

13. Якименко В.Н. Баланс калия, урожайность культур и калийное состояние почвы в длительном полевом опыте в лесостепи Западной Сибири// *Агрохимия*. – 2019. – № 10. – С. 16-24. DOI: 10.1134/S0002188119100156

14. Сабитов М.М. Влияние многолетних трав на повышение плодородия почв и продуктивности зерновых культур// *Агрохимический вестник*. – 2019. – № 5. – С. 50-54 DOI: 10.24411/0235-2516-2019-10075

EFFICIENCY OF LIQUID COMPLEX FERTILIZERS ON THE FORMATION OF WINTER SOFT WHEAT CROP IN THE CENTRAL ZONE OF THE REPUBLIC OF KALMYKIA

Davaev Alexander Vladimirovich, PhD in Agricultural Sciences, Goldvarg Boris Aizikovich

Kalmyk Research Institute of Agriculture – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Pavlovsk Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences",

Address: O.I. Gorodovikov Square 1, Elista, Republic of Kalmykia, Russia, 358011, E-mail: davaev.a.v@mail.ru, Tel.: +7-909-399-44-57

The purpose of the research is to establish the effect of liquid complex fertilizers (LCF) on the yield of winter soft wheat. Research 2021 – 2023. showed that when using liquid complex fertilizers in the conditions of the Central zone of the Republic of Kalmykia, yield increases vary from 20% to 40%. It should be noted that the use of liquid complex fertilizers in the arid conditions of our region promotes the growth and development of wheat, reduces stress from sudden temperature changes. Studies have also shown that agrometeorological conditions greatly affect yields; in order to obtain stable yields of grain crops, a complex of organomineral fertilizers is recommended. Pre-sowing cultivation reduces stress in winter crops with insufficient reserves of productive moisture. Other foliar treatments also help winter crops to better cope with high temperatures and moisture deficiency in the soil. In the control variant, 2.07 t / ha were obtained. The application of mineral fertilizers increased the yield by 0.58 t / ha. The variants with the use of "GERA FKU" presented in the experiment stood out – variant 6 – 2.91 t / ha (an increase of 40.58%). It should be noted that in variant 6, the ZhKU was used on a fertilized background. "Agrogalaktika Don" in variant 7 obtained an average yield of 2.66 t/ha (an increase of 28.5%). To determine the efficiency of ZhKU, the costs of grain production should be calculated. [1-5]

Key words: liquid complex fertilizers, arid conditions, productivity, mineral fertilizers, efficiency, soft wheat.

