

син, А.В. Зорин. – Самара.- 2005. – 581 с.

2. Гилевич, С.И. Научные основы селегиающего земледелия степных районов Казахстана. //Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана.-Алматы: «Бастау»,

2011. – С.35-41.

3. Федотов, В.А. Рапс России / В.А. Федотов, СВ. Гончаров, В.П. Савенков. – Москва: Агролига России, 2008.- 336 с, ил. – (Современное сельское хозяйство России).

УДК 633.162:631.559.631.82

УРОЖАЙНОСТЬ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ МАКРО – И МИКРОУДОБРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЮГА НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

Ахметов Шамиль Исматуллович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры почвоведения, агрохимии и земледелия;

Моисеев Анатолий Андреевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры почвоведения, агрохимии и земледелия;

Павлинов Александр Владимирович, аспирант кафедры почвоведения, агрохимии и земледелия;

Замотаева Надежда Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры почвоведения, агрохимии и земледелия;

Иванцов Павел Викторович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры почвоведения, агрохимии и земледелия;

Аграрный институт ФБГОУ ВПО «Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева»

430904 Саранск, пос. Ялга, ул. Российская, 31

т. 8(8342) 25–41–92, e-mail: shurjak-xxx@yandex.ru

Ключевые слова: ячмень, минеральные удобрения, препарат ЖУСС, структура урожая, урожайность, технологические свойства.

Изложены результаты изучения влияния препарата ЖУСС и минеральных удобрений на формирование урожайности, качества и технологических свойств пивоваренного ячменя.

Ячмень широко используется в технических и кормовых целях, из него производят различные продукты питания [1, 4]. Однако наиболее экономически выгодно использовать ячмень как сырьё для пивоваренной промышленности [2, 3]. В связи с этим разработка приемов технологии возделывания пивоваренного ячменя, обеспечивающих получение зерна, пригодного для солодоращения и пивоварения, является актуальной задачей.

Цель исследований изучить влияние обработки посевов препаратом ЖУСС на фоне различных доз минеральных удобрений

на урожайность пивоваренного ячменя и его технологические свойства.

Условия и методика. Исследования проводились в 2009–2011 гг. в учхозе МГУ им. Н. П. Огарева. Почва участка – чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый среднегумусный среднемощный. В пахотном слое почвы перед закладкой опыта содержалось гумуса – 7,3 %, подвижных форм фосфора, калия (по Кирсанову) – 155 и 164 мг/кг почвы соответственно. Гидролитическая кислотность равнялась 7,3 ммоль/100 г почвы, сумма поглощенных оснований – 37,3 ммоль/100 г почвы, степень насыщенности

Таблица 1

Влияние удобрений на структуру урожая и морфометрические показатели ячменя (среднее за 2009–2011 гг.)

Вариант опыта		Число растений, шт./м ²	Число продуктивных стеблей, шт./м ²	Продуктивная кустистость	Длина колоса, см	Число зерен в колосе, шт.	Высота растений, см	Масса 1 000 зерен, г
Обработка микроэлементами (фактор А)	Доза минеральных удобрений (фактор В)							
Без обработки	$N_0 P_0 K_0$	288	351	1,2	6,0	19,5	55,0	37,8
	$N_{60} P_{45} K_{45}$	309	378	1,2	6,3	20,7	57,9	38,5
	$N_{76} P_{45} K_{60}$	319	393	1,2	6,3	21,3	58,9	39,4
	$N_{101} P_{56} K_{75}$	328	397	1,2	6,3	21,8	59,6	40,3
	$N_{126} P_{68} K_{100}$	316	401	1,3	6,8	21,9	62,5	39,3
С обработкой	$N_0 P_0 K_0$	304	358	1,2	5,8	19,8	55,2	38,6
	$N_{60} P_{45} K_{45}$	311	384	1,2	6,3	21,2	59,7	39,3
	$N_{76} P_{45} K_{60}$	323	400	1,3	6,4	21,4	60,2	40,2
	$N_{101} P_{56} K_{75}$	341	409	1,2	6,3	22,2	62,0	41,1
	$N_{126} P_{68} K_{100}$	328	408	1,3	7,0	22,1	63,7	40,0
НСР ч. р. 1		29	23	0,2	0,4	1,5	3,8	0,9
НСР ч. р. 2		23	16	0,1	0,8	0,9	3,5	0,6
НСР (А)		$F_{\phi} < F_T$	$F_{\phi} < F_T$	$F_{\phi} < F_T$	$F_{\phi} < F_T$	$F_{\phi} < F_T$	$F_{\phi} < F_T$	0,4
НСР (В)		16	11	$F_{\phi} < F_T$	0,6	0,7	2,5	0,4

почвы основаниями – 83,6 %; рН_{сол} – 5,3.

