

Применение микробных препаратов на черноземе обыкновенном в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья

В. И. ФАИЗОВА¹, доктор сельскохозяйственных наук, доцент (e-mail: verafaizova@gmail.com)
В. С. ЦХОВРЕБОВ¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (e-mail: stavpochvoved@yandex.ru)
В. Я. ЛЫСЕНКО¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
А. Н. МАРЬИН¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Л. М. ОНИЩЕНКО², доктор сельскохозяйственных наук, профессор

¹Ставропольский государственный аграрный университет, пер. Зоотехнический, 12, Ставрополь, 355017, Российская Федерация

²Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина, ул. Калинина, 13, Краснодар, 350044, Российская Федерация

Исследования проводили с целью определения влияния применения полифункциональных микробных препаратов на микрофлору почвы под кукурузой на зерно. Работу выполняли в 2018–2019 гг. в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края на черноземе обыкновенном среднесильном малогумусном тяжелосуглинистом. Схема опыта: без обработки (контроль); комплекс биологических препаратов на основе азотфиксирующих и фосфатмобилизирующих микроорганизмов (КБП стандарт и КБП инновационный); комплекс полиштамменный микробный (ПКМ) и комплекс микробных препаратов (КМП-92) на основе азотфиксирующих, фосфатмобилизирующих и ростстимулирующих микроорганизмов. Семена обрабатывали перед посевом, растения – в фазах 3...4 листа и цветения. В фазе 10...11 листьев наименьшее количество аэробных азотфиксаторов было в контроле (21,1 тыс. КОЕ/г), в фазе цветения оно достигало – 83,91 тыс. КОЕ/г, при применении КБП стандарт величины этих показателей возрастали в 2,2 и 1,7 раза, КБП инновационный – в 1,9 и 1,6 раз, ПКМ – в 2,1 и 1,4 раза и КМП-92 – в 1,7 и 1,4 раза соответственно. Наименьшая численность аммонификаторов отмечена в фазе восковой спелости (от 43,5 до 59,4 млн КОЕ/г почвы), наибольшая – в период цветения (от 185,2 млн КОЕ/г в контроле до 283 млн КОЕ/г в варианте КБП стандарт). Количество микроорганизмов, преобразующих минеральные формы азота, в фазе цветения составляло от 163 млн КОЕ/г в контроле до 253 млн КОЕ/г при использовании КБП

инновационный. В этой же фазе наблюдали наибольшее увеличение численности микроскопических грибов (на 71...119 тыс. КОЕ/г) при использовании изучаемых средств, по сравнению с контролем, при абсолютных значениях 415...463 тыс. КОЕ/г. Применение микробных препаратов повышало количество почвенных микроорганизмов во всех вариантах опыта.

Ключевые слова: биопрепараты, азотфиксирующие микроорганизмы, аммонификаторы, нитрификаторы, микромицеты, чернозем обыкновенный, кукуруза на зерно.

Для цитирования: Технология применения микробных препаратов на черноземе обыкновенном в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья / В. И. Фаизова, В. С. Цховребов, В. Я. Лысенко и др. // Земледелие. 2020. № 3. С. 27–29. doi:10.24411/0044-3913-2020-10307.

На современном этапе развития сельского хозяйства активизация растительно-микробных систем возможна путем применения живых микроорганизмов. При этом возникает необходимость всестороннего изучения условий их эффективного функционирования в конкретных почвенно-климатических зонах [1, 2, 3]. Это связано с невероятным разнообразием почвенных сообществ – источников многих микроорганизмов, включая бактерии, грибы, нематоды, актиномицеты, вирусы и др. [4]. Микробиота незаменимая и неотъемлемая составляющая почвы, которая обладает способностью оказывать комплексное влияние на растения в агроценозах. Биологическая азотфиксация, фосфатмобилизация, ростстимуляция, биопротекция, гумусообразование осуществляются с ее непосредственным участием [5]. Микробы в почве редко находятся в одинаковых количествах или имеют стабильную активность, что сильно ограничивает возможности характеристики популяции [6]. Многие микроорганизмы выделяются из почвы в относительно небольшом количестве, но оказывают значительное влияние на наличие и доступность пищи, развитие растений и качество окружающей среды. При бактериализации микробными препаратами семян происходит интродукция в агробиотопосреду полезной микрофлоры – неотъемлемого элемента органического земледелия [7, 8, 9].

