, вредителей и болезней. Ключевым фактором, определяющим продуктивность ячменя и его физико-химические и технологические показатели качества зерна, является внесение минеральных удобрений [1, 3, 4]. Дозы внесения азотных, фосфорных и калийных

удобрений оказывают значительное влияние на рост, развитие, устойчивость к болезням и стрессовым факторам, а также на качественные характеристики зерна ячменя [2, 5].

Цель исследований – изучение продукционного процесса формирования урожайности и качества зерна разных сортов ярового ячменя под влиянием доз минеральных удобрений в почвенно-климатических условиях Липецкой области.

Объекты и методы исследований

Выращивание ячменя осуществлялось на учебно-опытном участке Елецкого государственного университета им. И.А. Бунина. Почвенный покров представлен выщелоченным черноземом с рН 5,6, содержанием гумуса 5,7%, P_2O_5 – 194,0 мг/кг, K_2O – 116,0 мг/кг. опыты закладывали по общепринятым методикам. Норма высева ячменя составляла 3,5 млн всхожих семян на 1 га.

В качестве удобрений использовали азофоску ($N_{16}P_{16}K_{16}$), которую вносили в почвы под предпосевную культивацию на глубину 12-15 см. Дозу минеральных удобрений установили согласно рекомендациям Центрального Черноземья для ячменя на выщелоченном черноземе [6].

В опыте изучали два фактора: фактор А – сорта ярового ячменя (Гонар, Эльф, Вакула); фактор В – дозы удобрений (без удобрений; $N_{30}P_{30}K_{30}$; $N_{60}P_{60}K_{60}$). Каждый сорт изучали на 3 уровнях удобренности (табл. 1). Опыт был построен на методе рендомизированных повторений. Учеты и наблюдения проводили согласно методике полевого опыта Б.А. Доспехова [7]. После уборки урожай был собран в снопы и обмолочен сноповой молотилкой МТПУ-500. В лабораторных условиях определяли массу 1000 зерен (ГОСТ 12042-80), натуру зерна (ГОСТ 10840-2017 «Зерно. Метод определения натуры»), содержание сырого белка (прибор «ИнфралЮМ ФТ-10»). Математическая обработка урожайных и качественных показателей зерна проводилась методом дисперсионного анализа с применением программы «СТАТИСТИКА, версия 2.6», пакета анализа Microsoft Excel 2013.

Климатические условия имеют первостепенное значение при выращивании ячменя, так как непосредственно воздействуют на его рост, развитие и формирование конечного урожая [8, 9].

Вегетационные периоды 2024 и 2025 гг. в Липецкой области отличались специфическими погодными условиями, которые серьезно повлияли на проводимые агромероприятия и состояние посевов.

В 2024 г. наблюдалось аномально раннее начало вегетационного периода, переход среднесуточной температуры воздуха через $+5^{\circ}C$ произошел в последней декаде марта. Апрель сложился «рекордно» теплым, среднемесячная температура месяца составила $15,0^{\circ}C$, что на $6-7^{\circ}C$ выше среднемноголетней нормы, но при этом отмечался значительный недостаток осадков, выпало всего 21 мм, или 65% от климатической нормы. В сложившихся погодных условиях проведен посев ячменя. В начале мая (с 3 по 9 мая) резко похолодало, температура воздуха местами опускалась до нулевых отметок. В этот период на фоне пониженной среднемесячной температуры на $2,0^{\circ}C$ ниже среднемноголетней нормы и недостатка осадков (72% к норме) поверхностные слои почвы в горизонтах размещения корневых систем растений стали быстро терять запасы влаги. Это отрицательно отразилось на росте, развитии и продуктивности ячменя. Обильные дожди прошли только в середине июня. С третьей декады июня по конец августа наблюдалась почвенная засуха. Гидротермический коэффициент (ГТК) снизился до критических 0,9 ед.

В 2025 г. в Липецкой области температура воздуха в целом за вегетационный период находилась на уровне среднегодовых значений. В апреле постепенно начинало теплеть, однако в мае наблюдался длительный период похолодания. Температура отставала от климатической нормы на $7-8^{\circ}C$, что типично для первой декады апреля. Осадков весной выпало на 5% меньше обычного. Умеренно прохладная погода с дождями установилась с третьей декады июня по август. Средняя дневная температура составляла около $+23...+24^{\circ}C$, ночью держалась на уровне $+13...+15^{\circ}C$. За лето выпало 200,4 мм осадков, что превышает среднемноголетний показатель на 37%. Гидротермический коэффициент (ГТК) составил 1,2.

