

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ НА РАЗНЫХ ФОНАХ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ И НОРМАХ ВЫСЕВА

Еряшев Александр Павлович¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры «Технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции»

Козлова Анастасия Алексеевна¹, магистр кафедры «Агроинженерия» института механики и энергетики

Железнов Александр Сергеевич², главный агроном ГУП «Луховский»

¹ФГБОУ ВО Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева

¹430005, Российская Федерация, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Большевикская, д. 68.

Телефон: +7 (8342) 472913 e-mail: kafedratpprp@agro.mrsu.ru.

²430910, Российская Федерация, Республика Мордовия, г. Саранск, с. Куликовка. Д. 127.

Ключевые слова: удобрения, нормы высева, урожайность зерна, чистый доход, рентабельность, себестоимость зерна, энергетический доход, биоэнергетический коэффициент, коэффициент энергетической эффективности, энергоёмкость зерна.

Из полевых культур, возделываемых в Мордовии, лидирующее место принадлежит ячменю, который используется на продовольственные, кормовые и пивоваренные цели. Последний вариант его применения экономически целесообразен и для этих целей используются много сортов. Знание влияния отдельных элементов технологии (минерального фона и площади питания) на продуктивность, экономические и энергетические показатели очень важно. Эксперимент проводился для установления возможных параметров продуктивности пивоваренного ячменя сорта Грейс при разных фонах минерального питания и густоты стояния растений, с задачей выявления воздействия изучаемых факторов на урожайность зерна и экономически и энергетически эффективные варианты. В учебно-опытном хозяйстве в ФГБОУ ВО «Национально-исследовательского университета имени Н. П. Огарева» в 2012, 2014 и 2015 годы выполнялась экспериментальная работа. В статье показаны особенности формирования урожайности зерна, экономических и энергетических показателей в зависимости от элементов технологий. Выявлены оптимальные нормы удобрений и высева при выращивании пивоваренного ячменя. Приводятся результаты исследований воздействия удобрений и густоты стояния на урожайность и себестоимость зерна; чистого и энергетического дохода, рентабельность, биоэнергетическую эффективность пивоваренного ячменя сорта Грейс при произрастании на черноземах выщелоченных Мордовии. Установлено, что наибольшая урожайность зерна (3,84 т/га), условно-чистый доход (26277 руб./га) и баланс энергии (49,3 ГДж /га) наблюдается при внесении туков $N_{60}P_{60}K_{60}$ и высева 5,5 млн семян на гектар, при данной же густоте посева, но без применения удобрений – рентабельность 374 %. Максимальный коэффициент биоэнергетической эффективности (4,6) и минимальная себестоимость зерна (2214 руб./га) отмечены на естественном фоне с нормой высева 5,5 млн/га, а преимущественный коэффициент энергетической эффективности (3,0) и наименьшая энергоёмкость зерна 94,8 ГДж/т – на естественном фоне с нормой высева 4,0 млн/га.

Введение

Из полевых культур, возделываемых в Мордовии, лидирующее место принадлежит ячменю, который используется на продовольственные, кормовые и пивоваренные цели. Последний вариант его применения экономически целесообразен и для этих целей используются много сортов. Знание влияния отдельных элементов технологии (минерального фона и площади питания) на продуктивность, экономические и энергетические показатели и качество зерна новых сортов интенсивного типа в конкретных почвенно-климатических условиях очень важно.

Повышение урожайности и качества зерновых культур во многом зависит от почвенно-климатических условий [1, 2]. Адаптивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур

должны способствовать формированию высоких урожаев, что является основным фактором продовольственной безопасности в период обострения экономического и энергетического кризиса в современном мире. Использование минеральных удобрений, био- и гуминовых препаратов, регуляторов роста нового поколения, имеющих широкий спектр физиологической активности, способных ингибировать, стимулировать и координировать различные процессы в растениях, а также их соотношение являются основой в адаптивных технологиях возделывания ячменя [3, 4, 5, 6]. Следует отметить, что 25 – 80 % в формировании урожайности данной культуры приходится на долю минеральных удобрений, которые способствуют повышению продуктивности, качества зерна, устойчивости к болезням, вредителям и засухе. А самое

Таблица 1

Экономическая эффективность применения удобрений и норм высева в технологии ячменя (в среднем за 2012, 2014 и 2015 годы, с 1 га)

