

Продуктивность сельскохозяйственных культур в зависимости от применения микробиологического препарата Фитоспорин-М в технологии No-till

Чекаев Н.П., Галиуллин А.А.

Аннотация. В статье показаны результаты исследований, проведенные в ООО «Камешкирский комбикормовый завод» Камешкирского района Пензенской области при возделывании сельскохозяйственных культур по технологии No-till. Инокуляция семян и опрыскивание посевов микробиологическим препаратом Фитоспорин-М достоверно повысила урожайность зерна яровой пшеницы от 0,13 до 0,32, гороха на 0,17-0,32, подсолнечника 0,16-0,28 т/га. При этом наблюдали повышение качественных показателей. Наиболее высокий эффект достигается при совместном применении инокуляции семян перед посевом и опрыскиванием культуры в течение вегетации. Совместное применение микробиологического препарата Фитоспорин-М при инокуляции семян и опрыскивании посевов в течение вегетации снижает фитопатогенную активность грибов в почве и на оставшихся растительных остатках, что подтверждает способность улучшения фитосанитарного состояния почвы при применении данного препарата.

Ключевые слова: микробиологический препарат, Фитоспорин-М, урожайность, фитопатогенная активность, No-till.

Для цитирования: Чекаев Н.П., Галиуллин А.А. Продуктивность сельскохозяйственных культур в зависимости от применения микробиологического препарата Фитоспорин-М в технологии No-till // Инновационная техника и технология. 2022. Т. 9. № 3. С. 91–97.

Productivity of agricultural crops depending on the use of the microbiological preparation Phytosporin-M in No-till technology

Chekaev N.P., Galiullin A.A.

Abstract. The article shows the results of research conducted in the Kameshkir Feed Mill LLC of the Kameshkir district of the Penza region in the cultivation of agricultural crops according to the No-till technology. Inoculation of seeds and spraying of crops with a microbiological preparation of Phytosporin-M significantly increased the yield of spring wheat grain from 0.13 to 0.32, peas by 0.17-0.32, sunflower 0.16-0.28 t/ha. At the same time, an increase in quality indicators was observed. The highest effect is achieved with the combined application of seed inoculation before sowing and spraying of the crop during vegetation. The combined use of the microbiological preparation Phytosporin-M during seed inoculation and spraying of crops during the growing season reduces the phytopathogenic activity of fungi in the soil and on the remaining plant residues, which confirms the ability to improve the phytosanitary condition of the soil when using this drug.

Keywords: microbiological preparation, Phytosporin-M, yield, phytopathogenic activity, No-till.

For citation: Chekaev N.P., Galiullin A.A. Productivity of agricultural crops depending on the use of the microbiological preparation Phytosporin-M in No-till technology. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2022. Vol. 9. No. 3. pp. 91–97. (In Russ.).

Введение

В последнее время в нашей стране и за рубежом разработан целый ряд биопрепаратов на основе различных штаммов бактерий и грибов, обладающих комплексом полезных свойств, для повышения почвенного плодородия и продуктивности культурных растений, защиты их от фитопатогенной микрофлоры, повышения качества урожая, снижения норм внесения минеральных удобрений и пестицидов [1-3, 11, 12].

Для ослабления отрицательного воздействия на растение неблагоприятных условий, более полной реализации и повышения потенциала продуктивности сельскохозяйственных культур ведется поиск эффективных и безопасных физиологически активных веществ, применение которых позволило бы управлять растительным организмом [4-8]. Один из вариантов таких веществ – микробиологические препараты, которые вместе с органическими добавками составляют основу так называемого «органического земледелия» [9, 10].

Целью исследований является изучение эффективности инокуляции семян и фолитарной обработки растений микробиологическим препаратом Фитоспорин-М при возделывании сельскохозяйственных культур в технологиях No-till.

Объекты и методы исследований

Исследования проводились в 2019-20 гг. в условиях Пензенской области (Камешкирский район ООО «Камешкирский комбикормовый завод») по следующей схеме:

1. Без биопрепарата (контроль); 2. Инокуляция семян 1 л/т; 3. Опрыскивание посевов по вегетации культуры 1 л/га; 4. Инокуляция семян 1 л/т + опрыскивание посевов 1 л/га.