References

1. Boktaev M.V. Selection, evaluation of winter crops and creation of adaptive varieties for the Republic of Kalmykia/ abstract of the dissertation. ... candidate of Agricultural Sciences// All-Russian science. – research. in-t rice. – Krasnodar, 2016 22 p.
2. Kulintsev V.V. Varieties and hybrids of agricultural crops of breeding of the North Caucasian FNATS Federal State Budgetary Educational Institution: catalog/V.V. Kulintsev, V.V. Chumakova, V.V. Kravtsov, etc.// – 10- e ed., supplement – Stavropol: 2020.-168 p.
3. Davaev A.V. Productivity and quality of winter wheat when using Izagri liquid fertilizer in arid conditions of Southern Russia/ Davaev A.V., Goldvarg B.A., Kozyrchuk V.I.// *Fertility* No.4 (115) 2020 pp. 38-41. DOI: 10.25680/S19948603.2020.115.11
4. Shurganov B.V. The effect of Izagri liquid micro-fertilizer on the yield and quality of winter wheat in the conditions of the Central agro-climatic zone of Kalmykia. Shurganov B.V., Davaev A.V. *Agrarian science*. 2019. No. 3. pp. 38-41. DOI: 10.32634/0869-8155-2019-323-3-31-33
5. Samsonova N.E. Influence of silicon compounds and complex NPK fertilizers on the water regime of leaves and yield of spring wheat// *Agrochemistry*. – 2014 No. 9 pp. 58-66.
6. Turusov V.I. The effectiveness of mineral fertilizers in various methods of tillage/ Turusov V.I., Garmashov V.M.// *Agrochemistry*. 2020. No.12. pp. 19-27. DOI: 10.31857/S0002188120120121
7. Kononchuk V.V. Reaction of soil and plants to the application of nitrogen fertilizer for winter and spring crops in the Central Non-Chernozem region/Kononchuk V.V., Timoshenko S.M., Shtyrkhunov V.D., Nazarova T.O.// *Agrochemical Bulletin*. 2021. No.5. pp. 54-59 DOI: 10.24412/1029-2551-2021-5-010
8. Nizhelsky M.S. The effect of biological preparations on the enzymatic activity of ordinary chernozem after fumigation with smoke from sawdust/ Nizhelsky M.S., Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I.// *Agrochemical Bulletin*. 2021. No.5. pp. 28-33. DOI: 10.24412/1029-2551-2021-5-006
9. Shapoval O.A. Plant growth regulators in agrotechnologies/Shapoval O.A., Mozharova I.P., Korshunov A.A.// *Protection and quarantine of plants*. 2014. No.6. pp. 16-20.
10. Vashchenko A.V. The use of mineral fertilizers and bacterial preparations for sunflower on ordinary chernozem/ Vashchenko A.V., Kamenev R.A., Solodovnikov A.P., Zhuk E.A.// *Agrarian Scientific Journal*. 2020. No. 1. pp. 4-8.
11. The influence of pre-sowing seed treatment with trace elements on the growth parameters of Raya / Muhammad Arshadullah, Muhammad Sarfraz, Mahin Sadik, etc. // *Asian Journal of Plant Sciences*. 2012. No. 1 (1). pp. 22-23.
12. Kirpichnikov N.A. The effectiveness of phosphorus and magnesium fertilizers in barley crops on sod-podzolic soil of various acidity/Kirpichnikov N.A., Bijan S.P.// *Fertility*. 2022. No. 6 (129). pp. 22-25. DOI: 10.25680/S19948603.2022.129.06
13. Garmash N.Yu. Leaf treatments in intensive crop production technologies/ Garmash N.Yu., Polityko P.M., Garmash G.A., Novikov S.Yu., Solomatina A.V.// *Agrochemical Herald*. 2020. No.5. pp. 38-40.
14. Yakimenko V.N. Potassium balance, crop yield and potash state of the soil in a long-term field experiment in the forest-steppe of Western Siberia// *Agrochemistry*. 2019. No. 10. pp. 16-24. DOI: 10.1134/S0002188119100156
15. Sabitov M.M. The influence of perennial grasses on increasing soil fertility and productivity of grain crops// *Agrochemical Bulletin*. 2019. No. 5. pp. 50-54 DOI: 10.24411/0235-2516-2019-10075

УДК 633.256 : 631.82 : 631.53.048

DOI: 10.25680/S19948603.2024.141.13

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗРАСТАЮЩИХ ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И НОРМ ВЫСЕВА СЕМЯН ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Е.Н. Пасынкова, д.б.н., Т.Н. Радюкевич, Л.И. Карташова, А.В. Пасынков, д.б.н.;

**Ленинградский НИИСХ «Белогорка» – филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»
188338 д. Белогорка, Гатчинский район, Ленинградская область**

**Н.С. Прияткин², д.б.н., Агрофизический НИИ, Санкт-Петербург, Гражданский проспект, 14
E-mail: pasynkova.elena@gmail.com**

Представлены трехлетние результаты исследований по выявлению оптимальных норм высева семян в зависимости от доз минеральных удобрений при возделывании нового сорта ячменя Фермерский на дерново-подзолистой

легкосуглинистой почве Ленинградской области. Схема опыта – полнофакторный полевой эксперимент 6×4 , в котором изучали шесть норм высева семян (3,5–6,0 млн всхожих зерен на 1 га) на фоне четырех уровней минерального питания. Проведение множественного регрессионного анализа показало, что с возрастанием доз минеральных удобрений и норм высева семян урожайность зерна ячменя так же возрастала. Однако каждое последующее увеличение доз минеральных удобрений и норм высева сопровождалось меньшей прибавкой урожая. Показано, что в годы со сравнительно благоприятными и с неблагоприятными гидротермическими условиями в период вегетации оптимальные дозы минеральных удобрений и нормы высева семян существенно различались. Поэтому зависимости урожайности зерна от возрастающих доз минеральных удобрений и норм высева семян необходимо рассматривать с учетом складывающихся гидротермических условий конкретных периодов вегетации.

Ключевые слова: ячмень, урожайность зерна, минеральные удобрения, норма высева семян, множественный регрессионный анализ.

Для цитирования: Пасынкова Е.Н., Радюкевич Т.Н., Карташова Л.И., Пасынков А.В., Прияткин Н.С. Эффективность возрастающих доз минеральных удобрений и норм высева семян при возделывании ярового ячменя // Плодородие. – 2024. – № 6. – С. 59–63. DOI: 10.25680/S19948603.2024.141.13.