Удобрения (А)	Высев семян млн шт. / га (Б)	Урожай- ность зерна, т/га	Стоимость валовой про- дукции	Затраты	Условно чистый до- ход	Себестои- мость зерна, руб./т	Рентабель- ность, %
Без удобрений (контроль)	3,5	1,97	20685	6008	14677	3059	244
	4,0	2,65	27828	6321	21507	2385	340
	4,5	2,35	24675	6372	18303	2711	287
	5,5	2,60	27300	6608	20696	2541	313
	5,5	3,08	32340	6819	25521	2214	374
Без удобрений в среднем		2,53	26565	6426	20139	2540	313
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	3,5	2,52	26460	9659	16801	3833	174
	4,0	2,37	24885	9774	15111	4124	155
	4,5	2,74	28770	10015	18755	3655	487
	5,0	3,43	36015	10395	25620	3031	246
	5,5	3,43	36015	10577	25438	3084	240
По фону N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ в среднем		2,90	30450	10084	20366	3477	202
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,5	2,22	23310	12828	11028	5778	86,0
	4,0	2,64	27720	13174	14546	4990	110
	4,5	3,21	33705	13521	20184	4212	149
	5,0	3,37	35385	13733	21662	4075	158
	5,5	3,84	40320	14043	26277	3657	187
По фону N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ в среднем		3,06	32130	13461	18669	4399	139
Высев семян в среднем (Б)	3,5	2,74	23520	9499	14021	4241	148
	4,0	2,55	26775	9756	17019	3826	174
	4,5	2,77	29085	9970	19115	3599	192
	5,0	3,13	32865	10244	22621	3273	221
	5,5	3,45	36225	10480	25745	3040	246
В среднем по опыту		2,83	29715	9990	19725	197	197

главное -они должны быть правильно подобраны [7, 8].

Для многорядного ячменя сорта Тандем внесение удобрений из расчета N₆₀P₆₀K₆₀ способствовало формированию максимальной урожайности зерна (3,35 т/га), получению наибольшего условно-чистого дохода (11,05 тыс. руб./га) и баланса энергии (54,1 ГДж/га), коэффициента биоэнергетической (4,36) и энергетической (3,36) эффективности эти показатели преобладали (5,80 т/га; 11,08 тыс./руб./га; 73,6 ГДж/га; 3,16 и 2,16) при норме высева семян 4,5 млн на гектар [9, 10, 11, 12].

Применение туков из расчета N₄₅P₅₀ кг/га действующего вещества привело у большинства районированных сортов в Пензенской области к повышению продуктивности ячменя на 15,3 – 16,1 %; на 4,9 и 7,3 % увеличению массы 1 000 семян. [13, 14].

Применение туков под запланированную продуктивность 4 т/га ячменя на 77,1 % повыша-

ла урожайность зерна сорта Темеркан, а без них составила 2,36 т/га. Об этом свидетельствуют эксперименты, проведенные в Республике Татарстан Алексеевском районе на выщелочном тяжелосуглинистом черноземе [15, 16]. В Ульяновской области на таких же почвах внесение биоорганического удобрения NARGO и диааммофоски N₁₅P₁₅K₁₅, N₁₅P₁₅K₁₅S₁₀ способствовало увеличению урожайности зерна кормового ячменя Нутанс 553 на 0,25 – 0,63 т/га. Наибольшее увеличение ее, по сравнению с контролем (21,5 %), обеспечило совместное применение серосодержащих комплексных удобрений и NARGO с серосодержащими комплексными удобрениями [17].

Как следует из обзора источников, в различных почвенно-климатических зонах сорта ячменя не одинаково влияют на фон минерального питания и густоту стояния растений, поэтому для науки и производства важно установить оптимальные их значения при возделывании пивоваренного сорта

Грейс в почвенно-климатических условиях Мордовии с целью формирования максимальной продуктивности с высоким качеством.

Эксперимент проводился для установления возможных параметров продуктивности пивоваренного ячменя сорта Грейс при разных фонах минерального питания и густоты стояния растений с задачей выявления воздействия изучаемых факторов на урожайность зерна и экономически и энергетически эффективных вариантов.

Материалы и методы исследований

В учебно-опытном хозяйстве в ФГБОУ ВО «Национально-исследовательского университета Н. П. Огарева» в 2012, 2014 и 2015 годы выполнялась экспериментальная работа. Схема двухфакторного опыта приведена в таблицах 1 и 2.