Цель исследований – определить влияние применения полифункциональных микробных препаратов на микрофлору почвы под кукурузой на зерно.

Исследования проводили в 2018–2019 гг. на черноземе обыкновенном среднесильном малогумусном тяжелосуглинистом на лессовидном суглинке в НПО «Кукуруза» Грачевского района Ставропольского края.

Объектом исследований были полифункциональные микробные препараты: комплекс биологических препаратов – стандарт (КБП-С); комплекс биологических препаратов – инновационный (КБП-И); полиштамменный комплекс микроорганизмов (ПКМ); комплекс микробных препаратов (КМП-92). Контроль – без биопрепаратов. Комплекс микробных препаратов КБП-С и КБП-И готовили путем механического смешивания готовых препаратов Диазофит и Фосфоэнтерин в пропорции 1:1 и 1:2 соответственно, ПКМ и КМП-92 – путем смешивания препаратов Диазофит, Фосфоэнтерин, Биополицид в пропорциях 1:1:2 и 1:2:2 соответственно.

Опыт проводили на гибриде кукурузы Машук 355, которую выращивали на зерно. Препараты применяли для предпосевной обработки семян, а также растений кукурузы в фазах 3...4 листа и цветения. Почвенные образцы отбирали в фазах 10...11 листьев, цветения и восковой спелости из ризосферы растений из слоя 0...20 см по общепринятой методике (Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. Москва, 1991) с соблюдением принципа одновременности исследований. Среднюю пробу составляли из 5...7 точечных образцов.

Численность микроорганизмов определяли путем посева почвенной суспензии на плотные питательные среды. Для азотфиксирующих аэробных микроорганизмов использовали среду Эшби, для аммонификаторов – мясопептонный агар (МПА), нитрификаторов – крахмало-аммиачный агар (КАА), микромицетов – среду Чапека-Докса. Результат выражали в колониеобразующих единицах (КОЕ) на 1 г сухой почвы.

Математическую обработку результатов исследований проводили методом однофакторного анализа по Б. А. Доспехову, расчеты осуществляли с использованием пакета программного обеспечения Excel.

В среднем за 2 года исследований количество аэробных азотфиксаторов в контроле в фазе 10...11 листьев в контроле составляло 28,7 тыс. КОЕ/г (рис. 1). Обработка семенного материала и вегетирующих растений микробными препаратами способствовала увеличению их численности. Наибольшее количество азотфиксаторов отмечено при использовании КБП-С, в варианте с которым их численность возросла,

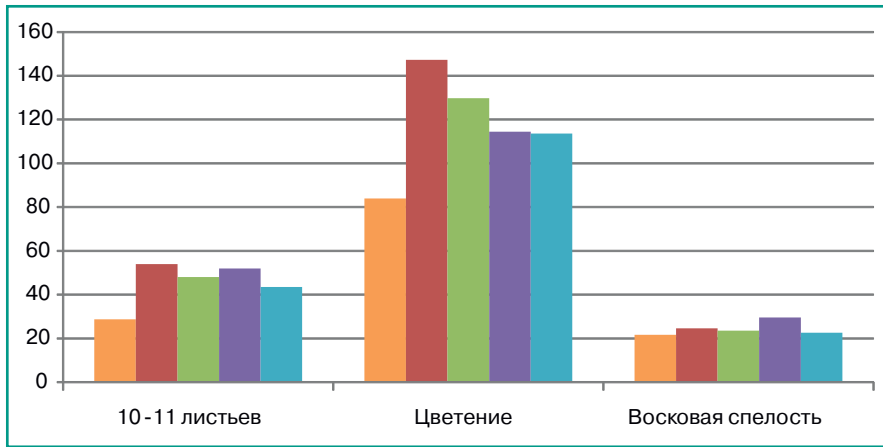


Рис. 1. Сезонная динамика численности микроорганизмов рода *Azotobacter* (среднее за 2018–2019 гг.), тыс. КОЕ/г.: ■ – контроль; ■ – KBP-C; ■ – KBP-I; ■ – PKM; ■ – KMP-92.