Для быстрого внедрения вновь выведенных и допущенных к использованию в сельском хозяйстве различных сортов зерновых культур желательно уже на стадии прохождения ими государственного сортоиспытания разработать основные элементы их технологии возделывания. То есть ко времени допуска нового сорта или с небольшим опозданием эти элементы технологии должны быть рекомендованы производству. Известно, что такими элементами могут быть минеральные удобрения и нормы высева. Первые, как известно, наряду со средствами защиты растений от вредителей, болезней и сорняков, являются одним из важнейших факторов, определяющих уровень урожайности зерновых культур в почвенно-климатических условиях Нечерноземья России [1, 2]. Анализ экспериментальных данных по названной проблеме показал, что эффективность как первого (удобрения), так и второго (нормы высева) элемента технологии при возделывании ячменя на дерново-подзолистых почвах Нечерноземной зоны России остается дискуссионной. При этом чаще всего изучались эффективность отдельно минеральных удобрений с целью нахождения оптимальных их доз при рекомендуемой, то есть одной норме высева [3–5] или также отдельно – оптимальных норм высева на одном уровне минерального питания [6–8]. Работ, посвященных изучению эффективности минеральных удобрений и норм высева с целью выявления не только их прямого действия, но и их взаимодействия при возделывании ячменя на дерново-подзолистых почвах Нечерноземья России, немного [9, 10]. Работы [9, 10] посвящены изучению эффективности трех норм высева на двух уровнях минерального питания, что явно недостаточно для получения максимально полной и достоверной информации о взаимодействии изучаемых факторов [11]. Отмеченное выше и обусловило проведение исследований с новым сортом ячменя в более широком интервале варьирования доз минеральных удобрений и норм высева.

Цель исследования – определить оптимальные дозы минеральных удобрений и нормы высева семян при возделывании нового сорта ярового ячменя Фермерский на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

Методика. Изучение закономерностей действия возрастающих доз минеральных удобрений и норм высева семян на величину урожая нового сорта ячменя Фермерский (селекции Ленинградского НИИСХ) проводили в 2020–2022 г. При выборе и составлении схемы двухфакторного полевого опыта руководствовались методиками [11, 12]. Принимая во внимание известное положение о том, что для получения зерна ячменя, соответствующего по качеству требованиям фуражного, необходимо зерно с максимально высоким содержанием белка. В схему

опыта были включены варианты с возрастающими уровнями минерального питания и норм высева. Схема опыта – полнофакторный полевой эксперимент, выражаемый формулой 6×4 , в котором изучали шесть норм высева семян на фоне четырех уровней минерального питания. Опыт проведен методом наложения вариантов [12]: на делянках первого порядка изучали эффективность возрастающих доз минеральных удобрений [без удобрений, $(NPK)_{30}$, $(NPK)_{60}$ и $(NPK)_{90}$ до посева]; на делянках второго порядка – нормы высева (3,5, 4,0, 4,5, 5,0, 5,5 и 6,0 млн всхожих зерен на 1 га). Размещение делянок первого порядка (удобрения) рендомизированное внутри каждого повторения, второго (нормы высева) – систематическое. Повторность опыта – трехкратная. Общая площадь делянки первого порядка 168 м^2 (12×14), второго – 24 (12×2), учетная – 16 м^2 ($10 \times 1,6$).

Почва опытного участка – дерново-подзолистая легкосуглинистая среднекислая (pH_{KCl} 4,7–5,1). Содержание подвижного фосфора высокое (189–205 мг/кг), калия – среднее (102–122 мг/кг) (по Кирсанову), гумуса 1,91–2,23% (по Тюрину в модификации ЦИНАО). Предшественник ячменя – картофель. Статистическая обработка полученных данных проведена методом множественного регрессионного анализа (линейного, полинома половинной степени и второго порядка), алгоритм которого реализован в пакете статистических программ "Stat" (ВИУА, 1991). Критерием оценки точности полученных уравнений множественной регрессии служила величина коэффициента детерминации (R^2) [13].

Гидротермические условия в первый год проведения опыта характеризовались избыточным увлажнением в начальный период вегетации (посев-кущение), резким недостатком влаги в период кущение-колошение и недостаточным увлажнением в период налива зерна (табл. 1).

