

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗЕРНА СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Ю.В. Малафеева, В.И. Блохин, И.Ю. Никифорова, Г.Р. Саубанова

Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства ФИЦ КазНЦ РАН,
г. Казань, Российская Федерация, e-mail: malxp@mail.ru

Аннотация. В статье представлены данные о влиянии 2-х фонов минерального питания: 1 – контроль (без удобрений) и 2 – фон N₅₄P₅₂K₅₂S₂₀ на физико-механические свойства зерна сортов ярового ячменя (масса 1000 зерен, натурная масса и крупность). Дисперсионным анализом экспериментальных данных за 2022-2023 гг. установлены достоверные различия средние сортовых значений показателей физико-механических свойств зерна на двух фонах. Корреляционным анализом экспериментальных данных установлена достоверная прямая зависимость урожайности зерна от массы 1000 зерен ($r=0,48$) и крупности ($r=0,56$).

Ключевые слова: яровой ячмень, физико-механические свойства зерна, минеральные удобрения, урожайность

INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS ON PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF GRAIN OF SPRING BARLEY VARIETIES

Y.V. Malafeeva, V.I. Blokhin, I.Yu. Nikiforova, G.R. Saubanova

Tatar Research Institute of Agriculture FRC KazSC of RAS, Kazan, Russian Federation,
e-mail: malxp@mail.ru

Abstract. The paper presents data on the influence of 2 mineral nutrition backgrounds: 1 - control (without fertilizers) and 2 - background N₅₄P₅₂K₅₂S₂₀ on physical and mechanical properties of spring barley grain (1000 grain weight, bulk weight and coarseness). The variance analysis of experimental data for 2022-2023 established reliable differences of average varietal values of physical and mechanical properties of grain on two backgrounds. Correlation analysis of experimental data established a reliable direct dependence of grain yield on the weight of 1000 grains ($r=0.48$) and coarseness ($r=0.56$).

Key words: spring barley, physical and mechanical properties of grain, mineral fertilizers, grain yield

Введение. Анализ литературных источников свидетельствует, что одним из основных агротехнологических приёмов, влияющих на физико-механические свойства зерна ярового ячменя является внесение полного минерального удобрения [1,2,3]. В зависимости от выбора сорта, агроклиматической зоны возделывания, внесение различных доз полных минеральных удобрений увеличивает массу 1000 зерен на 1,8 г., натурную массу на 33,0 г/л и крупность на 8% [4,5,6]. В свою очередь, физико-механические свойства зерна определяют химические, технологические, биологические показатели. N. Markova Ruzdik et al. [7] и A. Fadel et al. [8] приводят данные о значительном и положительном коэффициенте корреляции между урожайностью зерна ярового ячменя и массой 1000 зерен. На территории РФ от 40,9 до 77,4% колебаний урожайности зерна ярового ячменя вызывается колебаниями массы 1000 зерен [9,10]. Учитывая вышеизложенное, цель исследования – выявить влияние полных минеральных удобрений на физико-механические свойства зерна ярового ячменя и установить зависимость урожайности зерна от физико-механических свойств.

Материалы и методы исследования. Экспериментальная работа проведена в 2022-2023 гг. на опытных полях Татарского НИИСХ – ОСП ФИЦ КазНЦ РАН, расположенных в Пред-

камской зоне РТ. Объект исследования – зерно 16 сортов ярового ячменя. Технология возделывания общепринятая в РТ. Использовали два фона питания: 1– контроль (без удобрений); 2 – минеральный N₅₄P₅₂K₅₂S₂₀. В период вегетации отмечали календарные даты основных фенологических фаз развития растений: «всходы», «колошение», «полная спелость». Метеорологические данные предоставлены метеостанцией ТатНИИСХ, расположенной в с. Большие Кабаны Лаишевского муниципального района. Для классификации типов увлажнения межфазного периода использовали разработанную шкалу для условий Республики Татарстан (Шайтанов, Тагиров, 2018). Массу 1000 зерен определяли ГОСТ 10842-89, натуральную массу зерна – ГОСТ 10840-2017, крупность – ГОСТ 30483-97. Крупность зерна, выраженную в «‰», преобразовывали в «угол-арксинус $\sqrt{\text{процент}}$ ». Статистическая обработка результатов исследований выполнена с использованием пакета программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS (версия 2.08, РАСХН, 1999).

