

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА ПРИМЕНЯЕМЫХ УДОБРЕНИЙ И БИОПРЕПАРАТА БИСОЛБИФИТ

Зайцева К. Г.

Реферат. Исследования проводили с целью выявления влияния различных видов удобрений и биопрепарата БисолбиФит на урожайность и качественные показатели зерна ярового ячменя. Эксперименты выполняли в 2015–2017 гг. в Ульяновской области. Почва опытного участка – чернозём выщелоченный, тяжелосуглинистый. Схема опыта включала два фактора: применение препарата БисолбиФит (фактор А) – контроль; предпосевная обработка семян; азофоска в чистом виде в дозе 15 кг д.в./га (НРК); азофоска, модифицированная путем обработки БисолбиФитом, в дозе 15 кг д.в./га (НРКм); азофоска, модифицированная путем обработки БисолбиФитом, в дозе 7,5 кг д.в./га (1/2 НРКм); фон (фактор В) – нулевой (без удобрений); аммиачная селитра в чистом виде в дозе 40 кг д.в./га (NH_4NO_3); аммиачная селитра, модифицированная путем обработки БисолбиФитом, в дозе 20 кг д.в./га (1/2 NH_4NO_3 м). Инокуляцию семян биопрепаратом проводили методом полусухого протравливания за 1...2 дня до посева в дозе 400...600 г на гектарную норму семян. Для приготовления модифицированной азофоски и аммиачной селитры в день посева на гранулы минеральных удобрений наносили биологический препарат БисолбиФит из расчета 4 кг на 1 т удобрений. Использование изучаемых удобрений и биопрепарата приводило к росту урожайности. Применение минеральных удобрений в чистом виде повышало ее, по сравнению с контролем (2,67 т/га), на 0,26...0,41 т/га, модифицированных – на 0,38...0,54 т/га, биопрепарата – на 0,06...0,19 т/га. Масса 1000 зёрен в лучших вариантах с модифицированной азофоской в дозе 15 кг д.в./га возрастала от использования удобрений и биопрепарата на 49,4...53,0 г. На качественные показатели зерна изучаемые агроприемы не оказали значимого влияния. Наибольшая окупаемость удобрений прибавкой урожая зафиксирована в варианте с предпосевной обработкой семян биопрепаратом БисолбиФит – 7,7...11,4 кг/кг.

Ключевые слова: ячмень яровой (*Hordeum vulgare* L.), минеральные, биоминеральные удобрения, урожайность, белок, биопрепарат.

Введение. Результаты многочисленных исследований показывают, что минеральные удобрения повышают урожайность сельскохозяйственных культур [1, 2, 3]. Так, согласно данным А. М. Коновой [4] и В. Д. Абашева [5], их применение в длительных стационарных опытах приводило к достоверному увеличению урожайности всех культур в севообороте. Однако в современных условиях объемы их применения не обеспечивают возврата элементов минерального питания, отчуждаемых урожаем сельскохозяйственных культур, что приводит к росту дефицита питательных веществ в почве. Восполнить их запасы можно при использовании новейших разработок российских учёных, которые создали биологические препараты на основе симбиотических и ассоциативных diaзотрофов [6, 7]. Сегодня микробиологические препараты широко используют при возделывании сельскохозяйственных культур. Вопросы их применения рассмотрены во многих работах как российских, так и зарубежных учёных [8, 9, 10]. Однако возможности и эффективность совместного применения этих средств интенсификации земледелия в виде биоминеральных удобрений изучены недостаточно.

Цель исследований – определение зависимости урожайности и качества зерна ярового ячменя от комплексного применения минеральных и бактериальных удобрений.

Условия, материалы и методы исследований. Эксперименты выполняли в 2015–2017 гг. в Ульяновской области. Почва опытного участка – чернозём выщелоченный тяжелосуглинистый со следующими агрохимиче-

скими характеристиками: содержание гумуса 6,43...6,62 % (по Тюрину), общего азота – 0,26 % (по Кьельдалю), подвижного фосфора и калия (по Чирикову) – 214...228 и 101...117 мг/кг почвы соответственно, pH_{KCl} – 6,3...6,8 (ГОСТ 26483-85), гидролитическая кислотность – 1,20...1,29 ммоль/100 г почвы (по Каппену).