1. Динамика гидротермического коэффициента (ГТК по Г.Т. Селянинову) в период вегетации

Год	Период вегетации*					
	П – К	К – Т	Т – Кол.	П – Кол.	Кол. – ПС	П – ПС
2020	1,93	0,30	0,57	0,69	1,17	0,91
2021	2,74	0,29	0,45	1,26	0,24	0,85
2022	0,76	1,88	0,19	0,81	2,07	1,47

*П – посев, К – кущение, Т – трубкование, Кол. – колошение, ПС – полная спелость.

Вегетационный период во второй год проведения опыта, как и в первый, характеризовался избыточным увлажнением в начальный период (посев-кущение) и резким недостатком влаги – в период кущение-колошение и в репродуктивный период. Резкий недостаток осадков в

вегетативный период (кущение-колошение) и особенно в период налива зерна не мог не оказать влияния на урожайность зерна, что и привело к получению более низкой урожайности, чем в предыдущий год опыта.

Гидротермические условия в третий год опыта в период посев-кущение были не совсем благоприятными для роста и развития растений ячменя, когда наблюдалось недостаточное увлажнение, сочетающееся с пониженными температурами (ГТК = 0,76). Следующий период кущение-трубкование характеризовался избыточным увлажнением, а период трубкование-колошение – резким недостатком влаги (ГТК = 0,19). Недостаток осадков в вегетативный период не мог не оказать влияния на рост и развитие растений ячменя. Однако в период налива зерна выпало значительное количество осадков (особенно в начале и в середине этого периода), сочетающееся с повышенными температурами, что способствовало созданию оптимальных условий для налива зерна. Таким образом, во все годы проведения полевого опыта, складывающиеся гидротермические условия межфазных периодов вегетации, особенно в период трубкование-колошение, не способствовали формированию высокого уровня урожайности зерна и максимальному раскрытию потенциальных возможностей нового сорта ячменя.

Результаты и их обсуждение. Данные, представленные в таблице 2, показывают минимальную, максимальную и среднюю по опыту урожайность зерна.

2. Урожайность ячменя под влиянием возрастающих доз минеральных удобрений и норм высева семян, ц/га

Дозы удобрений (фактор А)	Норма высева, млн всхожих зерен на 1 га (фактор В)						Среднее по А
	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	
2020 г.							
Без удобрений (контроль)	21,0	22,2	23,3	24,8	25,1	24,3	23,5
(NPK) ₃₀	25,9	27,4	28,1	30,7	31,2	28,4	28,6
(NPK) ₆₀	29,0	29,1	31,1	33,2	35,0	31,9	31,6
(NPK) ₉₀	30,6	31,8	34,8	36,0	38,5	37,0	34,8
Среднее по В	26,6	27,6	29,3	31,2	32,5	30,4	29,6
2021 г.							
Без удобрений (контроль)	6,0	6,7	6,8	8,0	8,1	10,1	7,6
(NPK) ₃₀	9,9	12,5	12,2	13,2	13,7	14,8	12,4
(NPK) ₆₀	12,1	13,6	14,1	14,2	15,2	16,7	14,3
(NPK) ₉₀	12,7	13,6	16,2	16,3	18,5	18,6	16,0
Среднее по В	10,2	11,1	12,3	12,9	13,9	15,1	12,6
2022 г.							
Без удобрений (контроль)	22,5	24,0	24,2	24,4	25,3	25,4	24,3
(NPK) ₃₀	27,7	29,0	29,2	30,3	30,6	31,2	29,7
(NPK) ₆₀	31,0	31,4	31,9	32,4	32,7	33,5	32,1
(NPK) ₉₀	33,7	34,1	34,5	35,9	36,6	37,4	35,4
Среднее по В	28,7	29,6	30,0	30,8	31,3	31,9	30,4

Проведение статистической обработки полученных экспериментальных данных методом множественного регрессионного анализа позволило рассчитать уравнения регрессии, отражающее (при $p < 0,05$) зависимость

3. Зависимость урожайности зерна ячменя (Y, ц/га) от уровня минерального питания (X₁, код. ед.) и норм высева семян (X₂)

Год	Уравнение регрессии (n = 24)	R ² *
2020	$Y = -8,845 + 2,766X_1 - 0,483X_1^2 + 12,762X_2 - 1,211X_2^2 + 0,501X_1X_2$	0,929
2021	$Y = 1,078 + 2,211(X_1X_2)^{0,5} + 1,373X_2$	0,953
2022	$Y = 12,749 + 1,578X_1 + 3,547X_1^{0,5} + 5,334X_2^{0,5}$	0,984
Среднее за 2020-2022 г.	$Y = -20,917 + 1,066X_1 + 1,844(X_1X_2)^{0,5} + 31,204X_2^{0,5} - 5,968X_2$	0,978

n – общее количество наблюдений; X₁ (в кодированных единицах): 0 – без удобрений, 1 – (NPK)₃₀, 2 – (NPK)₆₀, 3 – (NPK)₉₀;
X₂ – коэффициент высева, млн всхожих зерен на 1 га; * – статистически значимо при $p < 0,05$.