Результаты исследований и их обсуждение

Высота растений – один из важнейших параметров, по которому можно определить уровень развития растения [10]. Для Липецкой области это важный признак морфологии растений, так

как ячмень в условиях региона часто полегает, что отрицательно сказывается на количестве и качестве получаемой продукции. Генетическая характеристика сортов показывает, что высота

растений к фазе созревания у сорта Эльф составляла 64,0 см, Гонар – 65,8 и Вакула – 53,0 см (табл. 1).

Таблица 1

Высота растений ячменя по фазам вегетации, см (среднее за 2024-2025 гг.)

Сорт (фактор А)	Дозы удобрений (фактор В)	Фазы вегетации					+/- к контролю в конце вегетации
		всходы	кущение	выход в трубку	цветение	созревание	
Гонар	Без удобрений	10,4	20,8	49,2	53,4	65,8	-
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	12,6	25,9	53,7	65,6	71,8	+6,0
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	14,4	32,8	58,4	69,5	76,4	+10,6
Эльф	Без удобрений	10,2	20,2	48,6	52,8	64,0	-
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	12,3	25,6	52,4	61,1	69,5	+5,5
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	13,8	31,3	56,6	67,7	73,5	+9,5
Вакула	Без удобрений	9,7	18,2	45,6	49,8	53,0	-
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	10,3	23,6	43,3	55,7	57,6	+4,6
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	12,4	29,8	52,4	59,5	61,2	+8,2

Удобрения в большей степени оказывали влияние на высоту, чем сортовые особенности. Уже в фазу кущения было заметно влияние удобрений. Все дозы удобрений увеличивали высоту растений ячменя в сравнении с контрольным вариантом. У сорта Гонар минимальное увеличение (+6 см) наблюдалось при внесении низких доз удобрений (N₃₀P₃₀K₃₀), а максимальное повышение (+10,6 см) было с увеличением дозы удобрений в 2 раза (N₆₀P₆₀K₆₀). Общая высота растений этого сорта на фонах удобрённости в фазу созревания составила 71,8 и 76,4 см соответственно. Сорт Вакула меньше всех реагировал увеличением высоты растений на внесение удобрений. Этот сорт по высоте уступал всем изучаемым сортам. Его высота составила 57,6 см (N₃₀P₃₀K₃₀) и 61,2 см (N₆₀P₆₀K₆₀) при высоте на контрольном варианте – 53,0 см. Эльф занимал промежуточное положение между сортами Гонар и Вакула.

Применение удобрений оказывает положительное воздействие на структуру урожая ярового ячменя, способствуя улучшению таких характеристик, как длина колоса, число зерен в колосе, масса зерна и масса 1000 семян [11, 12]. Особенно заметные результаты наблюдаются при увеличении дозы удобрений. Наибольший отклик показали сорта Гонар и Вакула, демонстрируя наилучшие показатели на высоком уровне удобрения (N₆₀P₆₀K₆₀).

Число зерен в колосе зависело от биологических особенностей сорта. У сорта Гонар было наибольшее число зерен в колосе, оно варьировало в среднем за два года от 19,08 до 21,0 шт.

Меньше всего зерен в колосе было у сорта Вакула (17,94-19,94 шт.). Сорт Эльф по этому показателю занимал промежуточное положение (табл. 2). Удобрения также оказывали влияние на озерненность колосьев. Зависимость была такая же, как и в разрезе по сортам. На фоне без применения удобрений масса 1000 зерен у всех сортов практически мало различалась (44,25-44,77 г). Изучаемые дозы удобрений способствовали увеличению крупности зерна. Доза удобрений N₃₀P₃₀K₃₀ увеличила массу 1000 зерен у сорта Гонар на 3,76 г, у Эльфа – 2,8 г и у сорта Вакула – на 2,33 г. Увеличение дозы удобрений в два раза (N₆₀P₆₀K₆₀) дополнительно повышало массу 1000 зерен на 3,35 г у Гонара, на 1,92 г у Эльфа и на 2,42 г у Вакулы. Независимо от фона удобрённости самое мелкое зерно было при выращивании ячменя сорта Вакула – 46,61 г, что на 1,78 г меньше, чем у сорта Гонар, и на 0,54 г, чем у Эльфа.