Результаты исследований. Межфазные периоды «всходы-колошение» 2022-2023 гг. характеризовались как сильно засушливые (ГТК=0,60 и 0,66 соответственно) (табл. 1).

Таблица 1. Характер увлажнения межфазных периодов вегетации растений ярового ячменя на основе индексов ГТК, 2022-2023 гг.

Год	всходы-колошение	колошение-полная спелость	всходы-полная спелость
2022	0,49	0,67	0,60
2023	0,87	0,83	0,66

Примечание: классификация типов увлажнения межфазных периодов вегетации на основе индексов ГТК для РТ: 0,5 и менее – сухой; 0,6-0,7– сильно засушливый; 0,8-0,9 – засушливый; 1,0-1,2 – слабо засушливый; 1,3-1,5 – влажный; 1,6 и более – избыточно влажный

Дисперсионным анализом экспериментальных данных за 2022-2023 гг. установлены достоверные на 5% уровне значимости различия средние сортовых значений показателей физико-механических свойств зерна на двух фонах (табл. 2 и 3). В 2022 г. средние сортовая масса 1000 зерен, натурная масса и крупность на фоне N₅₄P₅₂K₅₂S₂₀ составили 52,6 г...715,1 г/л...88,6% соответственно, что на 3,5 г...11,9 г/л...6,6% больше, чем на контроле. В 2023 г. средние сортовая масса 1000 зерен, натурная масса и крупность на фоне N₅₄P₅₂K₅₂S₂₀ составили 44,8 г...673,1 г/л...80,8% соответственно, что на 3,9 г...19,2 г/л...27,6% больше, чем на контроле.

Таблица 2. Физико-механические свойства зерна сортов ярового ячменя, 2022 г.

Сорт	Масса 1000 зёрен, г		Натурная масса зерна, г/л		Крупность, %		Урожайность зерна, т/га	
	конт-роль	N ₅₄ P ₅₂ K ₅₂ S ₂₀	конт-роль	N ₅₄ P ₅₂ K ₅₂ S ₂₀	конт-роль	N ₅₄ P ₅₂ K ₅₂ S ₂₀	конт-роль	N ₅₄ P ₅₂ K ₅₂ S ₂₀
Финист	46,8	47,8	720,1	720,2	84,8	86,7	2,32	4,12
Раушан	47,3	48,5	691,3	720,9	79,6	87,3	2,53	4,16
Нур	51,0	52,9	678,6	701,7	80,6	89,4	2,06	4,31
Камашевский	52,0	53,7	711,1	713,9	90,3	94,2	2,94	4,88
Орлан	53,6	56,6	704,4	716,6	87,9	89,7	3,03	5,33
Лаишевский	48,9	55,1	692,5	699,5	78,8	88,7	2,23	4,99
Деспина	53,8	55,7	698,9	718,2	90,3	93,9	2,45	3,97
Памяти Чепелева	46,1	49,4	682,9	690,0	73,9	80,8	3,06	5,57
Фортуна	50,1	55,7	696,6	715,7	77,4	88,7	2,16	4,78
Надежный	46,2	50,0	718,4	725,1	79,2	89,8	2,38	5,16
Фандага	51,1	55,8	707,9	729,8	81,7	93,4	1,96	4,74
Эндан	46,4	56,9	713,3	716,2	85,6	87,4	2,98	5,49
Корнет стойкий	56,2	56,5	704,5	708,9	89,4	92,5	2,29	5,44
Орда	45,6	52,2	729,6	732,7	77,3	86,8	3,53	5,98