В сложившихся гидротермических условиях периода вегетации первого года проведения опыта проявилось, хоть

урожайности зерна ячменя от возрастающих доз минеральных удобрений (X₁, код. ед.) и норм высева (X₂, млн всхожих зерен на 1 га) как по годам, так и в среднем за годы проведения полевых опытов (табл. 3; рис. 1).

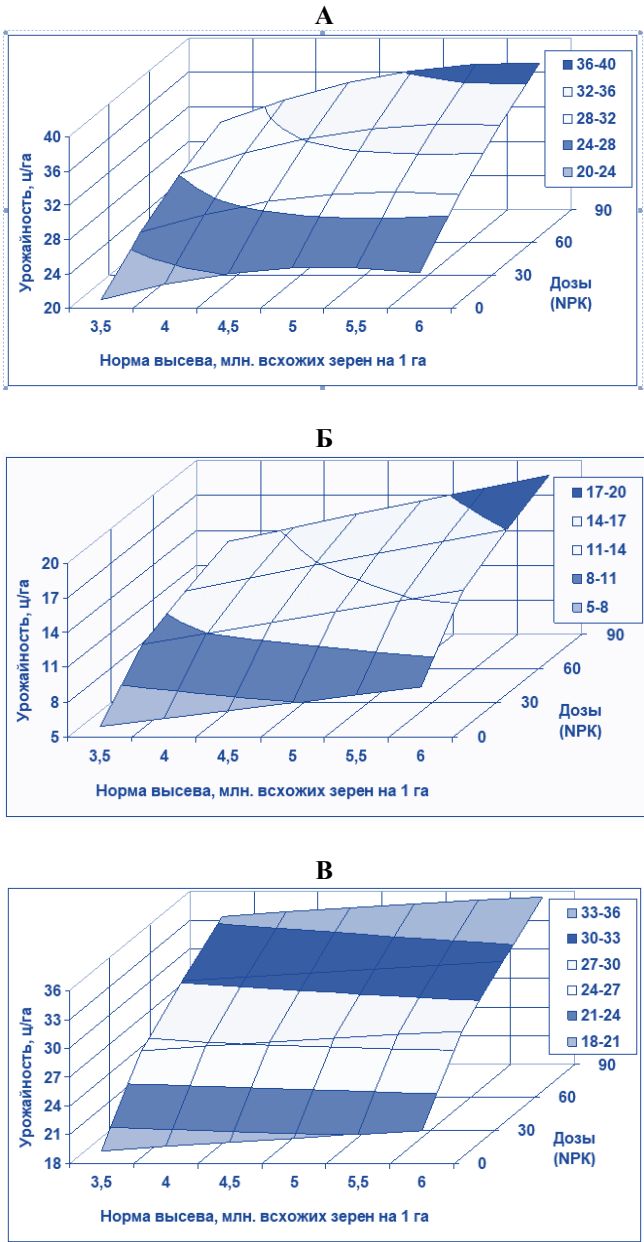


Рис. 1. Зависимость урожайности зерна ячменя от уровня минерального питания и норм высева семян: А – 2020 г., Б – 2021 г., В – 2022 г.

Так, в первый год с возрастанием доз минеральных удобрений и норм высева семян урожайность зерна возрастала, однако каждое последующее увеличение доз минеральных удобрений и норм высева сопровождалось меньшей прибавкой урожая (+ X₁ – X₁² и + X₂ – X₂² соответственно) по сравнению с предыдущими.

чем выше доза удобрений и норма высева, тем в большей степени возрастала урожайность зерна. Максимальная урожайность в текущем году получена при внесении максимальной дозы минеральных удобрений (NPK)₉₀ при норме высева семян 5,5 млн всхожих зерен на 1 га.

Данные, представленные в таблице 2, показывают, что урожайность зерна ячменя во второй год опыта была в 2,3 раза ниже, чем в предшествующий год, что связано с менее благоприятными гидротермическими условиями текущего года. При этом во второй год проведения опыта, характеризующегося резким недостатком влаги в период налива зерна (см. табл. 1), четко проявилось положительное взаимодействие доз удобрений и норм высева семян.