Микробиологический препарат Фитоспорин-М является биофунгицидом, основным активным компонентом является живая спорная бактерия *Bacillus subtilis* – сенная палочка.

Опрыскивание посевов проводилось совместно с гербицидной обработкой (яровая пшеница –

кущение, горох – 6-7 листьев, подсолнечник до 6 листьев).

Учет урожая проводили весовым методом поделяночно. Содержание белка в зерне (ГОСТ 10846-91). Содержание клейковины в зерне пшеницы определялось ручным методом (ГОСТ Р 54478-2011). Качество зерна пшеницы определяли на приборе ИДК-3М. Масличность подсолнечника по ГОСТ 22391-2015.

Результаты и их обсуждение

Урожайность зерна яровой пшеницы на опытах в сложившихся погодных условиях 2019 года колебалась в пределах от 2,34 до 2,69 т/га и была самой низкой на варианте без удобрений (таблица 1). Применение биопрепарата Фитоспорин-М увеличивало урожайность зерна яровой пшеницы на 0,17-0,35 т/га.

Результаты исследований по определению урожайности зерна яровой пшеницы в 2020 году показали, что применение препарата Фитоспорин-М повышали урожайность зерна на 0,10-0,30 т/га. Наибольшие прибавки урожая зерна пшеницы в опыте получены на варианте с совместным применением инокуляции семян и опрыскивании посевов по вегетации.

В среднем за 2 года исследований урожайность зерна составила 2,24-2,56 т/га, прибавки от способов применения Фитоспорина составили 0,13-0,32 т/га. Наибольшая урожайность получена при совместном применении инокуляции семян и опрыскивании посевов в фазу кушения.

Важными качественными показателями яровой пшеницы в Российской Федерации являются содержание белка и клейковины в зерне. Содержание клейковины в зерне яровой пшеницы в 2019 году составляло 23,3-25,0 %. Применение биопрепарата повысили содержание клейковины на 0,5 -1,7 %. Содержание белка в зерне повысилось на 0,55-0,84 % (Таблица 2).

В 2020 году содержание клейковины в зерне было ниже по сравнению с 2020 годом и составили 22,4-23,9 %. Прибавки по отношению к контролю составили 0,3-1,5 %. Содержание белка в зерне со-

Таблица 1 – Урожайность зерна яровой пшеницы в зависимости от применения препарата Фитоспорин-М

| Вариант | Урожайность зерна, т/га | | | Отклонения от контроля, т/га | Отклонения от контроля, % |
|---|-------------------------|------|---------|------------------------------|---------------------------|
| | 2019 | 2020 | среднее | | |
| 1. Без биопрепарата (контроль) | 2,34 | 2,13 | 2,24 | | |
| 2. Инокуляция семян 1 л/т | 2,6 | 2,37 | 2,49 | 0,25 | 10,9 |
| 3. Опрыскивание посевов по вегетации культуры 1 л/га | 2,51 | 2,23 | 2,37 | 0,13 | 5,8 |
| 4. Инокуляция семян 1 л/т + опрыскивание посевов 1 л/га | 2,69 | 2,43 | 2,56 | 0,32 | 14,3 |
| НСР ₀₅ | 0,13 | 0,11 | | | |

Таблица 2 – Качество зерна яровой пшеницы в зависимости от применения препарата Фитоспорин-М

| Вариант | 2019 г. | | | 2020 г. | | | Среднее за 2019-2020 гг. | | | | |
|--|---------------|----------|----------|---------------|----------|----------|--------------------------|------------------------|---------------|------------------------|----------|
| | клейковина, % | ИДК, ед. | белок, % | клейковина, % | ИДК, ед. | белок, % | Белок, % | Отклонение от контроля | Клейковина, % | Отклонение от контроля | ИДК, ед. |
| 1. Без биопрепарата (контроль); | 23,3 | 72,2 | 13,17 | 22,4 | 66,9 | 12,6 | 12,89 | - | 22,9 | - | 69,6 |
| 2. Инокуляция семян 1 л/т; | 24,7 | 67,7 | 13,72 | 23,9 | 65,4 | 13,51 | 13,62 | 0,73 | 24,3 | 1,4 | 66,6 |
| 3. Опрыскивание посевов по вегетации культуры 1 л/га; | 23,8 | 68,5 | 13,95 | 22,7 | 72,1 | 13 | 13,48 | 0,58 | 23,3 | 0,4 | 70,3 |
| 4. Инокуляция семян 1 л/т + опрыскивание посевов 1 л/га. | 25 | 75,3 | 14,01 | 23,5 | 76,4 | 13,19 | 13,6 | 0,71 | 24,3 | 1,4 | 75,9 |
| НСР ₀₅ | 0,9 | 2,1 | 0,7 | 1,1 | 0,9 | 0,5 | | | | | |