Метеоусловия в годы исследования были контрастными. Май 2015 г. выдался засушливым и жарким. В июне на фоне высоких температур в отдельные дни выпадали ливневые осадки, сумма которых составила 55,8 мм (норма – 62 мм). В июле было прохладно и дождливо. Август характеризовался тёплой и сухой погодой. Сумма осадков за апрель–сентябрь была равна 256,3 мм (при среднемноголетней норме 307 мм), ГТК – 0,7, при многолетней величине 1,0.

В 2016 г. из-за смещения интенсивно засушливой погоды на август метеорологические условия в вегетационный период были благоприятными для роста и развития зерновых культур. Сумма осадков за апрель–сентябрь составила 319,2 мм, ГТК – 0,8.

Вегетационный период 2017 г. характеризовался прохладной и дождливой погодой, засушливой в августе и сентябре. Сумма осадков за апрель–сентябрь находилась на уровне 396 мм, ГТК – 1,4.

В опыте высевали яровой ячмень сорта Нутанс 553. Размещение культуры и основная обработка почвы – общепринятая для области. Посев осуществляли сеялкой СЗ-3,6 рядовым способом в 3-кратной повторности. Площадь учётной делянки – 100 м².

Таблица – Урожайность, качество зерна и окупаемость удобрений прибавкой урожая ярового ячменя в зависимости от вида удобрений и биопрепарата БисолбиФит (среднее за 2015–2017 гг).

Вариант (фактор А)	Урожайность, т/га	Масса 1000 зерен, г	Содержание белка, %	Окупаемость, кг/кг
Фон 1 – нулевой (фактор В)				
Контроль	2,67	47,6	13,1	-
БисолбиФит	2,73	47,8	12,9	-
НРК, 15 кг д.в./га	2,93	48,8	12,5	5,7
НРК _m , 15 кг д.в./га	3,05	49,4	12,3	8,4
НРК _m , 7,5 кг д.в./га	2,89	48,6	12,5	10,2
Фон 2 – NH ₄ NO ₃ (фактор В)				
Контроль	2,76	48,4	12,8	2,7
БисолбиФит	2,93	48,8	12,4	7,7
НРК, 15 кг д.в./га	3,03	49,6	12,3	4,5
НРК _m , 15 кг д.в./га	3,15	50,7	12,0	6,1
НРК _m , 7,5 кг д.в./га	2,90	49,8	12,4	4,0
Фон 3 – 1/2 NH ₄ NO _{3m} (фактор В)				
Контроль	2,76	50,5	12,5	5,0
БисолбиФит	2,86	51,0	12,3	11,4
НРК, 15 кг д.в./га	3,08	51,2	12,0	6,6
НРК _m , 15 кг д.в./га	3,21	53,0	11,8	8,7
НРК _m , 7,5 кг д.в./га	2,95	51,9	12,0	7,1
НСР ₀₅ главных эффектов для урожайности	Фактор А – 0,04 фактор В – 0,06 взаимодействие факторов А×В – 0,11			
НСР ₀₅ частных различий для урожайности	фактор А – 0,06 фактор В – 0,08 взаимодействие факторов А×В – 0,13			

Схема опыта включала два фактора: применение препарата БисолбиФит (фактор А) – контроль; предпосевная обработка семян; азофоска в чистом виде в дозе 15 кг д.в./га (НРК); азофоска, модифицированная путем обработки БисолбиФитом, в дозе 15 кг д.в./га (НРК_m); азофоска, модифицированная путем обработки БисолбиФитом, в дозе 7,5 кг д.в./га (1/2 НРК_m); фон (фактор В) – нулевой (без удобрений); аммиачная селитра в чистом виде в дозе 40 кг д.в./га (NH₄NO₃); аммиачная селитра, модифицированная путем обработки БисолбиФитом, в дозе 20 кг д.в./га (1/2 NH₄NO_{3m}). Инокуляцию семян биопрепаратом проводили методом полусухого протравливания за 1...2 дня до посева в дозе 400...600 г на гектарную норму семян. Для приготовления модифицированной азофоски и аммиачной селитры использовали биологический препарат БисолбиФит в дозе 4 кг на 1 т удобрений. Препарат наносили на гранулы минеральных удобрений в день посева.

БисолбиФит – коммерческий микробиологический препарат в состав которого входит штамм ризосферных бактерий *Vacillus subtilis* Ч-13, выделенный из чернозёмной почвы [11].

Исследования проводили согласно методике Государственного испытания (М.: Колос, 1989) и методике полевого опыта (М.: Агропромиздат, 1985). Содержание белка определяли на приборе Инфраматик 9200. Показатели урожайности пересчитывали на 100 %-ную чистоту и 14 %-ную влажность.

