

УДК 634.11:631.86

**ВЛИЯНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО БИОУДОБРЕНИЯ  
«ОРГАНИК» НА ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПОЧВЫ ЭЛЕМЕНТАМИ  
ПИТАНИЯ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯБЛОНИ**

**Кузин Андрей Иванович**

доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник

andrey.kuzin1967@yandex.ru

Федеральный научный центр им. И.В. Мичурина,

профессор

Мичуринский государственный аграрный университет

**Карпухина Светлана Андреевна**

младший научный сотрудник

setka6808@mail.ru

Федеральный научный центр им. И.В. Мичурина

г. Мичуринск, Россия

**Аннотация.** В настоящее время в России закладывается много новых садов яблони в соответствии с современными технологиями, в которых планируется получение высоких урожаев. Это может привести к значительному увеличению внесения норм минеральных удобрений и нарушению воспроизводства почвенного плодородия. По ряду причин в настоящее время применение органических удобрений в садах сильно ограничено. Нами изучена эффективность перспективного микробиологического биоудобрения «Органик» (*Azotobacter chroococcum*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium*, *Trichoderma harzianum*) на фоне поверхностного внесения удобрений в различных нормах с заделкой в почву. В варианте Органик + N<sub>45</sub>P<sub>15</sub>K<sub>60</sub> со сниженной нормой минеральных удобрений урожайность насаждений была на уровне внесения полного минерального удобрения (N<sub>90</sub>P<sub>30</sub>K<sub>120</sub>).

**Ключевые слова:** яблоня, биоудобрение, минеральные удобрения, урожайность, обеспеченность почвы элементами питания.

## Введение

В настоящее время в России закладывается много новых сортов яблони и происходит интенсификация производства плодов. Это приводит к увеличению внесения минеральных удобрений и использования орошения для получения высокой урожайности [1, 2, 4, 9, 10, 12]. Длительная монокультура сада имеет свои особенности и постоянное внесение необоснованно высоких норм минеральных удобрений приводит к их вымыванию в грунтовые воды и ухудшению свойств почвы [5, 19].

Применение минеральных удобрений может быть значительно сокращено за счет применения в качестве почвенных удобрений микробиологических культур, которые пока не получили широкого распространения в промышленном садоводстве. Преимущество таких культур заключается еще и в том, что бактерии и грибы воздействуют на рост и развитие растений не только при непосредственном увеличении доступности отдельных элементов питания в ризосфере, но и за счет синтеза различных гормонов и ферментов, которые также могут поглощаться корнями [20].

В частности бактерии рода *Azotobacter* синтезируют ауксины, цитокинины и вещества, подобные гибберелловым кислотам, главное свойство этих организмов - это фиксация атмосферного азота и превращение его в аммонийный азот [11]. *Bacillus mucilaginosus* мобилизует почвенный фосфор и калий, обеспеченность фосфором оптимизируется и при внесении в почву *Bacillus subtilis* и *Bacillus megaterium* [17]. *Trichoderma* является грибом, который также оказывает позитивное воздействие на состояние растений, вступает с ними в симбиоз. За счет жизнедеятельности гриба улучшается устойчивость растений к различным стрессам, а также увеличивается содержание гумуса в почве [7, 15].

Инокуляция культурами *Azotobacter*, *Pseudomonas* и *Bacillus* обеспечила увеличение урожайности яблони сортов Грэнни Смит и Кадель даже по сравнению с вариантом с внесением минеральных удобрений [16]. Внесение микробиологических биоудобрений в интенсивном плодоносящем саду яблони

способствовало повышению эффективности минеральных удобрений, увеличению вегетативной и генеративной продуктивности растений при высоком качестве плодов [3, 8]. Однофакторная инокуляция черноземной почвы *A. chroococcum* и *B. mucilaginosus* усиливала микробиологическую активность почвы, оптимизировала содержание доступных элементов питания, но урожайность была значительно ниже, чем при внесении максимальной нормы минеральных удобрений в опыте ( $N_{120}P_{60}K_{120}$  при поверхностном внесении в приствольные полосы с заделкой и  $N_{35}P_{25}K_{35}$  при фертигации) [18]. Целью данного исследования было изучение влияния совместного применения биоудобрения Органик и различных норм минеральных удобрений в условиях яблоневого сада на черноземной почве на свойства почвы, содержание основных элементов питания в органах растений и урожайность.