Однако каждая последующая доза минеральных удобрений и норм высева приводила к меньшей прибавке урожая по сравнению с предыдущей ($+X_1X_2$)^{0,5}. Как видно, в годы как с благоприятными условиями увлажнения (2020), так и с засухой в репродуктивный период (2021) проявляется положительное взаимодействие доз удобрений и норм высева семян. При этом максимальная урожайность зерна во второй год получена при внесении максимальной дозы минеральных удобрений при максимальной норме высева семян.

Отмеченное позволяет сделать заключение о том, что в годы со сравнительно благоприятными (2020 г.) и с неблагоприятными (2021 г.) гидротермическими условиями в период вегетации растений оптимальные дозы минеральных удобрений и нормы высева семян для получения максимальной урожайности зерна ячменя существенно различались.

Данные, представленные в таблице 2, показывают, что уровень урожайности зерна в третий год проведения опыта получен практически такой же, как и в первый год опыта. Проведение статистической обработки показало, что с возрастанием доз минеральных удобрений урожайность зерна ячменя возрастала, однако каждое последующее увеличение доз минеральных удобрений сопровождалось меньшей прибавкой урожая (рис. 1 В). То есть действие возрастающих доз минеральных удобрений, независимо от норм высева, носило затухающий характер ($+X_1 + X_1^{0,5}$). Независимо от уровня минерального питания, с возрастанием норм высева в третий год опыта урожайность зерна ячменя нелинейно возрастала с постепенным эффектом затухания ($+X_2^{0,5}$). Необходимо отметить, что при слабом варьировании зависимой переменной [в данном случае – урожайности зерна (Y)] под действием возрастающих норм высева ($+X_2^{0,5}$) на рисунке 1 В эффект затухания практически не заметен, хотя реально существует, так как действие норм высева на урожайность статистически значимо на уровне $p < 0,05$, принятом в агрохимических исследованиях [20]. Следует отметить отсутствие в сложившихся гидротермических условиях периода вегетации 2022 г. существенного взаимодействия изучаемых факторов. При этом максимальная урожайность зерна в третий год опыта получена при внесении максимальной дозы минеральных удобрений при максимальной норме высева семян.

Исследования показали, что в годы проведения опыта с усилением уровня минерального питания, независимо от норм высева, урожайность зерна ячменя возрастала на 11,3; 8,4 и 11,1 ц/га соответственно (см. табл. 2). В то же время, с возрастанием норм высева, независимо от доз минеральных удобрений, увеличилась урожайность зерна на 3,8; 4,9 и 3,2 ц/га соответственно. То есть прибавки урожая зерна ячменя от применения минеральных удобрений

в изучаемом интервале доз были выше, чем от норм высева семян. При этом прибавки урожая от применения удобрений были выше в благоприятные годы (2020 и 2022), а от изучаемых норм высева – в неблагоприятный год (2021). Из изложенного следует, что зависимости урожайности зерна ячменя от возрастающих доз минеральных удобрений и норм высева семян необходимо рассматривать с учетом складывающихся гидротермических условий конкретных периодов вегетации.

4. Влияние возрастающих доз минеральных удобрений и норм высева семян на урожайность ячменя, ц/га (среднее за 2020-2022 г.)

Дозы удобрений (фактор А)	Норма высева, млн всхожих зерен на 1 га (фактор В)						Среднее по А
	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	
Без удобрений	16,5	17,6	18,1	19,1	19,5	19,9	18,5
(NPK) ₃₀	21,2	23,0	23,2	24,7	25,2	24,8	23,7
(NPK) ₆₀	24,0	24,7	25,7	26,6	27,6	27,4	26,0
(NPK) ₉₀	25,7	26,5	28,5	29,4	31,2	31,0	28,7
Среднее по В	21,8	23,0	23,9	25,0	25,9	25,8	24,2

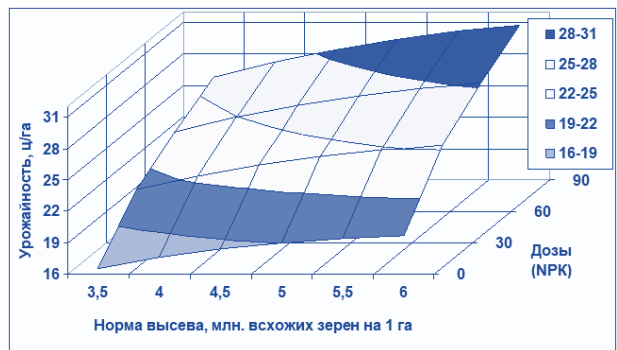


Рис. 2. Зависимость урожайности зерна ячменя (Y, ц/га) от уровня минерального питания (X₁, код. ед.) и норм высева семян (X₂) (среднее за 2020-2022 г.)