В опыте высевали пивоваренный ячмень сорта Зазерский 85. Норма посева – 5 млн. шт. всхожих семян на гектар. Предшественник – кукуруза на силос.

Опыт двухфакторный. Расположение вариантов в опыте – рендомизированное, факторов – методом расщепленных делянок, повторность – трехкратная.

Фактор А (обработка микроэлементами) изучался в двух вариантах: 1-й – контроль (без обработки), 2-й – с обработкой препаратом ЖУСС (содержащий микроэлементы Си и В) в дозе 1,0 л/га в фазу выхода в трубку. ЖУСС – концентрированный жидкий удобрительный состав, предназначенный для предпосевной обработки семян, внекорневой подкормки растений, содержит соединения меди и бора в биологически активной (легкоусвояемой растениями) форме (хелаты). Массовая концентрация меди 33–38 г/дм³, бора 5,5–5,7 г/дм³, плотность при 20 °С не менее 1100 кг/м³, водородный показатель рН 9–11.

Фактор В (дозы минеральных удобрений с различным возмещением затрат N, P, K, рассчитанный от полной дозы ($N_{126} P_{45} K_{125}$) на планируемую урожайность 5 т/га) изучался в пяти вариантах: 1-й – контроль $N_0 P_0 K_0$; 2-й – $N_{60} P_{45} K_{45}$ (рекомендованная доза для Мордовии); 3-й – $N_{76} P_{45} K_{60}$ (компенсация выноса N 60%, P 100%, K 40 %); 4-й – $N_{101} P_{56} K_{75}$ (компенсация выноса N 80% P 125% K 60 %); 5-й – $N_{126} P_{68} K_{100}$ (компенсация выноса N 100% P 150% K 80%). Общая площадь опытного участка 5 500 м². Делянки первого порядка (обработка микроэлементами) имели площадь 600 м² (30 × 20 м), второго (дозы минеральных удобрений – 120 м² (4 × 30 м), учетная площадь делянки – 104,4 м² (3,6 × 29 м).

Опыты и исследования выполнены в соответствии с методическими указаниями Б. А. Доспехова (1989) и Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (1971).

Результаты и их обсуждение. Применение препарата ЖУСС не повлияло на

Урожайность ячменя

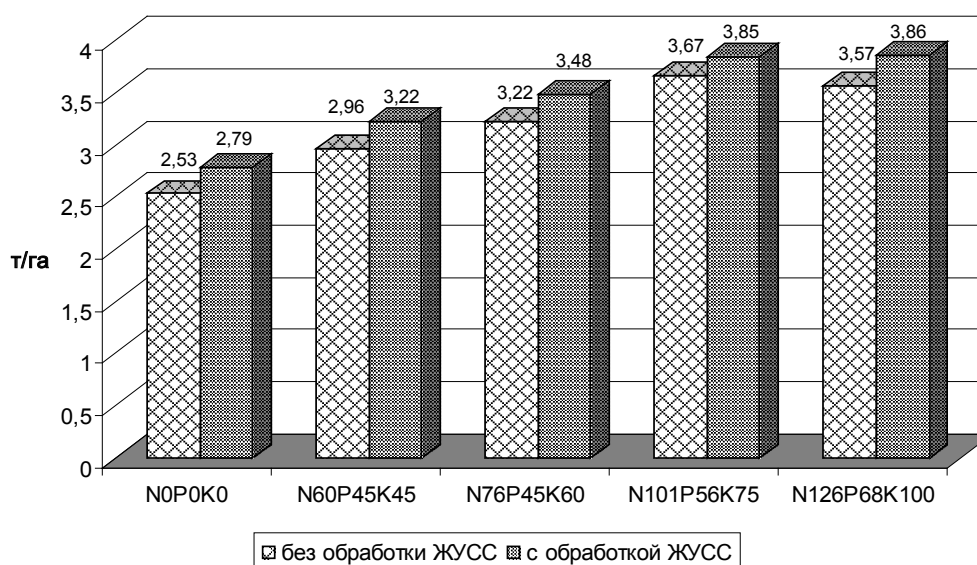


Рис.1 – Влияние удобрений на урожайность ячменя, т/га (среднее за 2009–2011гг.)