Таблица 3 – Урожайность гороха в зависимости от применения препарата Фитоспорин-М

| Вариант | 2019 г. | | 2020 г. | | среднее за 2019-2020 гг. | | | | |
|---|-------------------|----------|-------------------|----------|--------------------------|------------------------------|----------|---------------------------|--|
| | урожайность, т/га | белок, % | урожайность, т/га | белок, % | Урожайность, т/га | Отклонение от контроля, т/га | Белок, % | Отклонение от контроля, % | |
| 1. Без биопрепарата (контроль) | 2,03 | 26,77 | 1,47 | 25,94 | 1,75 | - | 26,36 | - | |
| 2. Инокуляция семян 1 л/т | 2,27 | 27,94 | 1,75 | 27,13 | 2,01 | 0,26 | 27,54 | 1,18 | |
| 3. Опрыскивание посевов по вегетации культуры 1 л/га | 2,13 | 26,97 | 1,7 | 26,44 | 1,92 | 0,17 | 26,7 | 0,34 | |
| 4. Инокуляция семян 1 л/т + опрыскивание посевов 1 л/га | 2,33 | 27,8 | 1,81 | 26,94 | 2,07 | 0,32 | 27,37 | 1,01 | |
| НСР ₀₅ | 0,11 | 0,43 | 0,1 | 0,32 | | | | | |

ставляло от 12,6 до 13,19 %, при этом прибавки по отношению контролю составили 0,40-0,91 %.

Оценка средних значений за 2019-2020 гг. показал, что содержание белка составляло 12,89-13,62 %. Применение биопрепарата Фитоспорин-М повысило содержание белка на 0,58-0,73 %. Наилучшие показатели содержания белка в зерне отмечены на вариантах с применением инокуляции семян.

Содержание клейковины на опытах в среднем за два года за счет применения биопрепарата повысилось на 0,4-1,4 %, при содержании его на контрольном варианте 22,9 %. Таким образом, применение биопрепарата позволило получить зерно третьего класса первой группы качества.

В условиях вегетационного периода 2019 года урожайность гороха была на уровне 2,03-2,33 т/га. Урожайность на контрольном варианте составила 2,03 т/га (таблица 3). Разные приемы применения Фитоспорина-М повысили урожайность на 0,10-0,30 т/га. Наибольшие значения получены на варианте с совместным применением инокуляции семян и опрыскивании по вегетации. Содержания белка в зерне составляло 26,77-27,94 %.

В 2020 году урожайность гороха на вариантах была ниже по сравнению с 2019 годом и составляла от 1,47-1,81 т/га. Прибавки урожайности от применения биопрепарата составили 0,23-0,34 т/га.

Оценка средних значений за 2019-2020 гг. показывает, что урожайность в зависимости от приемов применения биопрепарата Фитоспорин-М составляло от 1,92-2,07 т/га. Прибавки по отношению к контролю составили 0,17-0,32 т/га или 9,4-18,3 %. Лучшие значения отмечены на варианте с совместным применением инокуляции семян и опрыскивании посевов. На варианте с применением биопрепарата только по вегетации культуры прибавка была самой низкой.

Средние значения содержания белка в семенах гороха составили 26,36-27,54 %. Прибавки от применения биопрепарата составили 0,34-1,18 %. Лучший показатель получен на варианте с инокуляцией семян перед посевом. Применение биопрепарата по вегетации позволило повысить содержание белка на 0,34 %.

Исследования выявили положительное действие биопрепарата на урожайность маслосемян подсолнечника (таблица 4).

