

АГРОХИМИЯ

УДК 633.15:631.5:631.87(470.61)

DOI: 10.31367/2079-8725-2021-77-5-81-85

**ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ
И МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО УДОБРЕНИЯ ОРГАНОМИКС
НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЗОНЫ
РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

С.А. Васильченко¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории технологии возделывания пропашных культур, wasilchenko12@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0003-1587-2533;

Г.В. Метлина¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технологии возделывания пропашных культур, metlina_gv@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1712-0976;

Ю.В. Лактионов², кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории экологии симбиотических и ассоциативных ризобактерий, laktionov@list.ru, ORCID ID: 0000-0001-6241-0273

¹ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», 347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru;

²ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии, 196608, Санкт-Петербург, г. Пушкин, ш. Подбельского, 3.

Представлены результаты исследований за 2019–2020 годы по изучению влияния биопрепаратов и микроэлементных удобрений Органомикс на продуктивность кукурузы гибрида Зерноградский 354 МВ, проведенных в лаборатории технологии возделывания пропашных культур (ФГБНУ «АНЦ «Донской»). Почва на опытном участке благоприятна для возделывания кукурузы. Она содержит гумуса в пахотном слое на уровне 3,36%, подвижного фосфора – 24,4 мг, а обменного калия – 360 мг на 1 кг почвы. Уровень pH составляет 7,0. Исследования проводили с целью оценки влияния применения биопрепаратов для обработки семян и микроэлементных удобрений Органомикс для обработки растений на урожайность и экономическую эффективность возделывания кукурузы. Низкая влагообеспеченность посевов отмечалась в период исследований. Отмечалось неравномерное распределение осадков, значение гидротермического коэффициента было менее 1 (2019 г. – 0,64; 2020 г. – 0,65), что свидетельствует о засушливости вегетационного периода. Изучаемые биопрепараты и микроэлементные удобрения оказали влияние на элементы структуры урожая. Применяемые биопрепараты и микроэлементные удобрения Органомикс способствовали повышению выживаемости растений к уборке (густота стояния растений составляла 4,39–4,54 шт./м²), также отмечалось увеличение показателей зерновой продуктивности: массы початка (112,9–125,7 г), массы зерна с початка (94,4–104,8 г) и массы 1000 зёрен (221,2–231,4 г). Увеличение показателей структуры урожая повышало урожайность зерна на 0,25–0,77 т/га. Эффективность экономической показала, что применение биопрепаратов и микроэлементных удобрений повышало условно-чистый доход до уровня 28 061–34 821 руб/га, рентабельность – до 167,6–201,8% и снижало себестоимость продукции до 4640–5231 руб/т.

Ключевые слова: кукуруза, микроэлементное удобрение, биопрепараты, структура урожая, экономическая эффективность.

Для цитирования: Васильченко С.А., Метлина Г.В., Лактионов Ю.В. Влияние применения биопрепаратов и микроэлементного удобрения Органомикс на урожайность зерна кукурузы на юге Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2021. № 5(77). С. 81–85. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-77-5-81-85.

**THE EFFECT OF BIOLOGICAL PRODUCTS
AND MICROELEMENT FERTILIZER 'ORGANOMIX'
ON MAIZE PRODUCTIVITY IN THE SOUTHERN PART
OF THE ROSTOV REGION**

S.A. Vasilchenko¹, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for cultivation technologies of row crops, wasilchenko12@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0003-1587-2533;

G.V. Metlina¹, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for cultivation technologies of row crops, metlina_gv@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1712-0976;

Yu.V. Laktionov², Candidate Biological Sciences, senior researcher of the laboratory for ecology of symbiotic and associative rhizobacteria, laktionov@list.ru, ORCID ID: 0000-0001-6241-0273

¹Agricultural Research Center "Donskoy", 347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru;

²All-Russian Research Institute of Agricultural Microbiology, 196608, Saint-Petersburg, Pushkin, Podbelskiy Sh., 3