Показатель урожайности служит ключевым критерием для выбора оптимального режима ведения сельского хозяйства и повышения экономической отдачи от культивируемых земель [13]. Урожайность во многом определяется подбором и использованием потенциальных возможностей современных сортов не только ячменя, но и других культур в Липецкой области и во многом зависит от обеспеченности почвы влагой [14]. На всех изучаемых вариантах внесение удобрений увеличивало урожайность ячменя, причем лучшие результаты получены при более высокой дозе удобрений (N₆₀P₆₀K₆₀).

Самые значительные приросты урожайности отмечены у сортов Гонор и Эльф. Эти сорта продемонстрировали высокую реакцию на внесение удобрений, показав максимальный при-

рост урожайности – 0,94 и 0,89 т/га соответственно. Сорт Вакула реагировал менее интенсивно приростом продуктивности (0,45 т/га), даже на максимальную дозу удобрений (табл. 3).

Таблица 2

Элементы структуры урожайности сортов ярового ячменя (среднее за 2024-2025 гг.)

Сорт (фактор А)	Дозы удобрений (фактор В)	Длина колоса, см	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г	Масса 1000 зерен, г
Гонар	Без удобрений	6,70	19,08	0,90	44,77
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	7,94	19,27	0,95	48,53
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	8,80	21,00	0,98	51,88
Эльф	Без удобрений	6,27	18,70	0,84	44,64
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	7,12	19,18	0,90	47,44
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	8,08	20,27	0,92	49,36
Вакула	Без удобрений	6,22	17,94	0,78	44,25
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	6,98	18,98	0,90	46,58
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	7,87	19,94	0,86	49,00

Таблица 3

Урожайность зерна сортов ярового ячменя в зависимости от уровня минерального питания, т/га

Сорт (фактор А)	Доза удобрений (фактор В)	Год исследований		В среднем за два года	+(-) к контролю
		2024	2025		
Гонар	Без удобрений	3,87	4,44	4,15	0
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	4,16	5,10	4,63	+0,47
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	4,87	5,32	5,09	+0,94
Эльф	Без удобрений	3,55	4,34	3,94	0
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	3,92	4,66	4,29	+0,34
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	4,58	5,10	4,84	+0,89
Вакула	Без удобрений	3,54	4,27	3,30	0
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	3,83	4,45	4,14	+0,24
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,92	4,78	4,35	+0,45
НСР ₀₅ (фактор А)		0,23	0,30		
НСР ₀₅ (фактор В)		0,36	0,25		

Помимо количества полученного зерна важным качеством это зерно. Качество зерна – это комплекс потребительских свойств и признаков, определяющих пригодность зерна к использованию. Изучаемые сорта ярового ячменя обладают индивидуальными особенностями качества зерна. И самый главный признак – содержание белка и крахмала. Одни сорта способны эффективно усваивать азот и формировать большое количество белка в зерне, другие сосредоточены на образовании углеводов и крахмала [15-17]. Правильный подбор сорта для определенной цели (пивоварения, производства крупы или кормовые цели) важен, так как он определяет потенциальное содержание белка в урожае.

Основное влияние на содержание белка в зерне оказали удобрения и погодные условия. В 2025 г. (условия избыточного увлажнения и низ-

кие температуры) содержание белка в зерне всех изучаемых сортов снизилось независимо от применяемой дозы удобрений. Напротив, в 2024 г. (недостаток влаги и повышенная температура) содержание белка у сортов резко возросло. Подробности взаимодействия сортов и доз удобрений представлены в таблице 4.

Исследования показали, что все сорта демонстрируют положительную динамику увеличения содержания белка при использовании удобрений, особенно при дозе N₆₀P₆₀K₆₀. Выявлен высокий отклик по этому показателю у сорта Вакула, который при этой дозе удобрений демонстрирует самые высокие показатели белка (13,73% за два года). Возделывания этого сорта больше всего подходит для получения кормового зерна. Минимальные изменения по концентрации белка выявлены у сортов Гонор (11,61%)

и Эльф (11,76%). Оба сорта больше всего подходят для выращивания на пиво.

Применение удобрения $N_{60}P_{60}K_{60}$ показало наибольший эффект увеличения натуре зерна по всем вариантам. Ячмень сорта Гонар демонстрирует наиболее высокую натурную массу зерна независимо от уровня удобренности. В среднем за два года она составила 653 г/л. Незначительно ниже показатель у сорта Эльф –

651 г/л. Вакула имел самую низкую натуре зерна среди сортов, однако этот показатель также улучшался при внесении удобрений до 598 г/л.