Статистическую обработку результатов

выполняли методом двухфакторного дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову (М.: Агропромиздат, 1985).

Анализ и обсуждение результатов исследований. Применяемые в опыте удобрения и биопрепарат БисолбиФит повышали урожайность и качественные показатели зерна ярового ячменя.

В 2015 г. недостаточное количество осадков и жаркая погода в мае и июне стали причиной формирования невысокой урожайности культуры, которая составила 2,26...3,00 т/га. В 2016 г. она была выше, чем в 2015 г., и варьировала в пределах 2,74...3,28 т/га. В 2017 г. из-за смещения засушливой погоды на август и сентябрь отмечали самую высокую продуктивность за годы исследований – 3,02...3,46 т/га.

В среднем за 3 года наименьший сбор зерна отмечен в контроле, где на фоне с естественным плодородием почвы он составил 2,67 т/га, а на фонах NH₄NO₃ и 1/2 NH₄NO_{3m} – 2,76 т/га. Предпосевная обработка семян биопрепаратом БисолбиФит повышала урожайность, по сравнению с контролем, на 0,06...0,26 %. Наибольший сбор зерна (2,93 т/га) отмечен на фоне с внесением аммиачной селитры (NH₄NO₃) в дозе 40 кг д.в./га. Высокую прибавку урожайности, по отношению к контрольному варианту (0,38, 0,48 и 0,54 т/га соответственно фонам), наблюдали при внесении модифицированной азофоски (НРК_m) в дозе 15 кг д.в./га. В варианте с азофоской (НРК) в чистом виде величина этого показате-

ля была незначительно ниже (на 0,26...0,41 т/га). Использование модифицированной азофоски в половинной дозе (1/2 NH₄NO₃m) увеличивало сбор зерна на фоне без удобрений, в сравнении с контролем, на 0,22 т/га, на фоне NH₄NO₃ – на 0,23 т/га, на фоне 1/2 NH₄NO₃m – на 0,28 т/га. Следует отметить, что характер повышения урожайности в зависимости от вида применяемых удобрений и биопрепарата по вариантам опыта сохранялась во все годы проведения исследований.

Качество продукции сельскохозяйственных культур зависит от условий их выращивания. К наиболее важным и быстродействующим факторам, способным улучшить качество зерна, можно отнести удобрения [12]. Однако в нашем опыте содержание белка в зерне ярового ячменя по фонам и вариантам изменялось незначительно. Некоторое их воздействие наблюдали на массу 1000 зерен. В среднем за 3 года наименьшей (47,6...50,5 г) она была в контрольных вариантах. Инокуляция семян БисолбиФитом приводила к малозначительному росту величины этого показателя. В целом во всех вариантах с использованием модифицированных удобрений наблюдали повышение крупности зерна. При внесении модифицированной азофоски в дозе 15 кг д.в. (NPKm) масса 1000 зёрен была наибольшей – 49,4 г на нулевом фоне, 50,7 г на фоне с обычной аммиачной селитрой в дозе 40 кг д.в. и 53,0 г на фоне с модифицированной аммиачной селитрой в дозе 20 кг д.в.

Эффективность минеральных удобрений можно оценить как в натуральном, так и в денежном выражении. В агрономии её зачастую

определяют по размерам прибавки урожая (в килограммах) в расчете на 1 кг вносимых удобрений. В нашем опыте самой высокой, по отношению к контролю, она была при обработке семян биопрепаратом – 7,7...11,4 кг/кг.

Выводы. Использование всех видов удобрений и биопрепарата приводило к увеличению урожайности. В среднем за 3 года наибольшей она была в вариантах с внесением модифицированной азофоски – 3,05 т/га на фоне без удобрений, 3,15 т/га – на фоне с аммиачной селитрой в дозе 40 кг д.в./га и 3,21 т/га на фоне с модифицированной аммиачной селитрой в половинной дозе (20 кг д.в./га).

Под действием изучаемых удобрений и биопрепарата содержание белка в зерне менялось незначительно, а масса 1000 семян возрастала с 47,6 до 53,0 г. Лучшие результаты обеспечило применение модифицированной азофоски (NPKm) в дозе 15 кг д.в./га на фоне с модифицированной аммиачной селитрой в дозе 20 кг д.в./га (1/2NH₄NO₃m).