The current paper has presented the study results on the effect of biological products and microelement fertilizers 'Organomix' on productivity of the maize hybrid 'Zernogradsky 354MV' carried out in laboratory for cultivation technologies of row crops (FSBSI "ARC "Donskoy") in 2019–2020. The soil in the experimental plot was favorable for the cultivation of corn, containing 3.36% of humus in the arable layer, 24.4 mg of mobile phosphorus, and 360 mg of exchangeable potassium per 1 kg of soil. The soil pH was 7.0. The study was carried out to estimate the effect of the use of biological products for seed treatment and microelement fertilizers 'Organomix' for plant treatment on productivity and economic efficiency of maize cultivation. There was low moisture content of sowings during the period of the trial. There was established an uneven distribution of precipitation, the value of the hydrothermal coefficient was less than 1 (0.64 in 2019 and 0.65 in 2020), which indicated the dryness of the vegetation period. The studied biological products and microelement fertilizers influenced the yield structure elements. The applied biological products and microelement fertilizers 'Organomix' improved survival rate of plants before harvesting (the plant density was 4.39–4.54 pcs/m²). There was increase of grain productivity indicators, namely cob weight ranged from 112.9 to 125.7 g, grain weight per ear varied from 94.4 to 104.8 g and 1000-grain weight was 221.2–231.4 g. The improvement of the yield structure elements increased grain productivity on 0.25–0.77 t/ha. Economic efficiency showed that the use of biological products and microelement fertilizers raised the conditional net income to the level of 28 061–34 821 rubles/ha, profitability up to 167.6–201.8% and reduced production costs to 4640–5231 rubles/t.

Keywords: maize, microelement fertilizer, biological products, yield structure, economic efficiency.

Введение. В России в XXI веке развитие сельского хозяйства связано неразрывно с использованием аграрных технологий выращивания сельскохозяйственных культур, обеспечивающих получение заданного количества и качества растениеводческой продукции. Задачи эти решаются лишь только при оптимальном использовании необходимого количества ресурсов, среди которых значительная роль принадлежит снабжению культурных растений элементами питания и оптимизации способов основной обработки почвы (Кожемяков и др., 2015; Алабушев и др., 2016).

Применение удобрений и агрохимикатов в современном земледелии должно обеспечивать решение одновременно пяти задач: поддержание экологической безопасности сельскохозяйственного производства на оптимальном уровне и их достаточную окупаемость, повышение и сохранение эффективного плодородия почвы, повышение качества и урожайности сельскохозяйственных культур (Осипов и др., 2018; Кашукоев и др., 2019).

Научные исследования, проведенные в ФГБНУ «АНЦ «Донской», выявили эффективность применения биопрепаратов, микроудобрений и стимуляторов роста растений на яровом ячмене, озимой пшенице (Филенко и др., 2016; Старикова и Костылев, 2014).

Поэтому целью исследований являлась оценка влияния биопрепаратов для обработки семян и микроэлементных удобрений Органомикс для обработки растений на урожайность и экономическую эффективность возделывания кукурузы.

Материалы и методы исследований.

Исследования проводили в течение двух лет (2019 и 2020 годов) в лаборатории технологии возделывания пропашных культур (ФГБНУ «АНЦ «Донской», южная зона Ростовской области). Почвой опытного участка являлся чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый на лёссовидных суглинках. Она содержит гумуса в пахотном слое на уровне 3,36%, подвижного фосфора – 24,4 мг, обменного калия 360 мг на 1 кг почвы, а уровень кислотности был нейтральным (рН 7,0). Исследования проводили на гибриде Зерноградский 354 МВ относящемся к среднеспелой группе.

Возделывание кукурузы осуществляли по агротехнике общепринятой, кроме изучаемого элемента технологии возделывания (Система ведения агропромышленного производства Ростовской области, 2013). Посев проводили селекционной сеялкой для пропашных культур Клён 4,2.