густоту стояния посевов (табл. 1). Максимальное число растений было зафиксировано на варианте обработанном препаратом ЖУСС с применением дозы минеральных удобрений $N_{101}P_{56}K_{75}$ (341 шт./м²). Число продуктивных стеблей не зависело от обработки ЖУССом, а определялось только дозой внесенного минерального удобрения и изменялось с 351 шт./м² (на контроле) до 409 шт./м² на варианте $N_{101}P_{56}K_{75}$ с применением препарата ЖУСС.

Аналогичная зависимость была отмечена и при изучении длины колоса, числа зерен в колосе и высоты растений.

Изучаемые факторы не оказали влияния на продуктивную кустистость.

Обработка препаратом ЖУСС в совокупности с минеральными удобрениями оказало влияние на высоту растений ячменя. Минимальное значение данного показателя было зафиксировано на абсолютном контроле (55 см), максимальное на варианте с применением дозы $N_{126}P_{68}K_{100}$ на фоне обработки посевов препаратом ЖУСС (63,7 см).

Исследуемые факторы повлияли на массу 1 000 зерен, увеличив её с 37,8 г (контроль) до 41,1 г при внесении $N_{101}P_{56}K_{75}$ с обработкой посевов микроэлементами. Этот показатель оказал значительное влияние на

урожайность культуры.

Дополнительные расчеты показали, что действие отдельных элементов минерального питания на показатели структуры урожайности ячменя (в среднем за 3 года исследований) выражалось следующими уравнениями множественной линейной регрессии:

$$\text{ЧПС} = 352,80 + 7,600\text{Ж} + 0,933\text{N} + 0,055\text{P} - 0,692\text{K}; R = 0,911;$$

$$\text{ЧЗ} = 19,56 + 0,293\text{Ж} + 0,081\text{N} - 0,003\text{P} - 0,076\text{K}; R = 0,882;$$

$$M_{1000} = 37,91 + 0,796\text{Ж} + 0,197\text{N} - 0,040\text{P} - 0,204\text{K}; R = 0,909;$$

где ЧПС – число продуктивных стеблей, шт./м²; ЧЗ – число зерен в колосе, шт.; M_{1000} – масса 1 000 зерен, г; Ж – доза препарата ЖУСС (1 л/га); N, P, K – дозы соответствующих форм удобрений, кг/га д.в.; R – коэффициент множественной корреляции.

Экспериментальные данные и вычисленные на их основании уравнения регрессии свидетельствуют о том, что опрыскивание посевов препаратом ЖУСС и применение азотных удобрений способствовало увеличению числа продуктивных стеблей на единицу площади, количество зерен в колосе и массу 1 000 зерен. Действие фосфора положительно сказывалось только на число продуктивных стеблей.

Таблица 2

Влияние удобрений на показатели качества зерна ячменя (среднее за 2009 – 2011 гг.)

Вариант опыта		Белок	Крахмал	Пленчатость	Экстрактивность	Натурная масса, г/л	Прорастаемость, %
Обработка микроэлементами (фактор А)	Доза минеральных удобрений (фактор В)						
		% на сухое вещество					
Без обработки	$N_0 P_0 K_0$	12,8	61,4	10,4	75,2	647	95,0
	$N_{60} P_{45} K_{45}$	14,0	60,0	10,9	73,3	652	95,0
	$N_{76} P_{45} K_{60}$	14,5	59,4	10,3	73,5	653	95,0
	$N_{101} P_{56} K_{75}$	14,8	59,2	11,0	72,5	650	95,0
	$N_{126} P_{68} K_{100}$	15,9	57,6	11,2	71,3	645	95,0
С обработкой	$N_0 P_0 K_0$	12,9	61,2	10,4	75,0	651	94,7
	$N_{60} P_{45} K_{45}$	14,1	60,0	10,9	73,2	657	95,7
	$N_{76} P_{45} K_{60}$	14,0	59,9	10,9	73,4	643	95,0
	$N_{101} P_{56} K_{75}$	15,1	58,6	11,3	71,9	655	95,0
	$N_{126} P_{68} K_{100}$	15,5	58,2	11,3	71,5	646	96,0
НСР ч. р. 1		0,9	1,4	0,4	1,0	$F_\phi < F_T$	0,6
НСР ч. р. 2		0,7	0,6	0,6	0,9	$F_\phi < F_T$	0,5
НСР (А)		$F_\phi < F_T$	$F_\phi < F_T$	0,2	$F_\phi < F_T$	$F_\phi < F_T$	$F_\phi < F_T$
НСР (В)		0,5	0,4	0,4	0,6	$F_\phi < F_T$	0,3