по сравнению с контролем, в 2,2 раза и составила 54,01 тыс. КОЕ/г почвы. Наименьшее увеличение количества микроорганизмов рода *Azotobacter*

почвы. Уменьшение численности азотфиксаторов в этот период в 7...8 раз, по сравнению с фазой цветения, по нашему мнению, обусловлено засухой и крайне

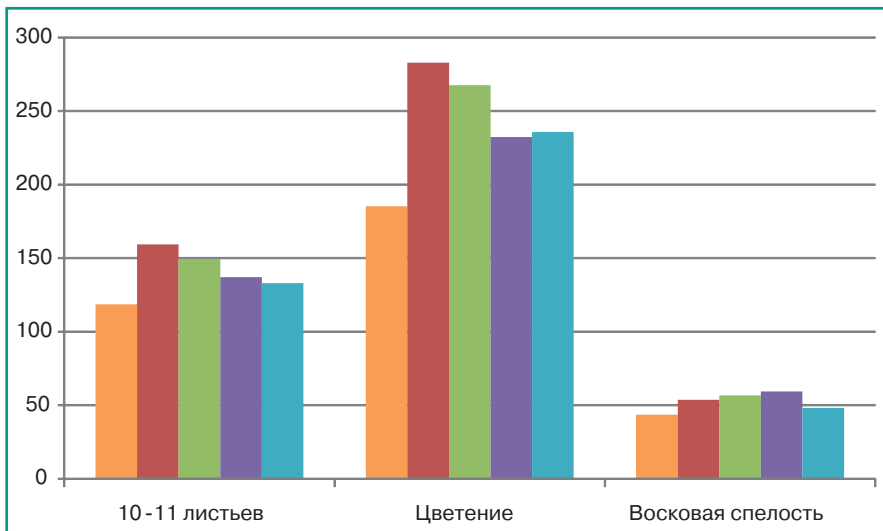


Рис. 2. Сезонная динамика численности аммонификаторов (среднее за 2018–2019 гг.), млн КОЕ/г.: ■ – контроль; ■ – KBP-C; ■ – KBP-I; ■ – PKM; ■ – KMP-92.

(в 1,7 раза) отмечено при обработке препаратом KMP-92. В фазе цветения кукурузы в контроле было выделено 83,91 тыс. КОЕ/г почвы азотфиксаторов. Наибольшее их количество также отмечено при применении KBP-C – 147,31 тыс. КОЕ/г, что выше, чем в контроле, в 1,8 раза. При обработке семян и растений препаратами PKM и KMP-92 численность микроорганизмов рода *Azotobacter* была практически на одном уровне – 114,4...113,6 тыс. КОЕ/г почвы (НСР = 7 тыс. КОЕ/г почвы). В варианте KBP-I она составила 129,7 тыс. КОЕ/г почвы. К фазе восковой спелости в контроле численность азотфиксаторов была равна 21,6 тыс. КОЕ/г. Обработка микробными препаратами не обеспечивала достоверного повышения величины этого показателя за исключением препарата PKM, при использовании которого количество микроорганизмов изучаемой физиологической группы возросло в 1,6 раза до 29,6 тыс. КОЕ/г

неблагоприятными условиями для роста и развития изучаемой культуры, как в 2018 г., так и в 2019 г.