Исследования выполнили на сорте пивоваренного ячменя «Грейс» полевым и лабораторным методами. Делянки первого порядка (фон удобрений) имели размер 45 м² (5 × 9 м²), второго – 9 м² (1,8 × 5 м). Почва опытного участка имела типичный для чернозема выщелоченного агрохимический состав.

По методике Госсортсети выполнили определение структуры урожая, а его учет – сплошным методом [18]. Закладку эксперимента и обработку полученных данных провели по Доспехову Б. А. [19]. Экономическая эффективность рассчитана по современным методикам [19]. Оценка биоэнергетической эффективности агроприемов – по методике кафедры ТППСХП МГУ имени Н. П. Огарева [20]. В опыте использовали рекомендованную в республике агротехнику для ячменя.

Засушливыми (ГТК = 0,79) и сильно засушливыми (ГТК = 0,50) были агрометеорологические условия периодов вегетации в 2012 и 2014 годах, нормально увлажненными (ГТК = 1,1) в 2015 году.

Результаты исследований

За годы исследований максимальная урожайность зерна получена при внесении удобрений N₆₀P₆₀K₆₀, что на 20,9 % больше, чем на контроле (табл. 1).

Преобладание ее отмечено с высевом 5,5 млн семян на гектар. Урожайность увеличивалась до 54,0 % с ростом густоты стояния растений. По частным различиям в этих же вариантах выявлено ее преимущество над контролем на 94,9 %.

За счет увеличения числа продуктивных стеблей шло формирование наибольшей урожайности семян. Между ними установлена сильная связь, при значении коэффициента корреляции 0,9 уравнение линейной регрессии имело вид $Y = 0,05 + 0,08x$, для вариации x (число продуктивных стеблей) 180 – 700.

Нами установлено, что внесение удобрений способствовало увеличению стоимости валовой

продукции на 14,6 % и 21,0 %, с ее преобладанием густотой посева 5,5 млн семян на гектар. Здесь же с внесением туков N₆₀P₆₀K₆₀ она доминировала по частным различиям. Применение удобрений привело к росту затрат на 71,1 и 103,7 %, с посевом 5,5 млн семян они преобладали, в данных же вариантах выявлено их преимущество для частных различий. Максимальный условно-чистый доход выявлен с использованием N₃₀P₃₀K₃₀ с преобладанием с высевом 5,5 млн семян. Здесь же, но уже на фоне N₆₀P₆₀K₆₀, он был наибольшим при совместном влиянии факторов. Себестоимость зерна с применением туков повышалась на 36,9 и 73,2 %. При высеве 5,5 млн/га семян она была минимальной. В этом же варианте, но без удобрений установлена подобная же закономерность для частных различий. Уровень рентабельности снижался при возрастании доз вносимых удобрений на 111 и 174 %. С высевом 5,5 млн семян она преобладала, здесь же на естественном фоне отмечено ее преимущество для частных различий.

Расчеты энергетической эффективности показали, что сбор валовой энергии возрастал на 15,4 – 22,1 % с увеличением дозы вносимых туков (табл. 2).

Ее преимущество было с посевом семян 5,5 млн на гектар, здесь же с применением N₆₀P₆₀K₆₀ он возрастал для частных различий. Затраты энергии повышались на 13,8 и 17,4 %. При густоте посева 5,5 млн семян они преобладали, в этих же вариантах для частных различий отмечено их преимущество. На 5,2– 2,3 % возрастал баланс энергии при внесении туков, с высевом 5,5 млн семян он преобладал, в этом же варианте с применением N₃₀P₃₀K₃₀ выявлено его преимущество для частных различий. Снижение биоэнергетического коэффициента в 1,2 – 1,4 раза вызвало внесение удобрений, с его преобладанием при густоте посева 5,5 млн семян, здесь же в контрольном варианте установлено его преимущество при взаимодействии факторов. Аналогичная же закономерность по фактору А и В выявлена и для коэффициента энергетической эффективности, но по частным различиям максимальным он был на не удобренном фоне и высева 4,0 млн семян. На 20,4 – 46,3 % увеличивалась энергоемкость зерна с повышением доз удобрений, при минимальном значении с высевом 5,5 млн семян на гектар, а на естественном фоне – 4,0 млн семян, такая же тенденция имела, судя по действию обоих факторов.