### **Материалы и Методы (Materials and Methods) .**

Исследования были выполнены в экспериментальном саду яблони ФНЦ им. И.В. Мичурина. Объект исследований – сорт яблони Беркутовское/54-118, схема размещения 5 x 2,5, сад посадки 2014 г. Схема опыта: Контроль 1 (без удобрений); Контроль 2 ( $N_{90}P_{30}K_{120}$ ); «Органик» (*A. chroococcum*, *B. subtilis*, *B. megaterium*, *T. harzianum*); «Органик» +  $N_{30}P_{10}K_{40}$ ; «Органик» +  $N_{45}P_{15}K_{60}$ ; «Органик» +  $N_{90}P_{30}K_{120}$ . Образцы почвы для анализа отбирали в середине августа. Определяли содержание легкогидролизуемого азота (по Тюрину и Конновой), доступного фосфора методом молибденовой сини на КФК 3.01, обменного калия на пламенном фотометре ФПА 2-01, обменного кальция комплексометрически [13, 14]. Визуально учитывали число соцветий, завязей (после массового опадения) и плодов перед уборкой. В вариантах было по 10 учетных деревьев, каждое дерево считалось отдельной повторностью. Статистический анализ полученных результатов выполняли по методу Фишера [6]. Мы рассчитывали показатель наименьшей существенной разницы (НСР) между различными вариантами опыта при ( $P < 0.05$ ). Различия больше рассчитанной НСР считали существенными.

## Результаты и обсуждение (Result and Discussion).

Почвы опытного участка отличалась низким содержанием легкогидролизуемого азота, внесение удобрений во всех вариантах опыта заметно повышало содержание нутриента, но только при использовании минеральных удобрений его концентрация была на оптимальном уровне.

Таблица 1

Влияние удобрений на содержание основных элементов питания  
в почве и рН (0-40 см)

| Варианты  | Легкогидролизуемый азот, мг/кг почвы | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг почвы | K <sub>2</sub> O, мг/кг почвы | CaO ммол/100 г почвы | рН      |
|---|--------------------------------------|---|-------------------------------|----------------------|---------|
| Контроль 1  | 68,6                                 | 154,7                                       | 172,1                         | 18,3                 | 5,2     |
| Контроль 2  | 148,4                                | 184,9                                       | 290,6                         | 18,1                 | 5,1     |
| Органик   | 95,2                                 | 178,2                                       | 205,1                         | 17,2                 | 5,1     |
| Органик + N <sub>30</sub> P <sub>10</sub> K <sub>40</sub>   | 106,4                                | 145,6                                       | 195,5                         | 18,0                 | 5,4     |
| Органик + N <sub>45</sub> P <sub>15</sub> K <sub>60</sub>   | 97,1                                 | 123,3                                       | 155,4                         | 17,1                 | 5,0     |
| Органик + N <sub>90</sub> P <sub>30</sub> K <sub>120</sub>  | 120,4                                | 164,8                                       | 167,9                         | 18,8                 | 4,9     |
| Оптимальные значения для черноземной почвы [Церлинг, 1990)] | 151-200                              | 151-200                                     | 121-180                       | -                    | 5,5-7,5 |

Содержание фосфора в почве в целом было достаточно высоким, также был замечен эффект от внесения удобрений за исключением варианта Органик + N<sub>45</sub>P<sub>15</sub>K<sub>60</sub>, где его концентрация в среднем за 2 года исследований была относительно низкой. Т.к. во всех вариантах опыта удобрения оказали эффект по увеличению содержания элементов питания в почве, то возможно, что данная конкретная делянка по причине вариабельности почвенного плодородия имела еще более низкое содержание элементов питания, чем было в контроле без удобрений.

Увеличение интенсивности цветения было отмечено только в варианте Контроль 2 с внесением минеральных удобрений (таблица 2). Число плодиков после массового опадения завязей увеличивалось во всех вариантах опыта по сравнению с Контролем 1, но максимальное их количество было в Контроле 2.