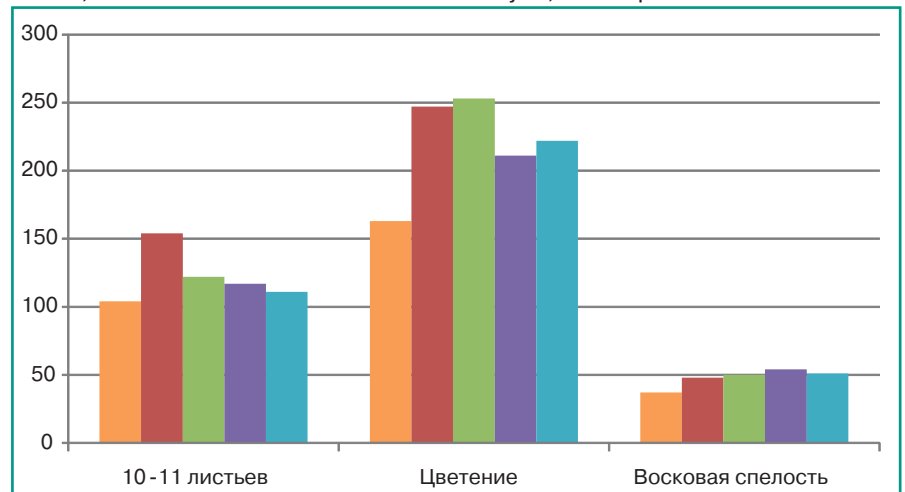


Рис. 3. Сезонная динамика численности микроорганизмов использующих минеральные формы азота (среднее за 2018–2019 гг.), млн КОЕ/г.: ■ – контроль; ■ – KBP-C; ■ – KBP-I; ■ – PKM; ■ – KMP-92.

Наименьшее количество аммонификаторов в фазе 10...11 листьев отмечали в контроле – 118,6 млн КОЕ/г почвы. При использовании микробных препаратов оно возросло до 132,9...159,4 млн КОЕ/г почвы (рис. 2). В фазе цветения величина этого показателя в контроле повысилась до 185,2 млн КОЕ/г почвы. При обработке KBP-C, KBP-I, PKM и KMP-92 численность микроорганизмов изучаемой физиологической группы увеличилась в 1,5; 1,5; 1,3 и 1,3 раза соответственно. В фазе восковой спелости количество аммонификаторов во всех вариантах снизилось до 43,5...59,4 млн КОЕ/г почвы. Достоверная разница с контролем (НСР=15 млн КОЕ/г почвы) установлена только в варианте с использованием препарата PKM, в котором величина этого показателя возросла в 1,4 раза.

Изменение количества нитрификаторов (рис. 3) за вегетационный период (в среднем за годы исследований) практически полностью совпадает с динамикой аммонификаторов. Так, в контроле в фазе 10...11 листьев численность микроорганизмов, преобразующих минеральные формы азота, составляла 104 млн КОЕ/г. Наибольшее увеличение (на 50 млн КОЕ/г почвы) обеспечило применение KBP-C. В фазе цветения кукурузы численность аммонификаторов в контроле составила 163 млн КОЕ/г. В вариантах с применением микробиологических препаратов наибольший рост величины этого показателя отмечен при обработке KBP-C и KBP-I – в 1,5 и 1,6 раза соответственно, наименьшее повышение (в 1,3 раза) произошло в варианте с применением PKM. В фазе восковой спелости численность нитрификаторов на контроле составляла 37 млн КОЕ/г почвы. В вариантах с микробиологическими препаратами количество микроорганизмов находилось на одном уровне – 48...54 млн КОЕ/г почвы.