Обсуждение

Из выше изложенного следует, что преимущественная продуктивность, условно-чистый доход и баланс энергии формировались у пивоваренного двурядного ячменя сорта «Грейс» в условиях Мордовии при внесении удобрений N₆₀P₆₀K₆₀

Таблица 2

Энергетическая эффективность удобрений и норм высева в технологии ячменя (в среднем за 2013, 2014, 2016 гг., с 1 га)

Удобрения (А)	Высев семян, млн шт./га (В)	Сбор валовой энергии, ГДж	Затраты энергии, ГДж	Баланс энергии, ГДж	Биоэнергетический коэффициент	Коэффициент энергетической эффективности	Энергоемкость 1 т зерна, ГДж
Без удобрений (контроль)	3,5	38,4	11,6	26,8	3,3	2,3	5,9
	4,0	50,9	12,7	38,2	4,0	3,0	4,8
	4,5	45,6	13,5	32,1	3,4	2,4	5,7
	5,0	49,9	14,4	35,5	3,5	2,5	5,5
	5,5	59,1	15,5	43,6	4,6	2,8	5,0
Без удобрений в среднем		48,8	13,5	35,3	3,6	2,6	5,4
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	3,5	48,9	16,8	32,1	2,9	1,9	6,7
	4,0	46,0	17,6	28,4	2,6	1,6	7,4
	4,5	53,2	18,6	34,6	2,9	1,9	6,8
	5,0	66,9	19,7	47,2	3,4	2,4	5,7
	5,5	66,5	20,7	45,8	3,2	2,2	6,0
По фону N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ в среднем		56,3	18,7	37,6	3,0	2,0	6,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,5	43,1	21,4	21,7	2,0	1,0	9,6
	4,0	51,5	22,5	29,0	2,3	1,3	8,5
	4,5	62,6	23,6	39,0	2,6	1,6	7,4
	5,0	66,0	24,5	41,5	2,7	1,7	7,3
	5,5	74,9	25,6	49,3	2,9	1,9	6,7
По фону N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ в среднем		59,6	23,5	36,1	2,5	1,5	7,9
Высев семян в среднем (В)	3,5	43,1	16,6	26,5	2,6	1,6	7,4
	4,0	49,5	17,3	32,2	2,8	1,9	6,9
	4,5	53,8	18,6	35,2	2,9	1,9	6,7
	5,0	60,9	19,5	41,4	3,1	2,1	6,2
	5,5	66,8	20,6	46,2	3,2	2,2	5,9
В среднем по опыту		54,8	18,5	36,3	3,0	2,0	6,6

и высева 5,5 млн семян на гектар. Другие сорта, возделываемые в данном же и в иных регионах Российской Федерации, требуют меньшие и более высокие дозы удобрений, а также – под запланированную урожайность зерна 4 т/га. С. В. Кудашкиной установлена экономически эффективная доза удобрений N₉₀P₉₀K₉₀ для многорядного ячменя сорта Тандем в условиях Мордовии [9, 10, 11], А. А. Саулин выявил, что здесь же для него наибольшая урожайность зерна (5,80 т/га) обеспечивается при норме высева 4,5 млн на гектар [12]; однако В. А. Варламов и А. С. Парфенов для Среднего Поволжья отмечали наибольшую урожайность ячменя сортов Волгарь и Одесский 110 на фоне N₄₅P₅₀ [13, 14]. Для условий Ульяновской области В. А. Исачев считает, что для получения высоких урожаев данной культуры сорта Нутанс 553 достаточно совместного применения биоорганического удобрения NARGO и серосодержащего комплексного удобрения N₁₅P₁₅K₁₅S₁₀ [17], в то время, как М. Н. На-

фиков и И. Г. Ситдииков отмечают целесообразным для сорта Тимеркан в Татарстане вносить туки под запланированную урожайность зерна 4 т/га [15, 16]. То есть нами подтверждена гипотеза о том, что для каждого региона с учетом почвенно-климатических условий и биологических особенностей сорта необходимо корректировать элементы технологии (дозы, удобрений и нормы высева), чтобы получать наибольшие урожаи с лучшим экономическим и энергетическим эффектом.

