

2. Navigatsionnye tekhnologii v sel'skom khozyaistve. Koordinatnoe zemledelie: uchebnoe posobie / V.I. Balabanov, S.V. Zhelezova, E.V. Berezovskii, A.I. Belenkov, V.V. Egorov. – M.: Izd-vo RGAU – MSKhA imeni K.A. Timiryazeva, 2013. – 148 s.

3. Ovchinnikov A.S., Borisenko I.B., Pleskachev N.O. Programirovanie urozhainosti sel'skokhozyaistvennykh kul'tur pri vozdeleyvanii ikh s primeneniem innovatsionnykh tekhnologii: monografiya. – Volgograd: Izd-vo Volgogradskoi GSKhA, 2011. – 124 s.

4. Tochnoe sel'skoe khozyaistvo (precision agriculture) / pod red. D. Shpaara, A.V. Zakharenko, V.P. Yakusheva. – SPb.-Pushkin, 2009. – 400 s.

5. Yakushev V.P. Na puti k tochnomu zemledeliyu. – SPb.: Izd-vo PIYaF RAN, 2002. – 458 s.

6. Belenkov A.I., Gelezova S.V., Berezovky E.V., Mazirov M.A. Precision agriculture methods in a field experiment of Russian Timiryazev State Agricultural University // Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy. – 2012. – Special Issue. – P. 94-101.

7. Berezovskii E.V., Zhelezova S.V., Samsonova V.P. Opyt sostavleniya kart dlya tochnogo zemledeliya // Agrarnoe obozrenie. – 2010. – № 2. – S. 43-46.

8. Zhelezova S.V., Shambingo I.F., Mel'nikov A.V., Berezovskii E.V. Urozhainost' i kachestvo zerna ozimoi pshenitsy v zavisimosti ot tekhnologii vozdeleyvaniya v polevom opyte Tsentra tochnogo zemledeliya // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 10. – S. 10-14.



УДК 633.15:631.524.84:631.82/.85:631.86/.87(571.15)

**В.С. Курсакова,  
Н.В. Чернецова, М.А. Гаенко  
V.S. Kursakova,  
N.V. Chernetsova, M.A. Gayenko**

**ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ПОСЕВОВ КУКУРУЗЫ  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕПАРАТОВ АЗОТФИКСИРУЮЩИХ БАКТЕРИЙ,  
МИКОРИЗЫ И УРОВНЯ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ  
В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ АЛТАЙСКОГО ПРИОБЬЯ**

**THE FORMATION OF MAIZE CROPS PRODUCTIVITY DEPENDING ON NITROGEN-FIXING BACTERIA PRODUCTS, MYCORRHIZA AND NITROGEN NUTRITION LEVEL IN THE STEPPE ZONE OF THE ALTAI PRIORBYE (THE OB RIVER AREA OF THE ALTAI REGION)**

**Ключевые слова:** кукуруза, биопрепарат, азотфиксация, микориза, инокуляция, бинарные смеси, протеин, клетчатка, урожайность, минеральные удобрения.

Целью исследования являлась оценка совместного использования минеральных удобрений и биопрепаратов на основе ризосферных азотфиксирующих бактерий и микоризы на продуктивность и кормовую ценность кукурузы. Исследования проводились в 2013-2014 гг. на черноземной среднегумусной почве на опытном поле учхоза Алтайского ГАУ. Годы исследований существенно отличались по водо- и теплообеспеченности, более благоприятным был вегетационный период 2014 г. Варианты опыта включали неудобренный фон и два фона удобрений –  $P_{60}K_{60}$  и  $N_{30}P_{60}K_{60}$ . На этих фонах изучали действие монопрепаратов «Ризоагрин», «Биоплант-К» и «Микориза» и бинарных смесей ризоагрина и биопланта с микоризой. Отдельно был вариант  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Исследования показали, что возделывание кукурузы на силос в условиях степной зоны Алтайского края наиболее перспективно при использовании микробных препаратов на основе ассоциативных азотфиксирующих бактерий («Биоплант-К», «Ри-