Урожайность маслосемян на опытах в сложив-

Таблица 4 – Урожайность подсолнечника в зависимости от применения препарата Фитоспорин-М

| Вариант | Количество семян в корзинке, шт. | Масса 1000 семян, г | Урожайность маслосемян, т/га | Отклонения от контроля, т/га |
|---|----------------------------------|---------------------|------------------------------|------------------------------|
| 2019 г. | | | | |
| 1. Без биопрепарата (контроль) | 924 | 49,2 | 1,89 | - |
| 2. Инокуляция семян 1 л/т | 981 | 51,2 | 2,09 | 0,2 |
| 3. Опрыскивание посевов по вегетации культуры 1 л/га | 956 | 50,9 | 2,03 | 0,14 |
| 4. Инокуляция семян 1 л/т + опрыскивание посевов 1 л/га | 996 | 52,3 | 2,17 | 0,28 |
| НСР ₀₅ | 26 | 1,5 | 0,09 | |
| 2020 г. | | | | |
| 1. Без биопрепарата (контроль) | 942 | 50,2 | 1,95 | - |
| 2. Инокуляция семян 1 л/т | 1003 | 52,3 | 2,11 | 0,16 |
| 3. Опрыскивание посевов по вегетации культуры 1 л/га | 981 | 52,1 | 2,13 | 0,18 |
| 4. Инокуляция семян 1 л/т + опрыскивание посевов 1 л/га | 1022 | 52,6 | 2,22 | 0,27 |
| НСР ₀₅ | 32 | 1,2 | 0,11 | |
| Среднее 2019-2020 гг. | | | | |
| 1. Без биопрепарата (контроль) | 933 | 49,7 | 1,92 | - |
| 2. Инокуляция семян 1 л/т | 992 | 51,8 | 2,1 | 0,18 |
| 3. Опрыскивание посевов по вегетации культуры 1 л/га | 968 | 51,5 | 2,08 | 0,16 |
| 4. Инокуляция семян 1 л/т + опрыскивание посевов 1 л/га | 1009 | 52,5 | 2,2 | 0,28 |

Таблица 5 – Масличность семян подсолнечника и сбор масла при применении препарата Фитоспорин-М

| Вариант | Масличность, % | Сбора масла, кг/га | Прибавка к контролю | |
|---|----------------|--------------------|---------------------|------|
| | | | кг/га | % |
| 2019 г. | | | | |
| 1. Без биопрепарата (контроль) | 47,6 | 899,6 | | |
| 2. Инокуляция семян 1 л/т | 49,1 | 1026,2 | 126,6 | 14,1 |
| 3. Опрыскивание посевов по вегетации культуры 1 л/га | 48,5 | 984,6 | 84,9 | 9,4 |
| 4. Инокуляция семян 1 л/т + опрыскивание посевов 1 л/га | 49,7 | 1078,5 | 178,9 | 19,9 |
| 2020 г. | | | | |
| 1. Без биопрепарата (контроль) | 48,6 | 947,7 | | |
| 2. Инокуляция семян 1 л/т | 49,7 | 1048,4 | 100,7 | 10,6 |
| 3. Опрыскивание посевов по вегетации культуры 1 л/га | 49,2 | 1047,5 | 99,8 | 10,5 |
| 4. Инокуляция семян 1 л/т + опрыскивание посевов 1 л/га | 50,5 | 1121 | 173,3 | 18,3 |
| Среднее 2020-2021 гг. | | | | |
| 1. Без биопрепарата (контроль) | 48,1 | 923,5 | | |
| 2. Инокуляция семян 1 л/т | 49,4 | 1037,3 | 113,8 | 12,3 |
| 3. Опрыскивание посевов по вегетации культуры 1 л/га | 48,8 | 1015,9 | 92,4 | 10 |
| 4. Инокуляция семян 1 л/т + опрыскивание посевов 1 л/га | 50,1 | 1099,6 | 176,1 | 19,1 |

шихся метеорологических условиях 2019 г. определялась в зависимости от приема применения био-препарата Фитоспорин-М и составила 2,03-2,17 т/га с прибавками урожайности 0,14-0,28 т/га или 7,3-14,8 %. Повышение урожайности маслосемян подсолнечника связано с увеличением количества семян в корзинке и массы 1000 семян. Количество семян в корзинке на вариантах с применением препарата составило 956-996 шт. с массой 1000 семян 50,9-52,3 г.