Повторность опыта – четырёхкратная. Площадь делянки – 60 м², учётная площадь делянки – 42 м², расположение делянок систематическое. Глубина заделки семян – 6–8 см. Предшественник – озимая пшеница. Уборку опытных делянок осуществляли с помощью селекционного комбайна Wintersteiger при достижении стандартной уборочной влажности зерна.

Статистическую обработку данных и проведение полевых опытов осуществляли по методике Б.А. Доспехова (2014). Биометрические данные подвергали обработке на персональном компьютере с помощью компьютерных программ Excel 2019, Statistica 10.

Схема опыта следующая:

1. Контрольный вариант(обработка семян и растений не проводилась);
2. Обработка семян штаммом SS-1;
3. Обработка семян штаммом SS-2;
4. Обработка семян Флавобактерином;
5. Обработка растений микроэлементным удобрением Органомикс Универсальный + ОрганомиксZn.

Применяемые биопрепараты были произведены в ФГБНУ ВНИИСХМ (г. Санкт-Петербург). Действующим веществом являются бактерии, поселяющиеся в ризосфере корня и способствующие улучшению азотного и фосфорного питания растений кукурузы. Препарат Флавобактерин получен на основе штамма *Flavobacterium* sp. L-30. Данные штаммы принято считать штаммом-эталон. Штаммы SS-1 и SS-2 относятся к роду *Bacillus*, выделены из ризосферы пшеницы произрастающей на бурой почве Южного Казахстана. Штаммы SS-1 и SS-2 являются перспективными для получения микробиологических препаратов, обладают высокой активностью по отношению к фитопатогенным грибам, а также имеют хорошую ростстимулирующую активность.

Микроэлементные удобрения Органомикс Универсальный и ОрганомиксZn представляют собой водорастворимую композицию удобрений в форме хелатов.

Годы исследований характеризовались низкой влагообеспеченностью посевов. В течение периода вегетации осадки распределялись неравномерно (рис. 1).

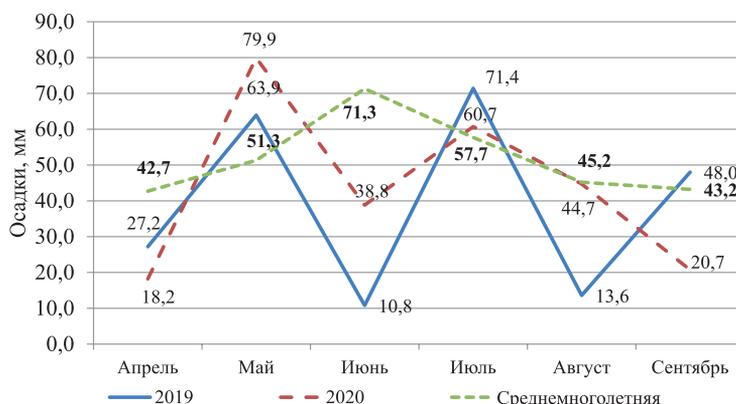


Рис. 1. Количество атмосферных осадков за вегетационный период кукурузы (2019–2020 гг.)
Fig. 1. Amount of atmospheric precipitation during maize vegetation period (2019–2020)

В апреле-сентябре 2019 года сумма осадков составляла 234,9 мм против 263,0 мм в 2020 году, что ниже на 76,5 и 48,4 мм среднегоголетней нормы осадков за этот период.

Среднесуточная температура воздуха в апреле-сентябре в 2019 и 2020 гг. была выше среднегоголетней нормы соответственно на 1,6 и 1,3 °С. Высокие среднесуточные тем-

пературы воздуха в сентябре 2020 года способствовали более раннему созреванию. Продолжительность вегетационного периода в 2019 году составляла 120 дней. В 2020 году налив семян происходил при менее высоких температурах воздуха в сравнении с 2019 годом, продолжительность вегетационного периода кукурузы была 121 день (рис. 2).