зоагрин») и микоризы. Особенно эффективно использование двухкомпонентных смесей препаратов азотфиксирующих бактерий с микоризой. Эффективность препаратов повышается при их совместном использовании с минеральными удобрениями. Наиболее оптимальным из изученных фонов минеральных удобрений, обеспечивающим благоприятное функционирование азотфиксирующей системы, является  $N_{30}P_{60}K_{60}$ . Урожайность зеленой массы кукурузы на этом фоне превышала контрольный вариант на 40,4-92,4%, тогда как на неудобренном фоне – всего на 7,9-27,0%, и была более высокой, чем на варианте удобрения  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Максимальная урожайность кукурузы получена в оба года исследований при инокулировании семян бинарной смесью препаратов «Биоплант»+«Микориза» на фоне минерального удобрения  $N_{30}P_{60}K_{60}$ . Урожайность сухой массы на этом варианте составляла в среднем за два года 5,95 т/га, что на 138% превышало контрольный вариант. Применение этой смеси препаратов максимально увеличивало содержание протеина и вынос его с урожаем, способствовало снижению содержания клетчатки и повышению перевариваемости корма.

**Keywords:** maize, biological product, nitrogen fixation, mycorrhiza, inoculation, binary mixtures, protein, fiber, yield, mineral fertilizers.

The research goal was to evaluate the effect of the combined application of mineral fertilizers and biological products based on the rhizosphere nitrogen-fixing bacteria and mycorrhiza on maize productivity and nutritional value. The studies were conducted in 2013–2014 on the experimental field of the Altai State Agricultural University on chernozem medium humus soil. The research years differed significantly in terms of moisture water and heat availability; the growing period of 2014 was more favorable. The experiment included non-fertilized background and two fertilizer backgrounds –  $R_{60}K_{60}$  and  $N_{30}P_{60}K_{60}$ . The effect of mono-products Rizoagrin, Bioplant-K and Mikoriza and binary mixtures of Rizoagrin and Bioplant with mycorrhiza was studied against those backgrounds. The variant with  $N_{60}P_{60}K_{60}$  was studied separately. It has been found that maize cultivation for silage in the steppe area of the Altai Region is most promising when applying

microbial products based on associative nitrogen-fixing bacteria (Bioplant-K, Rizoagrin) and mycorrhiza. The application of binary mixtures of nitrogen-fixing bacteria and mycorrhiza is particularly effective. The efficiency of the products increases when used combined with mineral fertilizers. The mineral fertilizer  $N_{30}P_{60}K_{60}$  background was the most optimal from the studied backgrounds; it ensured productive functioning of nitrogen fixation system. The maize herbage yield against that background exceeded the control by 40.4–92.4%, while the herbage yield against non-fertilized background exceeded by 7.9–27.0% only and it was higher than the yield in the variant with  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . The maximum maize yield in both years of the research was obtained when the seeds were inoculated with a binary mixture of Bioplant + Mikoriza against the background of  $N_{30}P_{60}K_{60}$ . The two-year average dry matter yield in that variant made 5.95 t/ha exceeding the control by 138%. The application of that mixture of products maximized the protein content and its recovery with the harvest, and reduced the fiber content and improved forage digestibility.

**Курсакова Валентина Сергеевна**, д.с.-х.н., доцент, зав. каф. ботаники, физиологии растений и кормопроизводства, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 63-41-16. E-mail: kursakova46@mail.ru.

**Чернецова Наталья Владимировна**, к.с.-х.н., доцент, Алтайский государственный аграрный университет. Тел. (3852) 63-41-16. E-mail: nvchernetcova@mail.ru.

**Гаенко Мария Алексеевна**, аспирант, Алтайский государственный аграрный университет. Тел. (3852) 63-41-16. E-mail: mascha1889@mail.ru.

**Kursakova Valentina Sergeyevna**, Dr. Agr. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Botany, Plant Physiology and Forage Production, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 63-41-16. E-mail: kursakova46@mail.ru.

**Chernetsova Natalya Vladimirovna**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 63-41-16. E-mail: nvchernetcova@mail.ru.