Заключение

В заключении следует отметить, что при возделывании многорядного ячменя сорта Грейс с внесением удобрений N₆₀P₆₀K₆₀ и расходом семян 5,5 млн на гектар обеспечивались максимальные урожайность зерна, условно-чистый доход и баланс энергии с этой же густотой посева, но без применения удобрений – рентабельность. Наибольший коэффициент биоэнергетической эффективности и минимальная себестоимость зерна от-

мечены на естественном фоне с нормой высева 5,5 млн/га, а максимальный коэффициент энергетической эффективности и наименьшая энергоёмкость зерна – на естественном фоне с нормой высева 4,0 млн/га,

Библиографический список

1. Význam znakov kořenového systému pro efektivní využití zásoby vody a živin z půdního profilu: aktuální kapitoly z fyziologie rostlin a zemědělského výzkumu 2011 / J. Haberle, P. Svoboda, L. Bláha, B. Šerá [et al.]. – Praha : Selected topics in plant physiology and agricultural research, 2012. – P. 138 – 145.
2. Marcinkowski, P. Effect of climate change on sowing and harvest dates of spring barley and maize in Poland / P. Marcinkowski, M. Piniewski // International Agrophysics. – 2018. - № 32(2). – С. 265 – 271.
3. Raimanová, I. The effects of differentiated water supply after anthesis and nitrogen fertilization on 15N of wheat grain / I. Raimanová, J. Haberle. - Rapid Commun : Mass Spectrom., 2010. - 24. – P. 261 – 266.
4. Kargin, V. I. Economic assessment of the technology of winter cultivation of wheat in the Republic of Mordovia / V. I. Kargin, R. A. Zaharkina, M. M. Geraskin // Espacios. - 2018. - Vol. 39(36). – P. 6.
5. Kargin, V. I. Economic evaluation of winter rye cultivation technology / V. I. Kargin, R. A. Zaharkina, M. M. Geraskin // Espacios. - 2019. – Vol. 40(24). – P. 22.
6. Isaichev, V. A. Influence of growth regulators and mineral fertilizers on water regime and yielding capacity of barley plants / V. A. Isaichev, N. N. Andreev, K. A. Vinogradova // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. - 2018. – Vol. 9, № 2. – P. 1197 – 1202.
7. Дериглазова, Г. М. Получение ярового ячменя заданного качества на склоновых землях / Г. М. Дериглазова, Е. П. Проценко // Земледелие. – 2010. – № 1. – С. 27 – 29.
8. Дериглазова, Г. М. Влияние технологий разного уровня на урожайность ярового ячменя / Г. М. Дериглазова, И. Г. Пыхтин // Земледелие. – 2012. – № 7. – С. 31 – 33.
9. Еряшев, А. П. Влияние элементов технологии на продуктивность многорядного ячменя / А. П. Еряшев, И. П. Бектяшкин, С. В. Кудашкина // Кормопроизводство. – 2013. – № 2. – С. 9–12.
10. Еряшев, А. П. Урожайность и качество семян ячменя в зависимости от фона питания растений / А. П. Еряшев, И. П. Бектяшкин, С. В. Кудашкина // Кормопроизводство. – 2013. – № 8. – С. 14 – 16.
11. Кудашкина, С. В. Влияние минеральных удобрений и гумата калия на продуктивность многорядного ячменя на черноземе выщелоченном : спец. 06.01.01 - общее земледелие, растениеводство: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Светлана Владимировна Кудашкина; ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва». - Саранск, 2013. – 18 с.
12. Еряшев, А. П. Многорядный ячмень в Мордовии : монография / А. П. Еряшев, А. Саулин. – Саранск : Мордовский государственный университет, 2012. – 104 с.
13. Варламов, В. А. Технологические свойства сортов пивоваренного ячменя в зависимости от приемов возделывания в лесостепи Среднего Поволжья / В. А. Варламов, А. С. Парфенов // Нива Поволжья. – 2011. – № 4 (21). – С. 10 – 16.
14. Парфенов, А. С. Технологические свойства сортов пивоваренного ячменя в зависимости от приемов возделывания в лесостепи Среднего Поволжья: спец. 06.01.01 - общее земледелие, растениеводство: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Алексей Сергеевич Парфенов; ФГБОУ ВПО «Пензенская ГСХА». – Пенза, 2012. – 22 с.
15. Нафиков, М. Н. Урожайность и питательная ценность ячменя в зависимости от агротехнических приемов / М. М. Нафиков, И. Г. Ситдилов, В. И. Фомин // Кормопроизводство. – 2011. - № 9. – С. 6 – 8.
16. Ситдилов, И. Г. Влияние приемов основной обработки почвы, удобрений и средств защиты растений на урожайность и качество зерна ячменя / И. Г. Ситдилов, В. И. Фомин, М. М. Нафиков // Достижения науки и техники АПК. – 2011. - № 8. – С. 36 – 39.
17. Isaichev, V. A. Influence of macro and microelements on protein producing capacity in feed barley grain / V. A. Isaichev, V. I. Kostin, N. N. Andreev // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. – Vol. 9, № 3. – P. 1473 – 1477.
18. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур : методические рекомендации. – Москва : Колос, 1985. – 248 с.
19. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
20. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений : рекомендации / НИИСХ Северо-Востока. – Киров, 2006. – 35 с.
21. Еряшев, А. П. Методические указания по расчету энергетической эффективности технологий сельскохозяйственных культур : рекомендации / А.