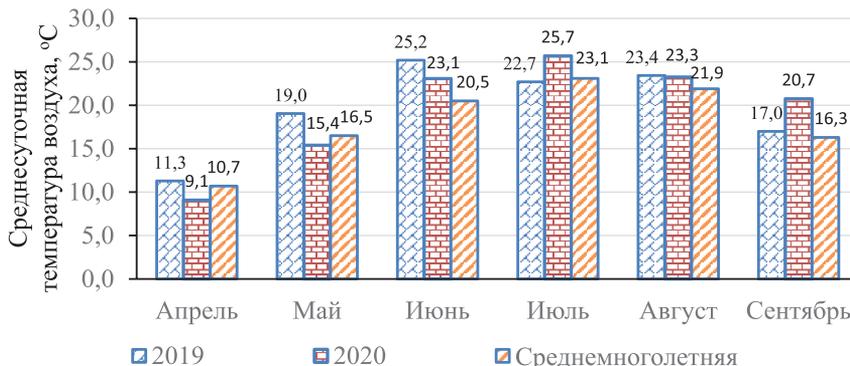


Рис. 2. Среднесуточная температура воздуха в вегетационный период возделывания кукурузы (2019 и 2020 гг.)

Fig. 2. Average daily air temperature during vegetation period of maize cultivation (2019 and 2020)

Гидротермический коэффициент за вегетационный период кукурузы был менее 1 (2019 г. – 0,64; 2020 г. – 0,65), что свидетельствует о засухливости вегетационного периода в годы исследований.

Результаты и их обсуждение. Применение биопрепаратов и микроэлементных удобрений способствовало увеличению сохранности растений к уборке. Наибольшая выживаемость растений к уборке отмечалась при обработке семян биопрепаратом Флавобактерин (75,7%). Подобная высокая выживаемость объясняется способностью флавобактерий

(*Flavobacterium* sp. L-30) вырабатывать антибиотик, способствующий успешной борьбе с почвенными патогенами при прорастании семян, а также повышению иммунного статуса растений, что в итоге приводит к более полноценному развитию растений в целом.

Применение биопрепаратов и микроэлементных удобрений способствовало улучшению показателей зерновой продуктивности. Так, масса початка при применении биопрепаратов и микроэлементных удобрений увеличивалась на 7,3–20,1 г, а масса зерна с початка на 6,4–16,8 г (табл. 1).

1. Влияние агроприёмов на элементы структуры урожая и урожайность кукурузы (2019–2020 гг.)

1. The effect of agricultural practices on yield structure elements and maize productivity (2019–2020)

Вариант	Количество растений перед уборкой, шт./м ²	Масса, г			Урожайность с 1 га, т	Прибавка к контрольному варианту, т/га
		початка	зерна с одного початка	1000 зёрен		
Контрольный вариант	4,06	105,6	88,0	205,9	2,95	–
SS-1	4,39	112,9	94,4	221,2	3,20	0,25
SS-2	4,43	117,8	98,2	217,9	3,40	0,45
Флавобактерин	4,54	125,7	104,8	231,4	3,72	0,77
Органомикс Универсальный + ОрганомиксZn	4,47	119,4	100,7	226,9	3,64	0,69
НСП _{0,5}	0,19	6,2	5,2	12,9	0,24	–

Применение биопрепаратов и микроэлементных удобрений способствовало более полному наливу зерна, что отразилось на показателе «масса 1000 зёрен». В сравнении с контролем отмечалось его увеличение на 12,0–25,5 г.

В результате улучшения показателей зерновой продуктивности отмечалось увеличение урожайности. За годы исследований в среднем урожайность на контрольном варианте составляла 2,95 т/га. Применение биопрепаратов и микроэлементных удобрений способствовало повышению её на 0,25–0,77 т/га.