У сортов Гонар и Эльф были высокие показатели энергии прорастания (94-95%) даже без внесения удобрений, изучаемые дозы удобрений мало влияли на энергию прорастания (оба сорта 96%), что, вероятно, связано с умеренным влиянием удобрений на данный показатель.

Таблица 4

Технологические показатели качества зерна ячменя в зависимости от сорта и доз минеральных удобрений

Сорт (фактор А)	Доза удобрений (фактор В)	Содержание белка, %			Натуре зерна, г/л			Энергия прорастания, %		
		2024 г.	2025 г.	среднее	2024 г.	2025 г.	среднее	2024 г.	2025 г.	среднее
Гонар	Без удобрений	11,14	10,63	10,88	642	646	644	95	95	95
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	11,62	10,91	11,26	644	661	652	96	97	96
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	12,19	11,04	11,61	652	653	653	96	97	96
Эльф	Без удобрений	11,22	10,71	10,96	637	659	648	92	95	94
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	11,89	10,77	11,13	648	660	651	94	97	95
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	12,53	11,00	11,76	650	652	654	95	96	96
Вакула	Без удобрений	13,13	11,48	12,30	585	602	594	89	91	90
	$N_{30}P_{30}K_{30}$	14,92	11,44	13,18	592	606	598	90	93	92
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	15,29	12,18	13,73	590	605	599	90	93	92
НСР ₀₅ (фактор А)		0,98	0,87		5,51	4,80		2,2	2,3	
НСР ₀₅ (фактор В)		1,23	1,03		4,82	3,22		2,7	3,1	

Сорт Вакула показал энергию прорастания на 4-5% ниже, чем у сортов Гонар и Эльф. Удобрения увеличивали энергию его прорастания на 2%, но абсолютный показатель был ниже, чем у Гонара и Эльфа.

Выводы

1. Современные сорта ячменя Гонар, Эльф и Вакула обладают высокой экологической пластичностью и адаптивностью, способны формировать урожайность зерна в условиях Липецкой области 3,30-4,15 т/га. Максимальный прирост урожайности был при внесении удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$. Дополнительный сбор зерна относительно контроля составил 0,90-1,05 т/га (22,6-31,8%), что подчеркивает необходимость внесения удобрений для каждого сорта.

2. Сорта ярового ячменя Гонар, Эльф, Вакула обладают уникальными генетическими характеристиками, влияющими на накопление белка и другие технологические показатели качества зерна. Сорт Вакула демонстрировал самое высокое содержание белка (12,30-13,73%), тогда как Гонар (11,25%) и Эльф (11,28%) имели более низкие показатели белка и практически одинаковое содержание. Они в большей степе-

ни подходили для получения пивоваренного ячменя.

3. Минеральные удобрения оказали позитивное влияние на натуре зерна, которая повысилась до 654 г/л у сортов Гонар и Эльф при повышении дозы удобрений до $N_{60}P_{60}K_{60}$. Вакула имел самую низкую натуре зерна среди сортов, однако этот показатель также улучшался при внесении удобрений до 599 г/л.

Энергия прорастания зерна всех сортов увеличилась под действием удобрений незначительно (от 1 до 2%), но применение удобрений позволило стабильно достигать высокого уровня энергии прорастания (96%).

Библиографический список

1. Гулидова, В. А. Особенности возделывания ячменя для производства солода / В. А. Гулидова. – Текст: электронный // Зерновые культуры. – 2001. – № 3 (6). – С. 27-28. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20235830>.
2. Брюханов, А. В. Ресурсосберегающие технологии выращивания ярового ячменя в условиях Центрально-Чернозёмного региона / А. В. Брюханов, Л. Гончарова. – Текст: непо-

средственный // Агропромышленный комплекс России: проблемы и перспективы. – Воронеж, 2019. – С. 145-150.

3. Гулидова, В. А. Оптимизация обработки почвы под яровой ячмень / В. А. Гулидова. – Текст: электронный // Земледелие. – 2001. – № 6. – С. 18-19. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24348219>.

4. Хрюкина, Е. И. Пивоваренный ячмень: практическое руководство по выращиванию / Е. И. Хрюкина, В. А. Гулидова, Г. Я. Сергеев. – Воронеж, 2019. – 32 с. – Текст: непосредственный.

5. Барсуков, В. Н. Минеральные удобрения и продуктивность ярового ячменя в условиях Курско-Белгородской зоны / В. Н. Барсуков, С. А. Семенов. – Текст: непосредственный // Проблемы инновационного развития АПК: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. – Орёл, 2017. – С. 145-150.