Применение биопрепарата БисолбиФит для обработки семян и минеральных удобрений способствовало увеличению их окупаемости прибавкой урожая. При этом самым окупаемым приёмом (7,7...11,4 кг/кг) оказалась предпосевная обработка семян.

В целом наилучшие условия для увеличения урожайности и качества зерна ярового ячменя в нашем опыте отмечены в варианте с использованием биопрепарата БисолбиФит совместно с минеральными удобрениями (NPKm) в дозе 15 кг д.в./га и аммиачной селитрой (1/2 NH₄NO₃m) в дозе 20 кг д.в./га.

Литература

1. Минакова О. А., Александрова Л. В., Подвичина Т. Н. Урожайность культур и продуктивность зерно-свекловичного севооборота при длительном применении удобрений в центральном чернозёмном районе // Вестник Курганской ГСХА. 2019. №2 (30). С. 16–18.
2. Созинов А. В. Урожайность яровой пшеницы при внесении комплексных удобрений // Вестник Курганской ГСХА. 2012. № 1. С. 39–44.
3. Соловьева Л. П., Гладков Д. В. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зерна чины посевной в условиях Курганской области // Вестник Курганской ГСХА. 2016. № 3. С. 61–64.
4. Конова А. М., Державин А. М., Самойлов Л. Н. Урожайность и качество зерна озимой ржи при длительном применении минеральных удобрений в севообороте на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве // Достижение науки и техники АПК. 2015. № 5. С. 23–26.
5. Абашев В. Д., Светлакова Е. В. Влияние минеральных удобрений на урожайность зернопаротравяного севооборота // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. №2 (45). С. 37–43.
6. Завалин А. А. Биопрепараты, удобрения и урожай. М.: ВНИИА. – 2005. 302 с.
7. Lemanceau P., Cjrberand T., Gardan L. Effect of two plant species, flax and tomato in the diversity of soil-born population of fluorescent pseudomonads // Applied and Environmental Microbiology. 1995. Vol.61. P. 1004–1012.
8. Петров В. Б., Чеботарь В. К. Микробиологические препараты в практическом растениеводстве России: функции, эффективность, перспективы // Рынок АПК. 2009. № 7. С. 16–18.
9. Junge H., Kreabs P., Kilian M. [Strain selection production and formulation of the biological plant vitality enhancing agent FZB 24 Bacillus subtilis]. Pflanzeens chuts- Naghericher Bayer. 2000; Vol. 1: 94-104 p.
10. Zavalin AA, Vinogradova LV. [Geographical regularities of effect of inoculation with associative diazotrophs on the productivity of cereals]. Plant microbial interaction: positive interactions in relation to crop production and utilization, aspects of applied Biology. 2001. Vol. 63. P. 123–127.
11. Микробиологические препараты живых ризосферных бактерий комплексного действия крупы Экстрасол: рекомендации / сост. В. К. Чеботарь, В. Б. Петров, В. Б. Антонов и др. М.: ГНУ ВНИИСХМ Россельхозакадемии, 2011. 35 с.
12. Толстоусов В. П. Удобрения и качество урожая. М.: «Колос», 1974. 260 с.

Сведения об авторе:

Зайцева Ксения Геннадиевна – младший научный сотрудник, e-mail: kseniazajceva393@gmail.com. Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Ульяновская область, Ульяновский район, пос. Тимирязевский, ул. Институтская 19, Россия

PRODUCTIVITY OF SPRING BARLEY DEPENDING ON THE TYPE OF FERTILIZERS USED AND BIOLOGICS BISOLBIFIT.

Zaitseva K. G.