**Gayenko Mariya Alekseyevna**, Post-Graduate Student, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 63-41-16. E-mail: mascha1889@mail.ru.

### Введение

В последнее время одно из лидирующих мест в структуре посевов в Алтайском крае принадлежит кукурузе. Когда-то в крае площади под кукурузой составляли около 600 тыс. га, в настоящее время – не более 100 тыс. га. В РФ посевы кукурузы с советских времен сократились в 7 раз [1]. Но в современных условиях заинтересованность сельхозпроизводителями данной культурой вновь растёт. В основном в Алтайском крае кукурузу выращивают на силос. Урожайность культуры в большинстве случаев находится на уровне 20 т/га, что ниже потенциально возможной урожайности почти в 2 раза. В такой ситуации актуальным является поиск и научное обоснование путей повышения продуктивности культуры.

Широко известно, что важнейшим приёмом рациональной агротехники, в рамках которой возможно получение высоких урожаев различных культур, является внесение минеральных удобрений, основная доля которых приходится на азотные. Процесс их производства является очень дорогостоящим, а применение крайне нерациональным. Потери

азота вследствие процессов денитрификации и вымывания достигают 40% и более [2].

Однако в последние десятилетия экономические и экологические факторы производства диктуют необходимость поиска возможностей повышения коэффициентов использования элементов питания как из удобрений, так и из почвы, а также снижения объёмов применения химических средств защиты растений. Перспективным направлением в данной области считается применение микробиологических препаратов, хотя их эффективность на настоящий момент времени изучена недостаточно [3]. Тем не менее микробные препараты на основе азотфиксирующих ризобактерий все более широко используются на практике. Средняя эффективность их применения составляет на посевах зерновых культур 16–33%, на овощных и бобовых – 18–45% [4].

По мнению ряда исследователей, эффективность азотфиксации повышается на фоне невысоких доз азотных удобрений на 30–45% [5, 6]. Следовательно, использование микробных препаратов для инокуляции различных культур позволяет в значительной степени снять остроту азотного питания растений и

более рационально использовать азотные минеральные удобрения. В связи с изложенным **целью** настоящего исследования являлась оценка совместного использования минеральных удобрений и биопрепаратов ассоциативных азотфиксирующих бактерий «Ризоагрин», «Биоплант-К» и «Микориза» на продуктивность и кормовую ценность кукурузы.

#### Объекты и методы исследования

Полевые исследования проводили в 2013-2014 гг. на опытном поле учебного хозяйства АГАУ «Пригородное». Почва опытного участка – чернозём выщелоченный средне-мощный среднегумусный с низкой обеспеченностью нитратным азотом (7,0-8,9 мг/кг почвы). Мощность гумусового горизонта 40 см, количество гумуса в пахотном слое среднее – 5,4%.

Годы исследований различались по метеорологическим условиям. Вегетационный период 2013 г. характеризовался как холодный и влажный, с достаточно высоким количеством атмосферных осадков при температуре воздуха ниже среднесезонной. Вегетационный период 2014 г. отличался дефицитом тепла и влаги в первой половине лета и достаточной обеспеченностью во второй.

Объектом исследования служил раннеспелый сорт кукурузы – Краснодарская 194. Основное направление использования кормовое. В ходе исследования оценивали эффективность биопрепаратов «Биоплант-К», «Ризоагрин» и «Микориза». Варианты опыта включали обработку семян кукурузы монопрепаратами и их бинарными смесями на разных фонах минеральных удобрений: фон 1 –  $N_0P_{60}K_{60}$  (без азота) и фон 2 –  $N_{30}P_{60}K_{60}$ . Контролем служил фон без удобрений. Для сравнения оценки влияния биопрепаратов с дозой азотных удобрений был введен вариант  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Препараты изготовлены во ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии.

По данным географической сети опытов биопрепараты на основе ассоциативных диазотрофов положительно влияют на всхожесть семян и образование корней, снижают развитие корневых гнилей, улучшают нарастание биомассы растений по фазам вегетации, однако характер их действия определяется видом используемого препарата, а также штаммом микроорганизмов и сортовыми особенностями растений [7].