Экономическая эффективность применения биопрепаратов проявлялась в более

высокой стоимости валовой продукции (на уровне 3500–10780 руб/га отмечалось превышение к контролю). Наибольшие производственные затраты отмечались при применении Флавобактерина и Органомикса, соответственно 17259 и 18526 руб/га, что связано с более высокой ценой биопрепарата Флавобактерин и затратами на двукратную обработку Органомиксом. Более высокий условно-чистый доход отмечался в вариантах с применением Флавобактерина и Органомикса – 34 821 и 32 434 руб/га (табл. 2).

2. Влияние агроприёмов на урожайность зерна кукурузы (2019–2020 гг.)

2. The effect of agricultural practices on maize productivity (2019–2020)

Вариант	Урожайность с 1 га, т	Стоимость валовой продукции, руб./га*	Производственные затраты, руб./га	Условно-чистый доход, руб./га	Себестоимость продукции, руб./т	Рентабельность, %
Контрольный вариант	2,95	41300	16380	24920	5553	152,1
SS-1	3,20	44800	16739	28061	5231	167,6
SS-2	3,40	47600	16939	30661	4982	181,0
Флавобактерин	3,72	52080	17259	34821	4640	201,8
Органомикс Универсальный + ОрганомиксZn	3,64	50960	18526	32434	5090	175,1

*Цена зерна кукурузы 14 рублей за 1 кг.

Себестоимость основной продукции была ниже в изучаемых вариантах на 322–913 руб/т, чем на контроле. Рентабельность при применении биопрепаратов и микроэлементных удобрений находилась на уровне 167,6–201,8% против 152,1% на контроле.

Выводы. Применение биопрепаратов и микроэлементных удобрений Органомикс способствовало повышению выживаемости растений к уборке (густота стояния растений составляла 4,39–4,54 шт./м²), а также уве-

личению показателей зерновой продуктивности, массы початка, массы зерна с початка и массы 1000 зёрен, что способствовало значительному увеличению урожайности зерна на 0,25–0,77 т с 1 га. Экономическая эффективность показала, что применение биопрепаратов и микроэлементных удобрений повышало показатель условно-чистого дохода до уровня 28 061–34 821 руб/га, рентабельность – до 167,6–201,8%, а себестоимость продукции, напротив, снижало до 4640–5231 руб/т.

Библиографические ссылки

1. Алабушев А.В., Сухарев А.А., Попов А.С., Камбулов С.И., Янковский Н.Г., Овсянников Г.В. Минимизация обработки почвы под пропашные культуры и их продуктивность // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 6(55). С. 30–33.

2. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. М.: Изд-во ВНИИА, 2005. 302 с.

3. Кашукоев М.В., Хуцинова М.М., Канукова Ж.О. Довсходовое применение гербицидов в посевах кукурузы // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2019. № 4. С. 22–28. DOI: 10.30850/vrnsn/2019/4/22-28.

4. Кожемяков А.П., Лактионов Ю.В., Попова Т.А., Орлова А.Г., Кокорина А.Л., Вайшла О.Б., Агафонов Е.В., Гужвин С.А., Чураков А.А., Яковлева М.Т. Агротехнологические основы создания усовершенствованных форм микробных биопрепаратов для земледелия // Сельскохозяйственная биология. 2015. Т. 50. № 3. С. 369–376.

5. Осипов Ю.Ф., Каленич В.И., Красноштанова В.С. Пути повышения эффективности использования азота удобрений озимыми злаковыми культурами // Применение удобрений в современном земледелии: Материалы научно-практической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика В.И. Шемпеля. Минск УП «ИВЦ Минфина», 2018. 219 с.

6. Система ведения агропромышленного производства Ростовской области (на период 2013–2020 гг.) Ч. 2. Ростов н/Д, 2013. 272 с.

7. Старикова Д.В., Костылев П.И. Влияние химических стимуляторов и биологических препаратов на продуктивность озимой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2014. № 1(31). С. 54–59.