Тевкеч	40,9	44,3	691,0	716,2	70,3	81,1	2,93	4,83
Вакула	49,4	50,3	709,7	715,8	84,9	87,5	2,54	4,10
среднее	49,1	52,6	703,2	715,1	82,0	88,6	2,59	4,87
НСР ₀₅	2,8		9,1		3,2		0,38	
F факт.	6,70		7,20		14,53		147,24	
Доля влияния, %	18,3		19,4		32,0		83,1	

Таблица 3. Физико-механические свойства зерна сортов ярового ячменя, 2023 г.

Сорт	Масса 1000 зёрен, г		Натурная масса зерна, г/л		Крупность, %		Урожайность зерна, т/га	
	кон-троль	N ₅₄ P ₅₂ K ₅₂ S ₂₀	кон-троль	N ₅₄ P ₅₂ K ₅₂ S ₂₀	кон-троль	N ₅₄ P ₅₂ K ₅₂ S ₂₀	кон-троль	N ₅₄ P ₅₂ K ₅₂ S ₂₀
Финист	42,6	43,2	691,7	695,7	83,4	84,1	2,27	3,56
Раушан	43,6	47,2	693,2	699,5	59,3	92,0	2,21	3,78
Нур	41,4	49,1	651,7	690,3	75,4	87,8	2,19	4,46
Камашевский	47,2	51,0	693,9	698,4	93,0	95,3	2,25	4,06
Орлан	43,2	45,4	671,4	684,6	74,4	92,6	2,24	3,91
Лаишевский	40,1	41,3	634,6	672,3	42,6	76,8	1,95	3,71
Деспина	42,2	46,4	647,0	649,6	54,4	88,9	1,96	4,27
Памяти Чепелева	35,3	39,4	602,7	656,7	24,1	80,6	2,08	4,28
Фортуна	42,3	45,9	637,4	643,7	39,2	71,5	1,97	4,39
Надежный	35,3	40,0	664,4	691,3	29,0	67,8	2,08	3,88
Фандага	37,3	42,7	625,3	643,2	40,4	72,7	2,17	3,61
Эндан	45,5	49,50	641,5	666,8	46,7	81,6	1,88	3,30
Корнет стойкий	40,7	49,0	643,1	653,2	36,1	82,0	2,19	3,96
Орда	38,3	41,5	651,1	665,7	43,2	82,0	2,13	3,60
Тевкеч	34,7	38,4	645,4	676,1	38,8	59,2	2,49	4,02
Вакула	43,9	46,7	668,3	682,2	71,4	77,2	2,71	4,66
среднее	40,9	44,8	653,9	673,1	53,2	80,8	2,17	3,97
НСР ₀₅	2,8		16,4		7,6		0,22	
F факт.	7,85		5,70		22,56		281,44	
Доля влияния, %	20,7		16,0		42,9		90,4	

Доля влияния минеральных удобрений на массу 1000 зерен, натурную массу и крупность зерна сортов ярового ячменя в зависимости от года изучения составила 18,3-20,7...19,4-16,0...32,0-42,9% соответственно.

Урожайность зерна в 2022-2023 гг. на фоне N₅₄P₅₂K₅₂S₂₀ составила 4,87 и 3,97 т/га, что на 2,28 и 1,80 т/га больше, чем на контроле. Корреляционным анализом экспериментальных данных за 2022-2023 гг. установлена достоверная на 5% уровне значимости прямая зависимость урожайности зерна от массы 1000 зерен (r=0,48) и крупности (r=0,56). Судя по величине коэффициента детерминации 23% и 31,4% колебаний в урожайности зерна вызывается колебаниями массы 1000 зёрен и крупности зерна соответственно (табл. 4).