Препарат «Биоплант-К» содержит чистую культуру ассоциативных азотфиксирующих бактерий *Klebsiellaplanticola*. Рекомендован в качестве бактериального удобрения под овощные и зерновые культуры. Бактерии, входящие в его состав, обладают высокой азотфиксирующей способностью, синтезируют ростовые вещества и проявляют фунги-

цидное действие по отношению к фитопатогенным грибам. Применение препарата увеличивает урожайность сельскохозяйственных культур на 20-30%.

Ризоагрин – ростостимулирующий биопрепарат на основе *Agrobacterium-radiobacter*, штамм 204. Применяется в посевах пшеницы, риса, кормовых культур. Оказывает мощное стимулирующее действие на растения за счет усиления азотного и фосфорного минерального питания. Микроорганизмы, входящие в состав биопрепарата, обладают высокой конкурентоспособностью к фитопатогенным грибам, повышают устойчивость к болезням, увеличивают урожайность зерновых культур до 45%.

Микориза – препарат, полученный на основе гриба микоризообразователя рода *Glomus*, штамм 8. Микориза способствует адаптации растений к низкому содержанию фосфора в почве, увеличивает поступление элементов минерального питания в растения и повышает продуктивность надземной фитомассы и корней, а также иммунитет растений к патогенной корневой инфекции [8].

Посев кукурузы проводили на делянках площадью 18 м<sup>2</sup> в соответствии с зональной технологией. Ширина междурядий принята 70 см, междурядный интервал 30 см. Повторность опыта трехкратная. Минеральные удобрения (аммиачная селитра, двойной суперфосфат и хлористый калий) вносили согласно схеме опыта в рядки при посеве. Семена обрабатывали препаратами в день посева гектарной нормой 300 г/га. В период вегетации проводили наблюдения за ростом и развитием растений в основные фазы, урожайность зеленой массы учитывали в период молочно-восковой спелости початков с 1 м<sup>2</sup> в трех повторностях. Данные по урожайности обработаны методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [9]. В растениях определяли содержание протеина, клетчатки, жира и безазотистых экстрактивных веществ на ИК-анализаторе по программам российских и зарубежних ученых.

#### Результаты и их обсуждение

Результаты по урожайности зеленой массы кукурузы в годы исследований очень сильно различались. В 2013 достаточно увлажненном году на всех вариантах урожайность была выше по сравнению с 2014 г. практически в два раза (табл. 1). Несмотря на такие существенные различия, наблюдалось положительное действие всех препаратов на величину урожайности зеленой массы кукурузы в оба года исследований. В среднем за два года использование монопрепаратов и их смесей увеличивало урожайность зеленой массы на удобренном фоне на 2,60-8,85 т/га, на удобренных – на 8,35-30,30 т/га.

Препараты в чистом виде увеличивали урожайность зелёной массы кукурузы незначительно, в среднем за два года от 7,9 до 13,8%. Из них более существенное увеличение наблюдалось при использовании микоризы, в среднем за два года оно составило 13,8%. Очень продуктивным оказался симбиоз микоризы с ассоциативными азотфиксаторами. Совместное использование микоризы с биоплантом увеличило урожайность кукурузы по сравнению с биоплантом в чистом виде в 3,4 раза, а с ризоагрином – в 2,3 раза. Относительно контроля без удобрений прибавки составили 27,0 и 18,6% соответственно (табл. 1).

Внесение в почву минеральных удобрений с разными дозами азота (0; 30 и 60 кг д.в./га) повышало урожайность зелёной массы кукурузы, но незначительно – на 2,3-19,5% в среднем за два года. Причем в более засушливых условиях 2014 г. на фоне фосфорно-калийных удобрений без азота урожайность кукурузы не увеличилась по сравнению с контролем без удобрений. Во влажном 2013 г. прибавка урожая на этом фоне составила всего 1,5 т/га, или 3,3%. На фонах с азотом наблюдалось большее увеличение зелёной массы кукурузы от контроля – на 5,35-6,4 т/га, или на 16,3-19,5%.