Результаты анализа свидетельствуют, что в фазе 10...11 листьев в

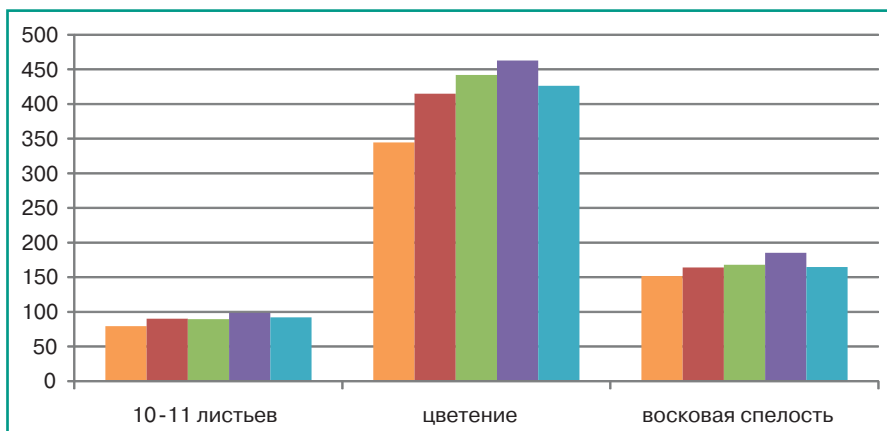


Рис. 4. Динамика численности микроскопических грибов, тыс. КОЕ/г (среднее за 2018–2019 гг.): ■ – контроль; ■ – КБП-С; ■ – КБП-И; ■ – ПКМ; ■ – КМП-92.

контроле было выделено 79,2 тыс. КОЕ/г почвы микромицетов (рис. 4). В результате применения микробных препаратов их численность увеличилась недостоверно (в 1,1...1,2 раза), за исключением варианта с ПКМ, в котором она возросла на 19 тыс. КОЕ/г почвы. В фазе цветения кукурузы в контроле было выделено 344,5 тыс. КОЕ/г грибных пропагул. Наибольшее количество микромицетов отмечено при использовании ПКМ (463 тыс. КОЕ/г), что выше, чем в контроле, в 1,4 раза. Меньше всего микроорганизмов этой группы зафиксировано в варианте с обработкой КБП-С (415 тыс. КОЕ/г почвы). К фазе восковой спелости в контроле численность микромицетов снизилась до 151,6 тыс. КОЕ/г. Обработка микробными препаратами и их метаболитами обеспечила ее увеличение в 1,1...1,2 раза.

Таким образом, применение микробных препаратов обеспечивает увеличение численности почвенных микроорганизмов. Наибольшее количество азотфиксаторов и аммонификаторов отмечали в фазе цветения. В контроле оно достигало соответственно 83,91 тыс. КОЕ/г и 185,2 млн КОЕ/г, под влиянием изучаемых факторов величины этих показателей возрастали в 1,4...1,7 раза и 1,3...1,5 раза соответственно. Аналогичные изменения отмечены и по количеству микроорганизмов, использующих минеральные формы азота. Наибольшее увеличение численности микроскопических грибов при применении изучаемых препаратов, по сравнению с контролем, также происходило в фазе цветения – на 71...119 тыс. КОЕ/г при абсолютных значениях 415...463 тыс. КОЕ/г.

В фазах 10...11 листьев и цветения самый высокий рост численности азотфиксаторов и аммонификаторов наблюдали при использовании КБП-С. Препарат ПКМ способствовал наибольшему и достоверному увеличению количества микроорганизмов всех изучаемых групп в фазе восковой спелости.

Литература.

1. Agrochemical Principles of Targetting Winter Wheat Yield on Leached Chernozem of the Stavropol Elevation / A. N. Esaulko, M. S. Sigida, E. A. Salenko, et al. // Biosciences Biotechnology Research Asia. 2015. Vol. 12. No. 1. Pp. 301–309.
2. Effects of Anthropogenic Environmental and Food Safety / S. A. Emelyanov, Y. A. Mandra, O. Y. Gudiev, et al. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2016. Vol. 7. No. 3. Pp. 2562–2569.
3. The Influence of Soil Contamination of The Black Sea Coast of The Caucasus By Heavy Metals and Oil on The Abundance of Azotobacter Genus Bacteria / S. I. Kolesnikov, A. A. Kuzina, K. Sh. Kazeev, et al. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2016. Vol. 7. No. 6. Pp. 718–724.
4. Nickerson K., Atkin A. L., Hornby J. M. Quorum Sensing in Dimorphic Fungi: Fomesol and Beyond // Applied environmental microbiology. 2006. Vol. 72. No. 6. Pp. 3805–3813.
5. Changes in the content of organic matter in black soils of Central Ciscaucasia caused by their agricultural use / V. S. Tshovrebov, V. I. Faizova, D. V. Kalugin, et al. // Biosciences Biotechnology Research Asia. 2016. Vol. 13 No. 1. Pp. 231–236.
6. Change in microbiological activity under the effect of biological factors of soil fertility in the central forecaucasus chernozems / O. I. Vlasova, V. M. Perederieva, I. A. Volters, et al. // Biology and Medicine. 2015. Vol. 7. No. 5. Pp. 146–150.
7. Казеев К. Ш., Колесников С. И. Биодиагностика почв: методология и методы исследований. Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2012. 260 с.
8. Подколзин О. А., Анциферов О. Б. Агроэкологический мониторинг региона Кавказских минеральных вод // Удобрения и средства защиты растений в интенсивном земледелии: материалы научно-практической конференции. Персиановский: Донской государственный аграрный университет, 2008. С. 48.
9. Швец Т. В. Плодородие почв низменно-западного агро ландшафта Азово-Кубанской низменности при возделывании сельскохозяйственных культур: автореф. дисс. ... канд. с-х. наук. Краснодар, 2009. С. 14–18.