8. Филенко Г.А., Фирсова Т.И., Донцова А.А. Влияние стимуляторов роста совместно с протравителем семян на продуктивность сорта ярового ячменя Щедрый // Зерновое хозяйство России. 2016. № 3(45). С. 28–31.

9. Flavobakterin: биофунгицид широкого спектра действия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://biopreparaty.ru/flavobakterin>.

10. Жидкие хелатные удобрения Органомикс [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://petrohim.ru/page_id=293.

References

1. Alabushev A.V., Suharev A.A., Popov A.S., Kambulov S.I., Yankovskij N.G., Ovsyannikov G.V. Minimizaciya obrabotki pochvy pod propashnye kul'tury i ih produktivnost' [Minimization of tillage for row crops and their productivity] // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2016. № 6(55). S. 30–33.

2. Zavalin A.A. Biopreparaty, udobreniya i urozhaj [Biological products, fertilizers and productivity]. M.: Izd-vo VNIIA, 2005. 302 s.

3. Kashukoev M.V., Hucinova M.M., Kanukova ZH.O. Dovskhodovoe primenenie gerbicidov v posevah kukuruzy [Pre-sprouting application of herbicides in maize sowings] // Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2019. № 4. S. 22–28. DOI: 10.30850/vrsn/2019/4/22-28.

4. Kozhemyakov A.P., Laktionov YU.V., Popova T.A., Orlova A.G., Kokorina A.L., Vajshlya O.B., Agafonov E.V., Guzhvin S.A., Churakov A.A., Yakovleva M.T. Agrotekhnologicheskie osnovy sozdaniya usovershenstvovannyh form mikrobnih biopreparatov dlya zemledeliya [Agrotechnological foundations for the development of improved forms of microbial biological products for agriculture] // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 2015. Т. 50. № 3. С. 369–376.

5. Osipov YU.F. Kalenich V.I., Krasnoshtanova V.S. Puti povysheniya effektivnosti ispol'zovaniya azota udobrenij ozimymi zlakovymi kul'turami [Ways to increase the application efficiency of nitrogen fertilizers by winter grain crops] // Primenenie udobrenij v sovremennom zemledelii: Materialy nauchno-prakticheskoj konferencii, posvyashchennoj 110-letiyu so dnya rozhdeniya akademika V.I. SHempelya. Minsk UP «IVC Minfina», 2018. 219 s.

6. Sistema vedeniya agropromyshlennogo proizvodstva Rostovskoj oblasti (na period 2013–2020 gg.) [The system of agro-industrial production of the Rostov region (for the period 2013–2020)]. CH.2. Rostov n/D, 2013. 272 s.

7. Starikova D.V., Kostylev P.I. Vliyanie himicheskikh stimulyatorov i biologicheskikh preparatov na produktivnost' ozimoy pshenicy [Influence of chemical stimulants and biological products on winter wheat productivity] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2014. № 1(31). S. 54–59.

8. Filenko G.A., Firsova T.I., Doncova A.A. Vliyanie stimulyatorov rosta sovместno s protravitelem semyan na produktivnost' sorta yarovogo yachmenya SHCHedryj [Influence of growth stimulants together with seed protectants on productivity of the spring barley variety 'Shchedry'] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 3(45). S. 28–31.

9. Flavobakterin: biofungicid širokogo spektra dejstviya ['Flavobacterin', a broad spectrum biofungicide] [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://biopreparaty.ru/flavobakterin>.

10. Zhidkie helatnye udobreniya «Organomiks» [Liquid chelated fertilizers Organomix] [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://petrohim.ru/page_id=293.

Поступила: 25.03.21; принята к публикации: 11.05.21.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Васильченко С.А., Метлина Г.В. – концептуализация исследований, подготовка опыта, выполнение полевых и лабораторных опытов, сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Лактионов Ю.В. – анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.