Использование биопрепаратов на фоне  $P_{60}K_{60}$  (фон 1) способствовало более существенному увеличению урожайности кукурузы – на 8,35-20,95 т/га, или на 25,4-63,9%. На этом фоне, как и на контрольном варианте без удобрений, более высокие прибавки получены от препарата «Ризоагрин» – 34,8%. Эффективность микоризы была на уровне с биоплантом – 26,5%. Максимальная урожайность также получена при совместном использовании микоризы с биоплантом и ризоагрином – 53,75 и 47,90 т/га соответственно. Прибавки от контроля составили 20,95 и 15,10 т/га, или 63,9 и 46,0%.

На фоне минерального удобрения с азотом в дозе 30 кг/га (фон 2) эффективность всех препаратов еще более повысилась. Прибавки составили по сравнению с контролем 13,25-30,30 т/га, или 40,4-92,4%. Так же, как и на фоне 1, более урожайными были варианты бинарных смесей биопланта и ризоагрина с микоризой, где увеличение урожайности по отношению к контролю составило 30,3 и 23,9 т/га, или 92,4-72,9% соответственно. На всех фонах опыта более эффективной была бинарная смесь микоризы с биоплантом. Именно на этом варианте получена максимальная урожайность зелёной массы кукурузы в оба года исследования – 54,2-67,2 т/га.

На минеральном удобрении с дозой азота 60 кг/га урожайность кукурузы в среднем за два года составила 39,20 т/га, что не намного превышает вариант с дозой азота 30 кг/га, а прибавка к контролю была всего 6,40 т/га или 19,5%. Следовательно, чтобы получить урожайность, равную 39,2 т/га, нужно было внести в почву 60 кг/га азота, а при инокуляции биопрепаратами для получения более высоких урожаев – всего 30 кг/га. Таким образом, инокуляция биопрепаратами позволяет экономить до 30 кг/га азота за счет фиксации его микроорганизмами, входящими в состав препаратов, а при более низкой стоимости препаратов – снижать себестоимость конечной продукции.

Накопление сухого вещества в растениях кукурузы под влиянием биопрепаратов и минеральных удобрений происходило по аналогии для зелёной массы. В среднем за два года максимальная урожайность сухого вещества была получена на вариантах с применением микоризы и ее бинарных сочетаний с биоплантом и ризоагрином (табл. 2).

На фоне 1 без азота прирост сухого вещества на этих вариантах по отношению к контролю составил 1,7 т/га, или 68%, и 1,5 т/га, или 60% соответственно. На фоне  $N_{30}P_{60}K_{60}$  при совместном использовании микоризы с биоплантом было накоплено 5,95 т/га сухого вещества, что на 3,45 т/га, или 138% превышает урожайность на контрольном варианте. Совместное применение микоризы с ризоагрином увеличило урожайность сухой массы на 3,05 т/га, или на 122%. Урожайность кукурузы на этих вариантах практически в два раза превышает урожайность, полученную на фоне с дозой азота 60 кг/га, что свидетельствует о нецелесообразности внесения больших доз азотных удобрений.

Среди основных показателей качества растительной массы кукурузы важнейшее значение имеет содержание протеина в сухом веществе. По данным химического анализа в среднем за 2 года на контрольном варианте без удобрений содержание сырого протеина составило 7,14% (табл. 3). При улучшении условий азотного питания, создаваемого как за счет применения азотного удобрения, так и инокуляции семян кукурузы биопрепаратами, содержание сырого протеина существенно возрастало по сравнению с контролем. Так, при использовании препаратов в чистом виде количество протеина увеличилось на 1,05-1,84%. Максимальное увеличение наблюдалось на смеси микоризы с биоплантом.



Таблица 1

Урожайность зелёной массы кукурузы, 2013 -2014 гг.