Таблица 2

Формирование компонентов продуктивности под влиянием биоудобрения «Органик» в сочетании с разными нормами внесения минеральных удобрений

| Варианты   | Число соцветий, шт. | Число завязей, шт. | Число плодов, шт. | Завязываемость плодов, % | Средняя масса плода, г | Урожайность, кг/дер. |
|--|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------------|------------------------|----------------------|
| Контроль 1   | 57                  | 57                 | 20                | 5,2                      | 212,8                  | 4,3                  |
| Контроль 2   | 75                  | 130                | 32                | 8,5                      | 225,3                  | 7,2                  |
| Органик  | 69                  | 109                | 27                | 7,8                      | 225,9                  | 6,0                  |
| Органик + N <sub>30</sub> P <sub>10</sub> K <sub>40</sub>  | 56                  | 75                 | 22                | 7,9                      | 241,5                  | 5,3                  |
| Органик + N <sub>45</sub> P <sub>15</sub> K <sub>60</sub>  | 59                  | 106                | 36                | 12,2                     | 199,3                  | 7,2                  |
| Органик + N <sub>90</sub> P <sub>30</sub> K <sub>120</sub> | 46                  | 87                 | 22                | 9,6                      | 225,1                  | 5,0                  |
| НСР <sub>05</sub>  | 7                   | 17                 | 4                 | 1,7                      | 19,0                   | 1,1                  |

Практически такой же результат, как и при внесении минеральных удобрений, был получен при внесении «Органика» и комбинации «Органика» с минеральными удобрениями в норме N<sub>45</sub>P<sub>15</sub>K<sub>60</sub>. Т.е. эффективность от включения минеральных удобрений зависела от нормы внесения – при добавке завышенной или заниженной норм внесения плодиков было значительно меньше, чем в контроле 2, если рассматривать его в качестве эталона. Т.е., при совместном внесении минеральных и микробиологических удобрений возникает проблема определения нормы минеральных удобрений.

Завязываемость плодов от свободного опыления (отношение количества сформировавшихся плодов перед уборкой к количеству цветков) увеличивалась при однофакторном внесении минеральных удобрений и биоудобрения «Органик». При комбинации «Органика» с минеральными удобрениями завязываемость значительно увеличивалась по сравнению с Контролем 2 только в варианте Органик + N<sub>45</sub>P<sub>15</sub>K<sub>60</sub>. Наиболее значимым показателем,

позволяющим оценить эффективность изучаемых мероприятий, является урожайность. У более молодых деревьев сорта Беркутовского комбинация микробиологического биоудобрения с повышенной и пониженной нормами минеральных удобрений не оказала существенного влияния по сравнению с Контролем 1. Однофакторное внесение «Органика» значительно повышало урожайность по сравнению с Контролем 1, но она была значительно ниже, чем при внесении максимальной нормы минеральных удобрений. Только при совместном внесении «Органик» и  $N_{45}P_{15}K_{60}$  урожайность не имела различий с Контролем 2.

### Список литературы:

1. Влияние капельного орошения на изменение физических и химических свойств почвы / А.И. Кузин, Г.Н. Пугачев, В.Л. Захаров [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2017. - № 129. - С. 1183-1193.
2. Григорьева, Л.В. Интенсивные технологии в садоводстве – основа его развития при вступлении в ВТО / Л.В. Григорьева // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2012. – № 3. – С. 49-53.
3. Григорьева, Л.В. Урожай и архитектура корневой системы деревьев яблони в саду разной плотности посадки / Л.В. Григорьева, А.А. Балашов // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2012. № 2 (35). С. 76-78.
4. Григорьева, Л.В. Урожай и рост привойно-подвойных комбинаций яблони в интенсивном саду / Л.В. Григорьева, А.А. Балашов, О.А. Ершова // Достижения науки и техники АПК. - 2010. - № 11. - С. 59-61.
5. Гурин, А.Г., Проблемы сохранения почвы от эрозии в промышленных садах Центрально-Черноземного Региона / А.Г. Гурин, С.В. Резвякова, Н.Ю. Ревин // Вестник ОрелГАУ. – 2017. – № 4 (67). – С. 32-42

6. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

7. Использование местных удобрений, почвенного гриба *Trichoderma koningii* Oudem. В NO-TILL обработки для улучшения агрочернозема в Южном Предуралье / И.М. Габбасова, Р.Р. Сулейманов, Т.Т. Гарипов [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – Т. 53(5). – С. 1004-1012.

8. Коновалов, С.Н. Прецизионный метод внесения биоудобрений в интенсивном яблоневом саду / С.Н. Коновалов, В.И. Петрова // Сборник научных трудов ГНБС. – 2017. – Т.144.Ч.II. – С. 32-36.

9. Кузин, А.И. Влияние пофазных систем некорневых подкормок яблони на формирование компонентов продуктивности в интенсивном саду / А.И. Кузин, Ю.В. Трунов // Достижения науки и техники АПК. - 2016. - Т. 30. - № 5. - С. 61-63.