В условиях 2020 года урожайность на опытах составила 1,95-2,22 т/га. Прибавки от приемов применения биопрепарата Фитоспорин-М составили

0,16-0,27 т/га. Наибольшие показатели урожайности маслосемян как в 2019, так и 2020 году получены на варианте с совместным применением биопрепарата при инокуляции семян и опрыскивании посевов по вегетации.

Оценка средних значений за два года исследований показал, что количество семян в корзинке повысилось на 35-76 шт., масса 1000 семян на 1,8-2,8 г, а урожайность маслосемян на 0,16-0,28 т/га или на 8,2-14,4 %.

Таблица 6 – Микозный анализ почвы и стерни в зависимости от применения Фитоспорина-М (данные ГБУ Пензенской области «Пензенская областная ветеринарная лаборатория» 2020 г.)

| Наименование грибных колоний | Культуры | | | |
|--------------------------------|-----------------------------|--|-----------------------------|--|
| | яровая пшеница | | подсолнечник | |
| | без биопрепарата (контроль) | инокуляция семян 1 л/т + опрыскивание посевов 1 л/га | без биопрепарата (контроль) | инокуляция семян 1 л/т + опрыскивание посевов 1 л/га |
| В почве, кол-во колоний, шт. | | | | |
| <i>Mucor Racemosus</i> | 4 | 0 | 14 | 4 |
| <i>Penicilium purpurogenum</i> | | | 13 | 6 |
| <i>Aspergillus flavus</i> | | | 71 | 36 |
| <i>Trichoderma koningii</i> | 3 | 0 | | |
| <i>Alternaria tenuis</i> | 5 | 1 | | |
| На стерне, кол-во, шт. | | | | |
| <i>Mucor Racemosus</i> | | | 5 | 2 |
| <i>Penicilium purpurogenum</i> | 4 | 3 | 31 | 15 |
| <i>Aspergillus flavus</i> | | | 57 | 28 |
| <i>Trichoderma koningii</i> | 1 | 0 | | |
| <i>Alternaria tenuis</i> | 4 | 1 | | |

Влияние приемов применения биопрепарата Фитоспорин-М на масличность семян подсолнечника было положительным (таблица 5).

В условиях вегетационного периода 2019 года содержание масла в семенах подсолнечника на варианте без удобрений составило 47,6 %. Разные приемы применения биопрепарата Фитоспорин-М повысили масличность семян на 0,9-2,1 %, что привело к увеличению сбора масла с 1 га. Применение препарата повысило сбор масла на 84,9-178,9 кг/га. Наилучшие значения наблюдали на варианте с совместным применением биопрепарата при инокуляции и опрыскивании посевов.

В 2020 году масличность в зависимости от разных приемов применения биопрепарата повысилась на 0,6-1,9 %, а сбор масла на 99,8-173,3 кг/га. Как и в 2019 году лучшие значения масличности и сбора масла были на варианте с совместным применением биопрепарата при инокуляции семян и опрыскивании посевов.

Анализ средних значений за 2019-2020 гг. показал, что масличность в зависимости от приемов применения биопрепарата составила 48,8-50,1 %, что было выше контрольного варианта на 0,7-2,0 %. Выход масла с 1 га в зависимости от применения биопрепарата увеличился на 92,4-176,1 кг/га. Наиболее эффективным приемом использования биопрепарата Фитоспорин-М на подсолнечнике оказалось совместное применение инокуляции семян и опрыскивании посевов в течение вегетации.

Анализ почвенных проб и стерневых остатков, отобранных после уборки возделываемых культур показал, что применение микробиологического препарата Фитоспорин-М снижает фитопатогенную активность грибов в почве и на оставшихся растительных остатках, что подтверждает улучшение

фитосанитарного состояния почвы при применении данного препарата.

При анализе почв наблюдается резкое снижение количества колоний *Mucor Racemosus* как после яровой пшеницы, так и после уборки подсолнечника в варианте с использованием Фитоспорина-М. Снижение составило 3-4 раза по сравнению с контролем. Резкое снижение колоний *Alternaria tenuis* наблюдается в почве и на растительных остатках после уборки яровой пшеницы. По стальным исследованным фитопатогенным микроорганизмам, таким как *Penicilium purpurogenum*, *Aspergillus flavus*, *Trichoderma koningii* наблюдается снижение в 2 раза.