Варианты	Урожайность зелёной массы кукурузы, т/га			Отклонения от контроля (среднее за два года)	
	2013 г.	2014 г.	средняя за 2 года	т/га	%
Без удобрений					
Контроль	45,8	19,8	32,80	-	-
Биоплант-К	47,5	23,3	35,40	2,60	7,9
Ризоагрин	48,6	24,6	36,60	3,80	11,6
Микориза	49,9	26,2	38,05	5,25	13,8
Биоплант+микориза	54,2	29,1	41,65	8,85	27,0
Ризоагрин+микориза	51,7	26,1	38,90	6,10	18,6
N <sub>0</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> – фон 1					
N <sub>0</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	47,3	19,8	33,55	0,75	2,3
Биоплант-К	56,4	25,9	41,15	8,35	25,4
Ризоагрин	60,2	28,2	44,20	11,40	34,8
Микориза	56,9	26,1	41,50	8,70	26,5
Биоплант+микориза	66,4	41,1	53,75	20,95	63,9
Ризоагрин+микориза	61,4	34,4	47,90	15,10	46,0
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> – фон 2					
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	51,4	24,9	38,15	5,35	16,3
Биоплант-К	56,8	35,3	46,05	13,25	40,4
Ризоагрин	61,0	34,5	47,75	14,95	45,6
Микориза	58,5	40,4	49,45	16,65	50,8
Биоплант+микориза	67,2	59,0	63,10	30,30	92,4
Ризоагрин+микориза	65,4	48,0	56,70	23,90	72,9
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	52,4	30,0	39,20	6,40	19,5
НСР <sub>05</sub>	3,88	5,7	5,9	-	-

Таблица 2

Урожайность сухой массы кукурузы, 2013-2014 гг.

Варианты	Урожайность сухой массы кукурузы, т/га			Отклонения от контроля (среднее за два года)	
	2013 г.	2014 г.	средняя за 2 года	т/га	%
Без удобрений					
Контроль	3,5	1,5	2,50	-	-
Биоплант-К	4,0	1,7	2,85	0,35	14,0
Ризоагрин	3,9	1,6	2,75	0,25	10,0
Микориза	4,0	1,7	2,85	0,35	14,0
Биоплант+микориза	4,2	2,0	3,10	0,60	24,0
Ризоагрин+микориза	3,8	1,7	2,75	0,25	10,0
N <sub>0</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> – фон 1					
N <sub>0</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3,8	1,7	2,75	0,25	10,0
Биоплант-К	4,6	1,9	3,25	0,75	30,0
Ризоагрин	5,4	2,1	3,75	1,25	50,0
Микориза	4,9	2,3	3,60	1,10	44,0
Биоплант+микориза	5,8	2,6	4,20	1,70	68,0
Ризоагрин+микориза	5,6	2,4	4,00	1,50	60,0
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> – фон 2					
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3,8	2,0	2,90	0,40	16,0
Биоплант-К	4,8	3,1	3,95	1,45	58,0
Ризоагрин	5,4	4,0	4,70	2,20	88,0
Микориза	5,3	4,5	4,90	2,40	96,0
Биоплант+микориза	6,4	5,5	5,95	3,45	138,0
Ризоагрин+микориза	5,8	5,3	5,55	3,05	122,0
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	4,1	2,3	3,20	0,70	28,0
НСР <sub>05</sub>	0,4	0,82	0,85	-	-

*Химический состав сухой массы кукурузы, в среднем за 2 года*

Варианты	Сырой протеин, %	Сырой жир, %	Сырая клетчатка, %	БЭВ, %	Вынос сырого протеина с урожаем, кг/га
Без удобрений					
Контроль	7,14	1,63	37,89	29,73	178,5
Биоплант-К	8,15	1,64	36,73	29,79	232,2
Ризоагрин	8,18	1,65	36,21	29,95	224,9
Микориза	8,32	1,69	36,96	30,12	237,1
Биоплант+микориза	8,98	1,72	36,38	32,99	278,3
Ризоагрин+микориза	8,50	1,71	36,20	32,88	233,7
N <sub>0</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> – фон 1					
N <sub>0</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	8,12	1,63	36,95	30,27	223,3
Биоплант-К	9,24	1,71	35,13	30,28	300,3
Ризоагрин	9,57	1,74	35,24	30,48	358,8
Микориза	9,86	1,77	35,41	30,66	354,9
Биоплант+микориза	11,49	1,81	32,81	32,02	482,5
Ризоагрин+микориза	10,94	1,80	33,21	31,89	437,6
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> – фон 2					
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	8,25	1,74	37,27	31,11	239,2
Биоплант-К	10,39	1,77	33,75	31,53	410,4
Ризоагрин	10,79	1,89	32,51	31,91	507,1
Микориза	10,73	1,98	32,98	32,07	525,7
Биоплант+микориза	12,08	2,16	30,82	33,58	718,7
Ризоагрин+микориза	11,20	2,02	31,80	32,97	621,6
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	9,89	1,83	37,39	31,18	316,4