6. Новичихин, А. М. Система применения удобрений под ячмень в ЦЧР/ А. М. Новичихин, Е. А. Балюнова, Е. Г. Бочарникова. – Текст: непосредственный // Символ науки: международный научный журнал. – 2016. – № 10-3 (22). – С. 41-45. – EDN WXDGLJ.

7. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений / Б. А. Доспехов. – Стереотип. изд., перепеч. с 5-го изд., доп. и перераб. 1985 г. – Москва: Альянс, 2014. – 351 с. – Текст: непосредственный.

8. Абрамова, Е. А. Агроклиматические условия и урожайность ярового ячменя / Е. А. Абрамова. – Текст: непосредственный // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2019. – № 1. – С. 147-153.

9. Агротехнологическая оценка возделывания ярового ячменя в условиях Среднего Урала / П. А. Постников, Н. В. Масленина, О. В. Васина, Е. Л. Тиханская. – DOI 10.31677/2072-6724-2023-67-2-93-109. – Текст: непосредственный // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2023. – № 2 (67). – С. 93-103. – EDN XNZWZA.

10. Влияние предпосевной обработки семян растворами микробиологических препаратов на посевные качества семян и морфофизиологические показатели проростков ярового ячменя

(*Hordeum vulgare* L.) / Т. В. Головкова, С. В. Болнова, И. В. Добрецов, Ю. В. Лактионов. – DOI 10.51419/202141126. – Текст: непосредственный // АгроЭкоИнфо. – 2024. – № 1 (61). – EDN QPKWBW.

11. Андреева, Е. Ю. Качество зерна ярового ячменя в зависимости от минеральных удобрений / Е. Ю. Андреева, В. Г. Тимонин. – Текст: непосредственный // Земледелие. – 2017. – № 4. – С. 28-32.

12. Васильев, А. В. Качество зерна ярового ячменя в зависимости от минеральных удобрений и сорта / А. В. Васильев, И. В. Петров. – Текст: непосредственный // Инновационные решения в агропромышленном комплексе: материалы Всероссийской конференции. – Тамбов, 2018. – С. 121-125.

13. Григорьева, Н. А. Минеральное питание и продуктивность ярового ячменя в Центрально-Чернозёмном регионе / Н. А. Григорьева, А. А. Макеев. – Текст: непосредственный // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2018. – № 2. – С. 123-130.

14. Гулидова, В. А. Продуктивность перспективных гибридов сахарной свеклы в условиях Липецкой области / В. А. Гулидова, В. Л. Захаров. – DOI 10.53083/1996-4277-2024-235-5-18-25. – Текст: электронный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2024. – № 5 (235). – С. 18-25. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=67208050>.

15. Березин, А. С. Влияние разных видов удобрений на формирование урожайности и качества зерна ярового ячменя / А. С. Березин, И. О. Дмитриевич. – Текст: непосредственный // Современные исследования в науке и образовании. – 2017. – № 3. – С. 28-32.

16. Ковалёва, Н. А. Управление качеством зерна ярового ячменя с использованием минеральных удобрений / Н. А. Ковалёва, А. А. Дмитриев. – Текст: непосредственный // Совершенствование аграрного производства России. – Рязань, 2019. – С. 145-150.

17. Мязин, Н. Г. Изменение пищевого режима чернозема выщелоченного под яровым ячменем при внесении минеральных удобрений / Н. Г. Мязин, П. А. Сушкевич, А. Н. Кожокина. – DOI 10.53914/issn2071-2243_2023_1_37. – Текст: непосредственный // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2023. – Т. 16, № 1 (76). – С. 37-44. – EDN DVBBOM.