Установлено, что урожайность зерна пивоваренного ячменя зависела как от обработки посевов микроэлементами, так и от дозы внесенных минеральных удобрений (рис. 1). В среднем за 3 года исследований наиболее урожайными оказались варианты с обработкой посевов препаратом ЖУСС и применением минеральных удобрений в дозе $N_{101} P_{56} K_{75}$ и $N_{126} P_{68} K_{100}$ (3,85 т/га и 3,86 т/га прирост урожайности к контролю 52 %).

Действие отдельных элементов минерального питания на урожайность зерна и соломы ячменя (в среднем за 3 года исследований) выражалось следующими уравнениями регрессии:

$$Y_3 = 2,555 + 0,250Ж + 0,054N - 0,016P - 0,046K; R^2 = 0,892;$$

$$Y_c = 2,008 + 0,170Ж + 0,053N + 0,010P - 0,067K; R^2 = 0,917;$$

где Y_3 – урожайность зерна, т/га; Y_c – урожайность соломы, т/га; Ж – доза пре-

парата ЖУСС (1 л/га); N, P, K – дозы соответствующих форм удобрений, кг/га д.в.; R^2 – коэффициент детерминации.

Из приведенных уравнений видно, что ведущая роль в повышении урожайности зерна и соломы ячменя принадлежала обработке препаратом ЖУСС и азоту минеральных удобрений. На почвах, хорошо обеспеченных подвижными формами фосфора применение фосфора в составе минеральных удобрений оказало влияние только на урожайность соломы.

Применение препарата ЖУСС не оказало существенного влияния на такие показатели качества, нормируемые ГОСТ 5060–86, как содержание белка, крахмала, экстрактивность и прорастаемость, их значение находилось в пределах ошибки опыта (табл. 2).

Увеличение количества вносимых удобрений повлекло за собой повышение со-

Таблица 3

Влияние удобрений в варьировании величины и показателей качества ячменя

Фактор	Долевое участие фактора в варьировании (η^2 , %)							
	Урожайности		Содержание в зерне		Пленчатости зерна	Прорастаемости	Экстрактивности зерна	Массы 1 000 зерен
	Зерна	Соломы	Белка	Крахмала				
Обработка микроэлементами (фактор А)	8,5	6,3	0,2	0	6,1	13,0	0,5	18,3
Дозы минеральных удобрений (фактор В)	91,3	93,0	97,4	96,7	84,6	43,5	98,6	81,7
Взаимодействие факторов микроэлементы \times минеральные удобрения (АВ)	0,2	0,7	2,4	3,3	9,3	43,5	0,9	0

держания белка в зерне с 12,9% (контроль) до 15,5% с внесением $N_{126}P_{68}K_{100}$ и обработкой ЖУССом

Следует отметить, что за период исследования содержание белка в зерне ячменя на всех изучаемых вариантах (включая контроль) превышало требования ГОСТа на пивоваренный ячмень. Аналогичные результаты получены другими исследователями [8].

Содержание крахмала (К) в зерне ячменя уменьшалось с увеличением дозы удобрений и находилось в тесной обратной связи ($r = -0,985$) с содержанием белка в зерне (Б). Эта зависимость выражалась следующим уравнением регрессии: $K_{(2009-2011 \text{ гг})} = 76,03 - 1,147Б$

Экстрактивность зерна культуры изменялась в зависимости от дозы вносимых удобрений – чем она больше, тем меньше величина данного показателя как на фоне обработки микроэлементами, так и без нее. Так, максимальное количество крахмала (61,4%) было зафиксировано на контроле, минимальное (57,6%) при внесении $N_{126}P_{68}K_{100}$.

Содержание экстрактивных веществ в зерне находилось в сильной обратной зависимости от количества белка ($Y_{\text{экстр}} = 90,83 - 1,236 x_{\text{белок}}$; $r = -0,960$) и сильной, но прямой – от содержания крахмала ($Y_{\text{экстр}} = 11,08 + 1,040 x_{\text{крахм}}$; $r = 0,941$).