На фонах удобрений 1 и 2 содержание сырого протеина превышало контрольный вариант на 2,00-4,84%, более высокие значения наблюдались на фоне с азотом N<sub>30</sub>. На этом фоне эффективность всех препаратов равноценна внесению под кукурузу азотного удобрения в дозе N<sub>60</sub>. Максимальное количество сырого протеина содержалось на вариантах совместного использования микоризы с биоплантом на всех фонах удобрений. Несколько меньшее его содержание отмечалось на микоризе с ризоагрином.

Увеличение содержания сырого протеина в надземной массе кукурузы при использовании биопрепаратов способствовало, наряду с более высокой урожайностью, и большему выносу его с единицы площади. Так, на вариантах совместного использования микоризы с ризоагрином и биоплантом на фоне с азотом 30 кг/га вынос протеина в пересчете на сухое вещество составил, соответственно, 621,6 и 718,7 кг/га, тогда как на контроле – всего 178,5 кг/га, а на варианте с дозой удобрений N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> – 316,4 кг/га (табл. 3).

Содержание сырого жира в сухом веществе кукурузы не претерпело существенных изменений в зависимости от использования минеральных удобрений и биопрепаратов. Отмечалось некоторое увеличение содержания сахара при инокуляции семян препаратами в чистом виде и в их бинарных смесях.

Содержание сырой клетчатки изменялось от использования бактериальных препаратов

и минеральных удобрений в большей мере. Так, на вариантах бинарных смесей микоризы с биоплантом и ризоагрином на фоне азотного удобрения с дозой 30 кг/га содержание клетчатки составило 30,82 и 31,80% соответственно и было меньшим, чем на контроле, – 37,89% и на варианте с дозой азота 60 кг/га – 37,39%. Из этого следует, что использование биопрепаратов способствует снижению накопления клетчатки в растениях кукурузы, что улучшает её кормовые свойства.

### Заключение

Возделывание кукурузы на силос в условиях степной зоны Алтайского края наиболее перспективно при использовании микробных препаратов на основе ассоциативных азотфиксирующих бактерий («Биоплант-К», «Ризоагрин») и микоризы. Особенно эффективно использование двухкомпонентных смесей препаратов азотфиксирующих бактерий с микоризой.

Эффективность препаратов повышается при их совместном использовании с минеральными удобрениями. Наиболее оптимальным из изученных фонов минеральных удобрений, обеспечивающим благоприятное функционирование азотфиксирующей системы, является N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>. Урожайность зеленой массы кукурузы на этом фоне превышала контрольный вариант на 40,4-92,4%, тогда как на неудобренном фоне – всего на 7,9-27,0% и была более высокой, чем на варианте удобрения N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>.

Максимальная урожайность кукурузы получена в оба года исследований при инокулировании семян бинарной смесью препаратов «Биоплант»+«Микориза» на фоне минерального удобрения N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>. Урожайность сухой массы на этом варианте составляла в среднем за два года 5,95 т/га, что на 138% превышало контрольный вариант. Применение этой смеси препаратов максимально увеличивало содержание протеина и вынос его с урожаем, способствовало снижению содержания клетчатки и повышению перевариваемости корма.