10. Кузин, А.И. Оптимизация азотного питания яблони (*Malus Domestica* Borkh) при фертигации и внесении бактериальных удобрений / А.И. Кузин, Ю.В. Трунов, А.В. Соловьев // Сельскохозяйственная биология. - 2018. - Т. 53. - № 5. - С. 1013-1024.

11. Лукин, С.М. Влияние биопрепаратов ассоциативных азотфиксирующих микроорганизмов на урожайность сельскохозяйственных культур / С.М. Лукин, Е.В. Марчук // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 8. – С. 18-21.

12. Недеструктивная диагностика калийного питания яблони с помощью отражательной спектрофотометрии / А.И. Кузин, Ю.В. Трунов, А.В. Соловьев, Б.И. Смагин // Плодоводство и ягодоводство России. - 2018. - Т. 53. - С. 147-156.

13. Практикум по агрохимии - 2-е изд.: учебное пособие / В.Г. Минеев, В.Г. Сычев, О.А. Амелянчик [и др.]. – М.: Изд-во МГУ, 2001. — 689 с.

14. Церлинг, В.В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур : справочник / В.В. Церлинг. – М.: Агропромиздат, 1990. – 235 с.



15. An alternative to mineral fertilizers: The combined effects of *Trichoderma harzianum* and compost on *Zea mays*, as revealed by <sup>1</sup>H NMR and GC-MS metabolomics / G. Vinci, V. Cozzolino, P. Mazzei [et al.] // *PloS One*. – 2018. – Vol. 13, e0209664.

16. Beneficial Role of Biofertilization on Yield Related Characteristics of Two Apple Cultivars and Soil Microorganisms under Orchard Conditions / M. Pesakovic, J. Tomic, M. Lukic [et al.] // *European Journal of Sustainable Development*. – 2017. – Vol. 6(3). – P. 423-429.

17. Growth promoting effect of a transgenic *Bacillus mucilaginosus* on tobacco planting / X. Li, Z. Wu, W. Li, R. Yan, L.Li, J. Li, M. Li // *Applied Microbiology and Biotechnology*. – 2007. – Vol. 74(5). – P. 1120-1125.

18. Kuzin, A.I. Effect of fertigation on yield and fruit quality of apple (*Malus domestica* Borkh.) in high-density orchards on chernozems in central Russia / A.I. Kuzin, Y.V. Trunov, A.V. Solovyev // *Acta Horticulturae*. - 2018. - T. 1217. - C. 343-349.

19. Parchomchuk, P. Effects of drip fertigation of NH<sub>4</sub> – N and P on soil pH and cation leaching / P. Parchomchuk, G.H. Nelsen, E.J. Hogue // *Canadian Journal of Soil Science*. – 1993. – Vol. 73(2). – P. 157-164.

20. Somers, E. Rhizosphere Bacterial Signalling: A Love Parade Beneath Our Feet / E. Somers, J. Vanderleyden, M. Srinivasan // *Critical Review in Microbiology*. – 2004. – Vol. 30(4). – P. 205-240.

**UDC 634.11:631.86**

**INFLUENCE OF MICROBIOLOGICAL BIOFERTILIZER  
«ORGANIC» ON THE SOIL NUTRIENT SUPPLY AND YIELD OF APPLE  
TREE**

**Kuzin Andrei Ivanovitch**

Doctor of Agricultural Sciences, leading researcher

andrey.kuzin1967@yandex.ru

I.V. Michurin Federal Scientific Centre,  
Professor  
Michurinsk State Agrarian University  
**Karpukhina Svetlana Andreyevna**  
Junior researcher  
setka6808@mail.ru  
I.V. Michurin Federal Scientific Centre  
Michurinsk, Russia

**Annotation.** Many new apple orchards are being planted in Russia based on modern technologies to obtain high fruit yields. These approaches can lead to a significant increase in the application of mineral fertilizers and degradation of soil fertility. For many reasons, the use of organic fertilizers in orchards is currently minimal. We studied the effect of microbiological biofertilizer «Organic» (*Azotobacter chroococcum*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium*, *Trichoderma harzianum*) applied with various mineral fertilizer rates. In the treatment Organic + N<sub>45</sub>P<sub>15</sub>K<sub>60</sub>, with a reduced rate of mineral fertilizers, the yield was at the level of the full mineral fertilizer application (N<sub>90</sub>P<sub>30</sub>K<sub>120</sub>).

**Key words:** apple tree, biofertilizer, mineral fertilizers, yield, soil nutrient supply.