EFFICIENCY OF MALTING BARLEY CULTIVATION IN CASE OF DIFFERENT TYPES OF MINERAL NUTRITION AND SEEDING AMOUNT

Eryashev A. P.¹, Kozlova A. A.¹, Zheleznov A. S.²

¹ FSBEI HE National Research Mordovian State University named after N.P. Ogarev
1430005, Russian Federation, Republic of Mordovia, Saransk city, Bolshevistskaya st.,
68. Phone: +7 (8342) 472913 e-mail: "kafedratppr" @ agro.mrsu.ru.

² State Unitary Enterprise "Lukhovskiy"
2430910, Russian Federation, Republic of Mordovia, Saransk city, Kulikovka v., 127.

Key words: fertilizers, seeding amount, grain yield, net income, profitability, grain cost, energy income, bioenergy coefficient, energy efficiency coefficient, grain energy intensity.

Of the field crops cultivated in Mordovia, the leading position belongs to barley, which is used for food, feed and brewing purposes. The latter option of its use is economically feasible and many varieties are used for these purposes. Knowledge of the influence of individual technology elements (mineral fertilizers and nutritional area) on productivity, economic and energy parameters and grain quality of new intensive type varieties in specific soil and climatic conditions is very important. The experiment was carried out to establish the possible parameters of productivity of malting barley of Grace variety in case of different types of mineral nutrition and plant density, with the task to identify the impact of the studied factors on grain yield and economically and energy efficient variants. Experimental work was carried out on the educational and experimental farm at Ogarev National Research University named after N. P. Ogarev in 2012, 2014 and 2015. The article shows the features of grain yield formation, economic and energy parameters, depending on technology elements. The suitable doses of fertilizers and seeding amount of malting barley cultivation were identified. The results of impact studies of fertilizers and plant density on grain yield and cost; net and energy income, profitability, bioenergy efficiency of Grace malting barley when cultivated on leached black soils of Mordovia are presented. It was found that the highest grain yield (3.84 t / ha), conditional net income (26277 rubles / ha) and energy balance (49.3 GJ / ha) are observed when fertilizing with $N_{60}P_{60}K_{60}$ and sowing 5.5 million seeds per hectare; with the same planting density, but without fertilizer application - profitability (374 %). The maximum bioenergy efficiency coefficient (4.6) and the minimum grain cost (2214 rubles / ha) were noted with a seeding amount of 5.5 million / ha, but the predominant energy efficiency coefficient (3.0) and the lowest grain energy intensity was 94. 8 GJ / t) - with a seeding amount of 4.0 million / ha.