Таблица 4. Зависимость урожайности сортов ярового ячменя от физико-механических свойств зерна

Зависимость	r - коэффициент корреляции	d=r ² - коэффициент детерминации
урожайность - масса 1000 зёрен	0,48•	23,0
урожайность - натурная масса зерна	0,16	2,6
урожайность - крупность	0,56•	31,4

Примечание: символом «•» выделены коэффициенты корреляции существенные при уровне значимости 5%

Заключение. В Предкамской зоне Республики Татарстан в сильно засушливых условиях периода вегетации:

1. Внесение полных минеральных удобрений достоверно повышает средне сортовую массу 1000 зерен на 3,5-3,9 г, натурную массу на 11,9-19,2 г/л и крупность на 6,6-27,6% в сравнении с контролем.

2. Установлена достоверная прямая зависимость урожайности зерна сортов ярового ячменя от массы 1000 зерен ($r=0,48$) и крупности ($r=0,56$). Судя по величине коэффициента детерминации 23% и 31,4% колебаний в урожайности зерна вызывается колебаниями массы 1000 зёрен и крупности зерна соответственно.

Библиографический список

1. Артемьев А.А., Гурьянов А.М. эффективность технологий применения минеральных удобрений при возделывании ярового ячменя в лесостепи Среднего Поволжья // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2023. – Т. 24. № 4. – С. 636-645. DOI:10.30766/2072-9081.2023.24.4.636-645
2. Левакова О.В., Гладышева О.В. Влияние минеральных удобрений на продуктивность нового сорта ярового ячменя Знатный в Нечерноземной зоне РФ // Зерновое хозяйство России. – 2021. – № 4(76). – С.86-90. DOI:10.31367/2079-8725.2021-76-4-86-90
3. Гаврилова А.Ю., Чернова Л.С., Завалин А.А. Влияние сложных минеральных удобрений и биопрепарата «Бисолбифит» на урожайность и качество зерна ярового ячменя // Плодородие. – 2019. – № 4 (109). – С. 3-5. DOI:10.25680/s19948603.2019.109.01
4. Брескина Г.М., Кузнецов А.В., Чуян Н.А. Урожайность ячменя и подсолнечника при использовании биопрепаратов и минеральных удобрений // Агротехнический вестник. – 2019. – № 5. – С. 41-43. DOI:10.24411/0235-2516-2019-10073
5. Прокина Л.Н., Пугаев С.В. применение макро и микроудобрений в посевах ячменя в полевом севообороте на черноземе выщелоченном // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2023. – Т. 24. № 3. – С. 440-447. DOI:10.30766/2072-9081.2023.24.3.440-447
6. Закабунина Е.Н., Кабачкова Н.В., Кораблина Л.Е., Ольховая О.С. Влияние удобрений на урожайность ячменя ярового в условиях Тульской области // Вестник Российского Государственного Аграрного Заочного университета. – 2021. – № 36 (41). – С. 24-29.
7. N. Markova Ruzdik, D.Valcheva, D.Vulchev, Lj. Mihajlov, I. Karov, V. Ilieva Correlation between grain yield and yield components in winter barley varieties // AGRICULTURAL SCIENCE AND TECHNOLOGY. – 2015. – v. 7. no 1. – pp. 40-44
8. A. Fadel, Z. Abdulhamed, Sh. Yousif Study correlation and path coefficient analysis for barley under seed pates // Anbar Journal of Agricultural Science. – 2022. – v. 20. no 2. – pp. 456-470. DOI:10.32649/ajas.2022.176637
9. Левакова О.В. Вариабельность элементов структуры урожая ярового ячменя в зависимости от гидротермических условий вегетации // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2022. – Т. 23. № 3. – С. 327-333. DOI:10.30766/2072-9081.2022.23.3.327-333
10. Ламажап Р.Р., Липшин А.Г. Изменчивость селекционно-ценных признаков ярового ячменя // Сибирский Вестник Сельскохозяйственной науки. – 2019. – Т. 49. № 4. – С.17-23. DOI:10.26898/0370-8799-2019-4-2