References

1. Gylidova, V.A. Ocobennosti vozdeleyvaniya yachmenya dlya proizvodstva coloda / V.A. Gylidova // Zernovye kultury, 2001. – No. 3 (6). – S. 27-28. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20235830>.
2. Bryukhanov, A.V. Resursoberegayushchie tekhnologii vyrashchivaniya yarovogo yachmenya v usloviyakh Tsentralno-Chernozemnogo regiona / A.V. Bryukhanov, L. Goncharova // Agropromyshlennyy kompleks Rossii: problemy i perspektivy. – Voronezh, 2019. – S. 145–150.
3. Gulidova, V.A. Optimizatsiya obrabotki pochvy pod yarovoy yachmen / V.A. Gulidova // Zemledelie. – 2001. – No. 6. – S. 18-19. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24348219>.
4. Khryukina, E.I. Pivovarennyy yachmen: prakticheskoe rukovodstvo po vyrashchivaniyu / E.I. Khryukina, V.A. Gulidova, G.Ya. Sergeev. – Voronezh, 2019. – 32 s.
5. Barsukov, V.N. Mineralnye udobreniya i produktivnost yarovogo yachmenya v usloviyakh Kursko-Belgorodskoy zony / V.N. Barsukov, S.A. Semenov // Problemy innovatsionnogo razvitiya APK: sbornik statey Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Orel, 2017. – S. 145–150.
6. Novichikhin, A. M. Sistema primeneniya udobreniy pod yachmen v TsChR / A. M. Novichikhin, E. A. Balyunova, E. G. Bocharnikova // Simvol nauki: mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal. – 2016. – No. 10-3 (22). – S. 41-45.
7. Dospikhov, B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy): uchebnik dlya vysshikh selskokhozyaystvennykh uchebnykh zavedeniy. Stereotip. izd., perepech. s 5-go izd., dop. i pererab. 1985 g. – Moskva: Alyans, 2014. – 351 s.
8. Abramova, E.A. Agroklimaticheskie usloviya i urozhaynost yarovogo yachmenya / E.A. Abramova // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy. – 2019. – No. 1. – S. 147–153.
9. Agrotekhnologicheskaya otsenka vozdeleyvaniya yarovogo yachmenya v usloviyakh Srednego Urala / P. A. Postnikov, N. V. Maslenina, O. V. Vasina, E. L. Tikhanskaya // Vestnik NGAU (Novosibirskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet). – 2023. – No. 2 (67). – S. 93-103. – DOI 10.31677/2072-6724-2023-67-2-93-109.
10. Vliyanie predposevnoy obrabotki semyan rastvorami mikrobiologicheskikh preparatov na posevnye kachestva semyan i morfofiziologicheskie pokazateli prorstkov yarovogo yachmenya (*Hordeum vulgare* L.) / T. V. Golovkova, S. V. Bolnova, I. V. Dobretsov, Yu. V. Laktionov // AgroEkolInfo. – 2024. – No. 1 (61). – DOI 10.51419/202141126.
11. Andreeva, E.Yu. Kachestvo zerna yarovogo yachmenya v zavisimosti ot mineralnykh udobreniy / E.Yu. Andreeva, V.G. Timonin // Zemledelie. – 2017. – No. 4. – S. 28-32.
12. Vasilev, A.V. Kachestvo zerna yarovogo yachmenya v zavisimosti ot mineralnykh udobreniy i sorta / A.V. Vasilev, I.V. Petrov // Innovatsionnye resheniya v agropromyshlennom komplekse. Materialy Vserossiyskoy konferentsii. – Tambov, 2018. – S. 121–125.
13. Grigoreva, N.A. Mineralnoe pitanie i produktivnost yarovogo yachmenya v Tsentralno-Chernozemnom regione / N.A. Grigoreva, A.A. Makeev // Mezhdunarodnyy selskokhozyaystvennyy zhurnal. – 2018. – No. 2. – S. 123–130.
14. Gulidova, V. A. Produktivnost perspektivnykh gibridov sakharnoy svekly v usloviyakh Lipetskoy oblasti / V. A. Gulidova, V. L. Zakharov // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2024. – No. 5 (235). – S. 18-25. – DOI 10.53083/1996-4277-2024-235-5-18-25.
15. Berezin, A.S. Vliyanie raznykh vidov udobreniy na formirovanie urozhaynosti i kachestva zerna yarovogo yachmenya / A.S. Berezin, I.O. Dmitrevich // Sovremennye issledovaniya v nauke i obrazovanii. – 2017. – No. 3. – S. 28–32.
16. Kovaleva, N.A. Upravlenie kachestvom zerna yarovogo yachmenya s ispolzovaniem mineralnykh udobreniy / N.A. Kovaleva, A.A. Dmitriev // Sovershenstvovanie agrarnogo proizvodstva Rossii. – Ryazan, 2019. – S. 145–150.
17. Myazin, N. G. Izmenenie pishchevogo rezhima chernozema vyshchelochennogo pod yarovym yachmenem pri vnesenii mineralnykh udobreniy / N. G. Myazin, P. A. Sushkevich, A. N. Kozhokina // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2023. – T. 16, No. 1 (76). – S. 37-44. – DOI 10.53914/issn2071-2243_2023_1_37.