Bibliography

1. The importance of the features of the root system for the effective use of water and nutrients from the soil profile: current chapters from plant physiology and agricultural research 2011 / J. Haberle, P. Svoboda, L. Blaha, B. Shera [et al.]. - Prague: Selected topics in plant physiology and agricultural research, 2012. - P. 138 - 145.
2. Marcinkowski, P. Effect of climate change on sowing and harvest dates of spring barley and maize in Poland / P. Marcinkowski, M. Piniewski // International Agrophysics. - 2018. - № 32(2). - P. 265 - 271.
3. Raimanová, I. The effects of differentiated water supply after anthesis and nitrogen fertilization on 15N of wheat grain / I. Raimanová, J. Haberle. - Rapid Commun : Mass Spectrom., 2010. - 24. - P. 261 - 266.
4. Kargin, V. I. Economic assessment of the technology of winter cultivation of wheat in the Republic of Mordovia / V. I. Kargin, R. A. Zaharkina, M. M. Geraskin // Espacios. - 2018. - Vol. 39(36). - P. 6.
5. Kargin, V. I. Economic evaluation of winter rye cultivation technology / V. I. Kargin, R. A. Zaharkina, M. M. Geraskin // Espacios. - 2019. - Vol. 40(24). - P. 22.
6. Isaichev, V. A. Influence of growth regulators and mineral fertilizers on water regime and yielding capacity of barley plants / V. A. Isaichev, N. N. Andreev, K. A. Vinogradova // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. - 2018. - Vol. 9, № 2. - P. 1197 - 1202.
7. Deriglazova, G. M. Obtaining spring barley of a given quality on slope lands / G. M. Deriglazova, E. P. Protzenko // Agriculture. - 2010. - No. 1. - P. 27 - 29.
8. Deriglazova, G. M. Influence of technologies of different levels on spring barley yield / G. M. Deriglazova, I. G. Pykhtin // Agriculture. - 2012. - No. 7. - P. 31 - 33.
9. Eryashev, A. P. Influence of technology elements on productivity of common barley / A. P. Eryashev, I. P. Bektyashkin, S. V. Kudashkina // Feed production. - 2013. - No. 2. - P. 9 - 12.
10. Eryashev, A. P. Productivity and quality of barley seeds depending on type of plant nutrition / A. P. Eryashev, I. P. Bektyashkin, S. V. Kudashkina // Feed production. - 2013. - No. 8. - P. 14 - 16.
11. Kudashkina, S. V. Influence of mineral fertilizers and potassium humate on productivity of common barley on leached black soil: spec. 06.01.01 - general agriculture, plant growing: abstract of dissertation of candidate of agricultural sciences / Svetlana Vladimirovna Kudashkina; FSBEI HPE "Mordovian State University named after N. P. Ogarev". - Saransk, 2013. - 18 p.
12. Eryashev, A. P. Common barley in Mordovia: monograph / A. P. Eryashev, A. Saulin. - Saransk: Mordovian State University, 2012. - 104 p.
13. Varlamov, V. A. Technological properties of malting barley varieties depending on cultivation methods in the forest-steppe of the Middle Volga region / V. A. Varlamov, A. S. Parfenov // Niva of the Volga region. - 2011. - No. 4 (21). - P. 10 - 16.
14. Parfenov, A. S. Technological properties of malting barley varieties depending on cultivation methods in the forest-steppe of the Middle Volga region: spec. 06.01.01 - general agriculture, plant growing: abstract of dissertation of candidate of agricultural sciences / Aleksey Sergeevich Parfenov; FSBEI HPE "Penza State Agricultural Academy". - Penza, 2012. - 22 p.
15. Nafikov, M. M. Productivity and nutritional value of barley depending on agrotechnical methods / M. M. Nafikov, I. G. Sitdikov, V. I. Fomin // Feed production. - 2011. - No. 9. - P. 6 - 8.
16. Sitdikov, I. G. Influence of primary tillage methods, fertilizers and plant protection products on barley grain yield and quality / I. G. Sitdikov, V. I. Fomin, M. M. Nafikov // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex ... - 2011. - No. 8. - P. 36 - 39.
17. Isaichev, V. A. Influence of macro and microelements on protein producing capacity in feed barley grain / V. A. Isaichev, V. I. Kostin, N. N. Andreev // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. - 2018. - Vol. 9, No. 3. - P. 1473 - 1477.
18. Methodology of state variety testing of agricultural crops: recommended practices. - Moscow: Kolos, 1985. - 248 p.
19. Dospekhov, B. A. Method of field experiment (with the basics of statistical processing of research results): textbook / B. A. Dospekhov. - 5th ed., Added and revised - Moscow: Agropromizdat, 1985. - 351 p.
20. Methodology for specification of economic efficiency of applying results of research work, new technology, inventions and rationalization proposals in agriculture: recommendations / Research Institute of Agriculture of the North-East. - Kirov, 2006. - 35 p.
21. Eryashev, A. P. Guidelines for calculating energy efficiency of crop technologies: recommendations / A. P. Eryashev, V. M. Vasilkin. - Saransk, 2013. - 24 p.