The use of microbial preparations in ordinary chernozem in the zone of unstable moistening of the Central Ciscaucasia

V. I. Faizova, V. S. Tshovrebov, V. Y. Lysenko, A. N. Maryin, L. M. Onishchenko

¹Stavropol State Agrarian University, per. Zootehnicheskii, 12, Stavropol', 355017, Russian Federation

²Trubilin Kuban State Agrarian University, ul. Kalinina, 13, Krasnodar, 350044, Russian Federation

Abstract. The studies were carried out to determine the effect of multifunctional microbial preparations on the soil microflora under maize for grain. The work was carried out in 2018–2019 in the zone of unstable humidification of the Stavropol Territory in ordinary medium-thick low-humic heavy loamy chernozem. The design of the test included the following options: without processing (a control); a complex of biological preparations based on nitrogen-fixing and phosphate-mobilizing microorganisms (CBP standard and CBP innovative); a multi-strain microbial complex (MCM) and a complex of microbial preparations (CMP-92) based on nitrogen-fixing, phosphate-mobilizing and growth-stimulating microorganisms. Seeds were treated before sowing, plants – in the phases of 3–4 leaves and flowering. In the phase of 10–11 leaves, the smallest number of aerobic nitrogen fixers was in the control (21.1 thousand CFU/g), in the flowering phase it reached 83.91 thousand CFU/g; when using CBP standard, the values of these indicators increased 2.2 and 1.7 times, CBP innovative – 1.9 and 1.6 times, MCM – 2.1 and 1.4 times, and CMP-92 – 1.7 and 1.4 times, respectively. The smallest number of ammonifiers was noted in the phase of wax ripeness (from 43.5 to 59.4 million CFU/g of soil), the greatest number – during flowering (from 185.2 million CFU/g in the control to 283 million CFU/g for CBP standard). The number of microorganisms that convert mineral forms of nitrogen in the flowering phase ranged from 163 million CFU/g in the control to 253 million CFU/g in the variant with CBP innovative. In the same phase, the largest increase in the number of microscopic fungi was observed (by 71–119 thousand CFU/g) when using the studied preparations, compared with the control, with absolute values of 415–463 thousand CFU/g. The use of microbial preparations increased the number of soil microorganisms in all variants of the experiment.

Keywords: biological products; nitrogen-fixing microorganisms; ammonifiers; nitrifying agents; micromycetes; ordinary chernozem; maize for grain.

Author Details: V. I. Faizova, D. Sc. (Agr.), assoc. prof. (e-mail: verafaizova@gmail.com); V. S. Tshovrebov, D. Sc. (Agr.), prof. (e-mail: stavpochvoved@yandex.ru); V. Y. Lysenko, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof.; A. N. Maryin, Cand. Sc. (Agr.), assoc. prof.; L. M. Onishchenko, D. Sc. (Agr.), prof.

For citation: Faizova VI, Tshovrebov VS, Lysenko VY, et al. [The use of microbial preparations in ordinary chernozem in the zone of unstable moistening of the Central Ciscaucasia]. *Zemledelije*. 2020;(3):27–9. Russian. doi: 10.24411/0044-3913-2020-10307.