Заключение. 1. В среднем за годы исследований с усилением уровня минерального питания, независимо от норм высева, урожайность зерна ячменя возрастала с 18,5 до 28,7 ц/га, или на 10,2 ц/га. В то же время, с возрастанием норм высева в изучаемом интервале, независимо от доз минеральных удобрений, урожайность зерна возрастала с 21,8 до 25,8 ц/га, или на 4,0 ц/га. То есть прибавки урожая зерна ячменя от применения удобрений в изучаемом интервале доз были выше, чем от изучаемых норм высева семян. При этом прибавки урожая от применения удобрений были выше в благоприятные по увлажнению годы, а от норм высева – в неблагоприятный год.

2. Зависимости урожайности зерна от возрастающих доз минеральных удобрений и норм высева семян наиболее точно (по величине R²) отражали уравнения множественной нелинейной регрессии, в частности, половинной степени и второго порядка. С возрастанием доз минеральных удобрений и норм высева семян урожайность зерна ячменя возрастала, однако каждое последующее увеличение доз удобрений и норм высева сопровождалось меньшей прибавкой урожая, т.е. действие изучаемых факторов на урожайность носило затухающий характер.

3. В годы со сравнительно благоприятными и неблагоприятными гидротермическими условиями в период вегетации оптимальные дозы минеральных удобрений и норм высева семян существенно различались.

Оптимальным является интервал норм высева 5,5-6,0 млн/га на фоне внесения (NPK)₉₀.

Литература

1. Ильясова Н.И., Ваулина Г.И., Тимофеев О.В. Урожайность ярового ячменя и фитосанитарное состояние посевов в зависимости от уровня применения удобрений и средств защиты растений // Плодородие. – 2009. – № 4 (49). – С. 19-20.
2. Сычев В.Г., Шафран С.А., Духанина Т.М. Прогноз потребности сельского хозяйства России в минеральных удобрениях к 2030 г. // Плодородие. – 2016. – № 2. – С. 5-7.
3. Титова В.И., Архангельская А.М. Влияние удобрений на продуктивность звена севооборота ячень-травы (по данным многолетнего опыта за период 1987–2012 г.) // Агрохимия. – 2015. – № 10. – С. 10-17.
4. Пасынков А.В., Пасынкова Е.Н. Зависимость показателей качества зерна пивоваренного ячменя от уровня минерального питания и гидро-термических условий в период вегетации // Агрохимический вестник. – 2020. – № 3. С. 33-41.
5. В.И. Трухачев, С.Л. Белопухов, Р.Р. Исламгулова, И.И. Серегина, Н.Н. Новиков, И.И. Дмитриевская. Пивоваренные показатели качества ячменя сорта Надежный в зависимости от условий питания // Агрофизика. – 2021. – № 4. – С. 28-33. DOI: 10.25695/AGRP.2021.04.05.
6. Каримова Л.З., Сафин Р.И., Таланов И.П. Влияние предпосевной обработки семян и нормы высева на формирование урожая и

пораженность растений ячменя корневыми гнилями // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2015. – № 1 (29). – С. 21-25.

7. Левакова О.В. Сортовые особенности формирования продуктивности ячменя сорта Рафаэль при разной норме высева // Аграрная наука. – 2023. – № 2. – С. 82-86. DOI: 10.32634/0869-8155-2023-367-2-82-86.
8. Левакова О.В. Сортовые особенности нового сорта ячменя Любояр при возделывании с разной густотой посева // Зерновое хозяйство России. – 2024. – Т. 16. – № 1. – С. 70-76. DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2024-90-1-70-76>.
9. Таланов И.П., Каримова Л.З. Продуктивность ячменя в зависимости от фонов питания и нормы высева // Вестник Казанского ГАУ. – 2019. – № 3 (54). – С. 67-70.
10. Фесенко М.А., Шпанев А.М. Влияние агротехнологических факторов на урожайность ярового ячменя в условиях Ленинградской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2024. – № 25(3). – С. 330-339. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.3.330-339>.
11. Программа и методика исследований в Геосети опытов по комплексному применению средств химизации в земледелии. – М.: ВИУА, 1990. – 187 с.
12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1968. – С. 90-92.
13. Пасынков А.В., Пасынкова Е.Н. Особенности использования регрессионного анализа в агрохимических исследованиях // Агрохимия. – 2022. – № 10. – С. 71-83. DOI: <https://doi.org/10.31857/S0002188122100088>.