Abstract. The purpose of the study is to identify the effectiveness of various types of fertilizers and biologics Bisolbifit on the yield and quality indicators of spring barley grain. Experiments were conducted in 2015-2017 in Ulyanovsk region. The soil of the experimental site is represented by leached Chernozem, heavy loam. The scheme of experience included two factors. Factor A-control; pre-sowing seed treatment with Bisolbifit; NPK in pure form at a dose of 15 kg of active substance per hectare; modified NPK (NPK_m) at a dose of 15 kg of active substance per hectare; modified NPK (1/2 NPK_m) at a dose of 7.5 kg of active substance per hectare. Factor B (background): zero-without fertilizers; pure ammonium nitrate (NH₄NO₃) at a dose of 40 kg of active substance per hectare; modified ammonium nitrate (1/2 NH₄NO_{3,m}) at a dose of 20 kg of active substance per hectare. Inoculation of seeds with a biological preparation was performed by semi-dry etching 1...2 days before sowing at a dose of 400...600 g per hectare of seeds. For the preparation of modified NPK and ammonium nitrate, the biological preparation Bisolbifit was used in a dose of 4 kg per 1 ton of fertilizers. The drug was applied to mineral fertilizer granules on the day of sowing. All types of fertilizers and biologics studied led to an increase in yield. The use of mineral fertilizers in pure form (untreated with biologics) increased the yield by 0.26...0.41 t/ha, modified – by 0.38...0.54 t/ha, biologics – by 0.06...0.19 t/ha, compared with the control (2.67 t/ha). The use of fertilizers and biologics increased the weight of 1000 grains – the best options were with modified NPK at a dose of 15 kg d. V./ha-49.4...53.0 g, the quality indicators of the studied agricultural practices did not have a significant impact. The highest payback of fertilizers by increasing the yield was recorded in the variant with pre-sowing treatment of seeds with Bisolbifit biologics and amounted to 7.7...11.4 kg/kg.

Keywords: spring barley (*Hordeum vulgare L.*), mineral, biomineral fertilizers, yield, protein, biological product.

References

1. Minakova OA, Aleksandrova LV, Podvichina TN. [Crop yield and productivity of grain beet crop rotation with long-term use of fertilizers in the central chernozem region]. Vestnik Kurganskoi GSKhA. 2019; No.2 (30): 16-18 p. Russian.
2. Sozinov AV. [Spring wheat yield when applying complex fertilizers]. Vestnik Kurganskoi GSKhA. 2012; No.1: 39-44 p. Russian.
3. Solovieva LP, Gladkov DV. [The influence of mineral fertilizers on the yield and grain quality of the sowing rank in the conditions of Kurgan region]. Vestnik Kurganskoi GSKhA. 2016; No.3: 61-64 p. Russian.
4. Konova AM, Derzhavin AM, Samoilo LN. [Productivity and grain quality of winter rye with prolonged use of mineral fertilizers in crop rotation on sod-podzolic medium loamy soil]. Dostizhenie nauki i tekhniki APK. 2015; No.5: 23-26 p. Russian.
5. Abashev VD, Svetlakova EV. [The influence of mineral fertilizers on the yield of grain-steam-grass crop rotation]. Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2015; No.2 (45): 37-43 p. Russian.
6. Zavalin AA. Biopreparaty, udobreniya i urozhai. [Biopreparations, fertilizers and harvest]. Moscow: VNIIA. 2005; 302 p. Russian.
7. Lemanceau P, Cjrberand T, Gardan L. [Effect of two plant species, flax and tomato in the diversity of soil-born population of fluorescent pseudomonads]. Applied and environmental microbiology. 1995; Vol. 61: 1004-1012 p.
8. Petrov VB, Chebotar VK. [Microbiological preparations in practical plant growing in Russia: functions, efficiency, prospects]. Rynok APK. 2009; No.7: 16-18 p. Russian.
9. Junge H, Kreabs P, Kilian M. [Strain selection production and formulation of the biological plant vitality enhancing agent FZB 24 Bacillus subtilis]. Pflanzeens chuts-Naghricher Bayer. 2000; Vol. 1: 94-104 p. German
10. Zavalin AA, Vinogradova LV. [Geographical regularities of effect of inoculation with associative diazotrophs on the productivity of cereals]. Plant microbial interaction: positive interactions in relation to crop production and utilization, aspects of applied Biology. 2001; Vol. 63: 123-127 p.
11. Chebotar VK, Petrov VB, Antonov VB. Mikrobiologicheskie preparaty zhivykh rizosfernykh bakterii kompleksnogo deistviya krupy ekstrazol: rekomendatsii. [Microbiological preparations of living rhizospheric bacteria of complex action of the extrasol group: recommendations]. - Moscow: GNU VNIISKhM Rosselkhozakademii. 2011; 35 p. Russian.
12. Tolstousov VP. Udobreniya i kachestvo urozhaya. [Fertilizers and crop quality]. Moscow: Kolos. 1974; 260 p. Russian.

Authors:

Zaitseva Kseniya Gennadievna – junior researcher, e-mail: kseniazajceva393@gmail.com
Samara Federal Research Scientific Center of RAS, Ulyanovsk Scientific Research Agriculture Institute, 19 Institutskaya Street, Timiryazevsky township, Ulyanovsk region, Russia