Выводы

Применение микробиологического препарата Фитоспорин М повышало продуктивность яровой пшеницы в зависимости от способа применения на 5,8-14,3 %, гороха – 9,7-18,2 %, подсолнечника – 9,4-14,6 %, при этом отмечалось улучшение качества произведенной растениеводческой продукции.

Применение биологического препарата Фитоспорин-М при инокуляции семян и опрыскивании посевов в течение вегетации снижает фитопатогенную активность грибов в почве и на оставшихся растительных остатках, что подтверждает улучшение фитосанитарного состояния почвы при применении данного препарата. Проведенные исследования подтверждают, что использование микробиологического препарата Фитоспорин-М в технологиях No-till поможет снизить пестицидную нагрузку на агроэкосистемы с получением эффективной урожайности и качественной растениеводческой продукции.

Литература

- [1] Базаева Л.М., Алборова П.В., Ханаева Д.К., Козырев А.Х. Агроэкологические приемы повышения иммунных и продуктивных свойств озимой пшеницы. Агропродовольственная политика России. 2017. № 11(71). С.102-105. EDN: ZVYXLF
- [2] 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. EDN: ATURJZ
- [3] Гармашов В.М., Гармашова Л.В. Биологическая активность чернозема обыкновенного при освоении технологии no-till. Международный научно-исследовательский журнал. 2020. № 12-1(102). С. 131-135. DOI 10.23670/IRJ.2020.102.12.021. EDN LBDJKQ.
- [4] Зыков С.А. Биопрепараты в современном земледелии. АгроФорум. 2019. № 3. С. 21-27. – EDN TVMYRF.
- [5] Паштецкий В.С., Радченко Л.А., Турин Е.Н., Женченко К. Г., Гонгало А.А. Абдурашитова Э.Р., Еговтцева А.Ю. Результаты применения комплексного микробиологического препарата на горохе посевном при прямом посеве (no-till) в Крыму. Плодородие. 2020. № 6(117). С. 69-72. DOI 10.25680/S19948603.2020.117.20. EDN QKVBW.
- [6] Тиранов А. Б. Влияние микробиологических удобрений на урожайность ярового рапса и плодородие дерново-подзолистой почвы в условиях Новгородской области. Плодородие. 2020. № 2(113). С. 43-46. DOI 10.25680/S19948603.2020.113.13. EDN EIHXES.
- [7] Фарниев А.Т., Сабанова А.А., Худиева И.А. Биологическая эффективность применения микробных биопрепаратов при возделывании вики озимой. Сурский вестник. 2019. №4 (8). С. 40-43. EDN: QACVTB
- [8] Фатина П.Н. Применение микробиологических препаратов в сельском хозяйстве. Вестник Астраханского государственного технического университета. 2007. № 4(39). С. 133-136. – EDN KVHFQZ.
- [9] Чекаев Н.П., Блинохватова Ю.В., Нуштаева А.В., Ногаев В.О. Действие микробиологических удобрений и химических протравителей на посевные качества семян сельскохозяйственных культур. Нива Поволжья. 2022. № 1(61). С. 01003. – DOI 10.36461/NP.2022.61.1.009. – EDN DDUAPA.
- [10] Alberton D, Valdameri G, Moure V, Müller-Santos M, de Souza E What Did We Learn From Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR)-Grass Associations Studies Through Proteomic