#### Библиографический список

1. Стрижова Ф.М., Царева Л.Е., Титов Ю.Н. Растениеводство: учебное пособие. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008. – 219 с.
2. Минеральный и биологический азот в земледелии СССР / под ред. Е.Н. Мишустина и др. – М.: Наука, 1985. – 268 с.
3. Завалин А.А., Контагора Хассан Гарба, Духанин Т.Н., Азубеков А.Х. Продуктивность кукурузы на силос при использовании биопрепаратов и азотного удобрения // Агротехника. – 2002. – № 11. – С. 27-36.
4. Тихонович И.А., Круглов Ю.В. Микробиологические аспекты плодородия почвы и проблемы устойчивого земледелия // Плодородие. – 2006. – № 5 (32). – С. 9-12.
5. Кудеяров В.Н., Кузнецова Т.В. Оценки размеров несимбиотической азотфиксации в почве методом баланса // Почвоведение. – 1990. – № 11. – С. 79-89.
6. Jenkinson D.S., Powlson D.S., Johnson A.E. The N cycle under continuous winter wheat. In: Proceedings of the 13th Congress of Intl. Soc. Soil Sci., Hamburg, Germany, 13-20 August 1986. – P. 793-794.
7. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. – М.: Изд-во ВНИИА, 2005. – 302 с.

8. Тихонович И.А., Завалин А.А., Благовещенская Г.Г., Кожемяков А.П. Использование биопрепаратов – дополнительный источник элементов питания растений // Плодородие. – 2011. – № 3 (60). – С. 9-13.

9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

#### References

1. Strizhova F.M., Tsareva L.E., Titov Yu.N. Rastenievodstvo: uchebnoe posobie. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2008. – 219 s.
2. Mineral'nyi i biologicheskii azot v zemledelii SSSR / pod red. E.N. Mishustina i dr. – M.: Izd-vo Nauka, 1985. – 268 s.
3. Zavalin A.A., Kontagora Khassan Garba, Dukhanin T.N., Azubekov A.Kh. Produktivnost' kukuruzy na silos pri ispol'zovanii biopreparatov i azotnogo udobreniya // Agrokimiya. – 2002. – № 11. – S. 27-36.
4. Tikhonovich I.A., Kruglov Yu.V. Mikrobiologicheskie aspekty plodorodiya pochvy i problemy ustoichivogo zemledeliya // Plodorodie. – 2006. – № 5 (32). – S. 9-12.
5. Kudayarov V.N., Kuznetsova T.V. Otsenki razmerov nesimbioticheskoi azotfiksatsii v pochve metodom balansa // Pochvovedenie. – 1990. – № 11. – S. 79-89.
6. Jenkinson D.S., Powlson D.S., Johnson A.E. The N cycle under continuous winter wheat. In: Proceedings of the 13th Congress of Intl. Soc. Soil Sci., Hamburg, Germany, 13-20 August 1986. P. 793-794.
7. Zavalin A.A. Biopreparaty, udobreniya i urozhai. – M.: Izd-vo VNIIA, 2005. – 302 s.
8. Tikhonovich I.A., Zavalin A.A., Blagoveshchenskaya G.G., Kozhemyakov A.P. Ispol'zovanie biopreparatov – dopolnitel'nyi istochnik elementov pitaniya rastenii // Plodorodie. – 2011. – № 3 (60). – S. 9-13.
9. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.



УДК 633.11«321»:631.526.32:631.559(571.15)

В.И. Беляев, Л.В. Соколова  
V.I. Belyayev, L.V. Sokolova

### ИЗМЕНЧИВОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ В ВОСТОЧНО-КУЛУНДИНСКОЙ ЗОНЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

#### YIELD VARIATION OF SPRING SOFT WHEAT VARIETIES OF DIFFERENT MATURITY GROUPS IN THE EAST-KULUNDINSKAYA ZONE OF THE ALTAI REGION

**Ключевые слова:** растениеводство, зерновые культуры, яровая мягкая пшеница, урожайность, сорт, предшественник, интенсивная агротехнология, культура агропроизводства.

**Keywords:** crop production, cereal crops, spring soft wheat, crop yield, variety, forecrop, intensive cultivation technology, culture of agricultural production.