THE EFFECTIVENESS OF INCREASING DOSES OF MINERAL FERTILIZERS AND SEED SOWING RATES IN THE CULTIVATION OF SPRING BARLEY

Pasinkova E.N., Radyukevich T.N., Kartashova L.I.; Pasinkov A.V.,
Leningrad Research Institute "Belogorka" – a branch of the Federal State Budgetary Educational Institution
"FITZ potato named after A.G. Lorch" 188338 Belogorka village, Gatchinsky district, Leningrad region; Pleasant N.S.,
Agrophysical Research Institute St. Petersburg, Grazhdansky Prospekt, 14 E-mail: pasynkova.elena@gmail.com

Three years of research results are presented to identify optimal seed sowing rates depending on the dose of mineral fertilizers when cultivating a new barley variety *Fermersky* on sod-podzolic light loamy soil in the Leningrad region. The experimental design is a full-factorial field experiment, expressed by the 6×4 formula, in which 6 seed sowing rates were studied (3.5 ... 6.0 million viable grains per 1 ha) against the background of 4 levels of mineral nutrition (without fertilizers ... (NPK)₉₀). Multiple regression analysis showed that with increasing doses of mineral fertilizers and seed sowing rates, barley grain yield increased, however, each subsequent increase in doses of mineral fertilizers and seeding rates was accompanied by a smaller increase in yield. It has been shown that in years with relatively favorable and in years with unfavorable hydrothermal conditions during the growing season, the optimal doses of mineral fertilizers and seed sowing rates differed significantly. Therefore, the dependence of grain yield on increasing doses of mineral fertilizers and seed sowing rates must be considered taking into account the developing hydrothermal conditions of specific growing seasons.

Key words: barley, grain yield, mineral fertilizers, seed sowing rate, multiple regression analysis

УДК 631.811.095.337.633.11

DOI: 10.25680/S19948603.2024.141.14

ВЛИЯНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ РИЗОБАКТ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ГОРОХА В УСЛОВИЯХ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

В.И. Лазарев, Ж.Н. Минченко, Курский Федеральный аграрный научный центр
Россия, г. Курск, ул. Карла Маркса, 70б, *E-mail: vla190353@yandex.ru

Работа выполнена по теме государственного задания № -FGZU-2024-0001

Представлены результаты исследований по эффективности микробиологических удобрений Ризобакт (марки МЖФ и КЖФ) при возделывании гороха сорта Фараон в условиях черноземных почв Курской области. Работа выполнялась в 2018–2020 г. в опытах ФГБНУ «Курский ФАНЦ». Почва опытного участка – чернозем типичный мощный тяжелосуглинистый. Установлено, что обработка семян гороха микробиологическими удобрениями повышала энергию прорастания на 3,1–3,7%, лабораторную всхожесть на 4,9–5,2, полевую всхожесть – на 4,6–4,9% в сравнении с контролем. Обработка семян микробиологическими удобрениями увеличивала количество фиксированного азота воздуха до 56,7–57,4 кг/га, а обработка семян и растений гороха в фазе полных всходов до 60,7–61,2 кг/га. Микробиологические удобрения Ризобакт, марки МЖФ и Ризобакт, марки КЖФ повышали урожайность гороха на 1,1–1,2 ц/га, содержание белка в зерне – на 0,4–0,5% при обработке семян и, соответственно, на 2,6–2,8 ц/га и 1,3–1,4% при обработке семян и растений гороха в фазе полных всходов, в сравнении с контролем. При сравнении влияния эффективности микробиологических удобрений Ризобакт, МЖФ и Ризобакт, КЖФ между собой на урожайность и качество зерна гороха, достоверной разницы не наблюдалось. Использование микробиологических удобрений Ризобакт, МЖФ и Ризобакт, КЖФ на посевах гороха экономически выгодно: чистый доход от их использования составил 23729–27079 руб/га, уровень рентабельности – 97,0–103,4%, при величине этих показателей в контрольном варианте 23032 руб/га и 91,4 % соответственно.