References

- [1] Bazaeva L.M., Alborova P.V., Khanaeva D.K., Kozyrev A.H. Agroecological techniques for improving the immune and productive properties of winter wheat. Agro-food policy of Russia. 2017. No. 11(71). pp.102-105. EDN: ZVYXLF
- [2] Vasilchenko S.A., Metlina G.V., Laktionov Yu.V. The effect of the use of biological preparations and Organomix microelement fertilizer on the yield of corn grain in the south of the Rostov region. Grain farming in Russia. 2021. No. 5(77). pp.81-85. DOI:10.31367/2079-8725-2021-77-5-81-85. EDN: ATURJZ
- [3] Garmashov V.M., Garmashova L.V. Biological activity of ordinary chernozem during the development of no-till technology. International Research Journal. 2020. No. 12-1(102). pp. 131-135. DOI 10.23670/IRJ.2020.102.12.021. EDN LBDJKQ.
- [4] Zykov S.A. Biological products in modern agriculture. AgroForum. 2019. No. 3. pp. 21-27. – EDN TVMYRF.
- [5] Pashtetsky V.S., Radchenko L.A., Turin E.N., Zhenchenko K. G., Gongalo A.A. Abdurashitova E.R., Egovtseva A.Yu. Results of application of a complex microbiological preparation on seeded peas in direct sowing (no-till) in the Crimea. Fertility. 2020. No. 6(117). pp. 69-72. DOI 10.25680/S19948603.2020.117.20. EDN QKVBW.
- [6] Tyranov A. B. The influence of microbiological fertilizers on the yield of spring rapeseed and the fertility of sod-podzolic soil in the conditions of the Novgorod region. Fertility. 2020. No. 2(113). pp. 43-46. DOI 10.25680/S19948603.2020.113.13. EDN EIHXES.
- [7] Farniev A.T., Sabanova A.A., Khudieva I.A. Biological effectiveness of microbial biological products in the cultivation of winter vetch. Sursky Bulletin. 2019. No.4 (8). pp. 40-43. EDN: QACVTB
- [8] Fatina P.N. Application of microbiological preparations in agriculture. Bulletin of the Astrakhan State Technical University. 2007. No. 4(39). pp. 133-136. – EDN KVHFQZ.
- [9] Chekaev N.P., Blinokhvatova Yu.V., Nushtaeva A.V., Nogaev V.O. The effect of microbiological fertilizers and chemical mordants on the sowing qualities of seeds of agricultural crops. The field of the Volga region. 2022. No. 1(61). p. 01003. – DOI 10.36461/NP.2022.61.1.009. – EDN DDUAPA.
- [10] Alberton D, Valdameri G, Moure V, Müller-Santos M, de Souza E What Did We Learn From Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR)-Grass Associations Studies Through Proteomic and Metabolomic Approaches? Frontiers in Sustainable Food Systems. 2020. Vol. 4. P. 607343. DOI 10.3389/fsufs.2020.607343. EDN OGYBZR.
- [11] Latkovic D., Maksimovic J., Dinic Z., Stanojkovic A., Stanojkovic-Sebic A. Article case study upon foliar application of biofertilizers affecting microbial biomass and enzyme activity in soil and yield related properties of maize and wheat grains. Biology. 2020. Vol. 9.

- and Metabolomic Approaches? *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2020. Vol. 4. P. 607343. DOI 10.3389/fsufs.2020.607343. EDN OGYBZR.
- [11] Latkovic D., Maksimovic J., Dinic Z., Stanojkovic A., Stanojkovic-Sebic A. Article case study upon foliar application of biofertilizers affecting microbial biomass and enzyme activity in soil and yield related properties of maize and wheat grains. *Biology*. 2020. Vol. 9. No 12. P. 1-19. DOI 10.3390/biology9120452. EDN ZKVGJH.
- [12] Nunes M.R., Karlen D.L., Cambardella C.A., Denardin J.E. Corn root and soil health indicator response to no-till production practices. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2019. Vol. 285. P. 106607. DOI 10.1016/j.agee.2019.106607. EDN NRFJLH.

Сведения об авторах

Information about the authors

| | |
|---|---|
| <p>Чекаев Николай Петрович кандидат сельскохозяйственных наук заведующий кафедрой «Почвоведение, агрохимия, химия» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет» 440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30 Тел.: +7(841) 262-85-65 E-mail: chekaev.n.p@pgau.ru</p> | <p>Chekaev Nikolay Petrovich PhD in Agricultural Sciences head of the department of «Soil Science, Agrochemistry, Chemistry» Penza State Agricultural University Phone: +7(841) 262-85-65 E-mail: chekaev.n.p@pgau.ru</p> |
| <p>Галиуллин Альберт Амирович кандидат сельскохозяйственных наук доцент кафедры «Переработка сельскохозяйственной продукции» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет» 440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30 Тел.: +7(841) 262-81-51 E-mail: galiullin.a.a@pgau.ru</p> | <p>Galiullin Albert Amirovich PhD in Agricultural Sciences associate professor at the department of «Processing of Agricultural Products» Penza State Agricultural University Phone: +7(841) 262-81-51 E-mail: galiullin.a.a@pgau.ru</p> |