Между экстрактивностью зерна ячменя (Е) и массой 1000 зерен (М) также существует средняя обратная зависимость $r = -0,682$, которая выражалась уравнением

$$(Y_{\text{экстр}} = 109,87 - 0,932x_{M1000});$$

Одним из показателей, характеризующих качество зерна пивоваренного ячменя, является пленчатость. Обработка посевов микроэлементами и применение минеральных удобрений способствовало увеличению пленчатости, но не повлияло на натурную массу зерна ячменя.

На прорастаемость зерна ячменя повлияло только внесение минеральных удобрений. Данный показатель повышался с 94,7% (контроль) до 96,6% с применением $N_{126}P_{68}K_{100}$ на фоне обработки микроэлементами.

Нами проведен регрессионный анализ содержания белка, крахмала в зерне и экстрактивности в зависимости от обработки препаратом ЖУСС и доз внесенных минеральных удобрений:

$$Б = 12,81 - 0,086Ж + 0,012N - 0,007P + 0,017K; R = 0,931;$$

$$КР = 61,35 + 0,046Ж - 0,002N + 0,0157P - 0,040K; R = 0,942;$$

$$Э = 75,30 - 0,173Ж - 0,058N - 0,003P + 0,039K; R = 0,932;$$

где Б – содержание белка, %; КР – содержание крахмала, %; Э – экстрактивность зерна, %; Ж – доза препарата ЖУСС (1 л/га); N, P, K – дозы соответствующих форм удобрений, кг/га д.в.; R – коэффициент множественной корреляции.

Из приведенных уравнений видно, что обработка микроэлементами и внесение фосфора приводило к снижению белковости зерна ячменя, а внесение азота и калия

в составе полного минерального удобрения способствовало увеличению этого показателя.

Обработка ЖУССом и внесение фосфора способствовало увеличению крахмалистости зерна, а внесение азота и калия отрицательно влияло на нее.

Внесение микроэлементов, азота, фосфора, минеральных удобрений приводило к снижению экстрактивности зерна, а применение калийных удобрений, наоборот, способствовало её увеличению.

Анализ рассеивания экспериментальных данных свидетельствует о том, что основная роль принадлежит внесению минеральных удобрений в варьировании урожайности ячменя, содержания белка, крахмала, экстрактивных веществ, пленчатости и массы 1 000 зерен. Варьирование прорастаемости зерна ячменя почти наполовину определялось внесением минеральных удобрений (43,5%), в меньшей мере – обработкой посевов микроэлементами (13,0%) и на 43,5% взаимодействием факторов.

Заключение

Анализируя вышеизложенные данные, можно сделать вывод, что на черноземе выщелоченном юга Нечерноземья в повышении урожайности и формировании технологических свойств применение препарата ЖУСС существенного влияния не оказывает, ведущая роль принадлежит минеральным удобрениям.

Максимальная урожайность зерна была получена на вариантах с обработкой посевов микроэлементами и внесением минеральных удобрений в дозе $N_{101}P_{56}K_{75}$ и $N_{126}P_{68}K_{100}$ (3,85 т/га и 3,86 т/га соответственно). На этих же делянках отмечены лучшие значения морфометрических показателей:

число растений, число продуктивных стеблей, продуктивная кустистость, длина и число зерен с колоса, высота растений и масса 1 000 зерен. Полученное зерно ячменя отвечает требованиям ГОСТа за исключением содержания белка.

Библиографический список

1. Беляков, И.И. Ячмень в интенсивном земледелии / И.И. Беляков. – М.: Агропромиздат, 1990. – 119 с.
2. Булгаков, Н.И. Биохимия солода и пива / Н.И. Булгаков. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 359 с.
3. Меледина, Т.В. Сырье для производства пива: учебное пособие / Т.В. Меледина, И.Е. Радионова. – СПб., 2004. – 129 с.
4. 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. – С. 10–16.
5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1971. – 239 с.
7. ГОСТ 5060–86. Ячмень пивоваренный. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов. 1987. – 6 с.
8. Ивойлов, А.В. Реакция сортов ячменя на внесение минеральных удобрений в зоне неустойчивого увлажнения / А.В. Ивойлов, В.И. Копылов, О.Н. Самойлова. // Агрохимия. – 2003. – № 9. – С. 30–41.