

УДК 634.11:597.64:631.46:631.8

UDC 634.11:597.64:631.46:631.8

06.00.00 Сельскохозяйственные науки

Agricultural sciences

**РАЗВИТИЕ МИКРОФЛОРЫ В РИЗОСФЕРЕ
КОРНЕЙ ЯБЛОНИ ПРИ ВНЕСЕНИИ
УДОБРЕНИЙ****DEVELOPMENT OF MICROFLORA IN APPLE
ROOT RHIZOSPHERE WHEN FERTILIZING**

Кузин Андрей Иванович

к. с.-х. н., доцент

SPIN – код =1122-2680

*Мичуринский государственный аграрный
университет, Мичуринск, Россия**E-mail: kuzin@mgau.ru*

Kuzin Andrei Ivanovich

Cand.Agr.Sci., senior lecturer

RSCI SPIN code =1122-2680

*Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk,
Russia**E-mail: kuzin@mgau.ru*

Трунов Юрий Викторович

д. с.-х.н., профессор

SPIN – код = 9086-5322

*Всероссийский научно-исследовательский
институт садоводства им. И.В. Мичурина,
Мичуринск, Россия*

Trunov Yury Viktorovich

Dr.Agr.Sci., professor

RSCI SPIN code = 9086-5322

*Russian research institute for horticulture named in
honor of I.V. Michurin, Michurinsk, Russia*

Тарова Зинаида Николаевна

к. с.-х. н., доцент

SPIN – код = 3176-3591

*Мичуринский государственный аграрный
университет, Мичуринск, Россия*

Tarova Zinaida Nikolayevna

Cand.Agr.Sci., senior lecturer

RSCI SPIN – code = 3176-3591

*Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk,
Russia*

Вопрос экологической безопасности сельскохозяйственной продукции и агротехнических мероприятий в настоящее время весьма актуален. В сельскохозяйственном производстве широко применяются разнообразные агрохимикаты: средства защиты растений, удобрения, стимуляторы и регуляторы роста растений и т.д. Одним из возможных путей решения этой проблемы может быть частичная замена минеральных удобрений бактериальными. Целью наших исследований было определение влияния различных удобрений и способов их внесения на количественный состав микроорганизмов в почве ризосферы яблоны. Исследования проводили по общепринятым методикам. В нашем опыте мы учитывали численность микроорганизмов в ризосфере корней яблоны, содержание азота, фосфора и калия в листьях яблоны; легкогидролизуемого азота, доступного фосфора и обменного калия в почве и урожайность. В результате исследований нами было установлено, что наиболее высокая урожайность обеспечивалась фертигацией. Внесение в почву бактериальных удобрений обеспечивало прибавку урожая на уровне внесения минеральных удобрений. Применение удобрений, в целом, в изученных дозах, обеспечивало оптимальное содержание азота и фосфора и калия в листьях и почве. При применении фертигации и бактериальных удобрений было высокое и относительно стабильное количество микроорганизмов в ризосфере корней яблоны.

The problem of environmental safety of agricultural products and agro-technical measures is very urgent now. Various agrochemicals are widely used in agricultural production: plant protection preparations, fertilizers, stimulants and plant growth regulators, etc. One possible solution of this problem may be a partial replacement of mineral fertilizers by bacterial ones. The aim of our research was to determine the effect of different fertilizers and methods of their application on the quantity of microorganisms in the apple root rhizosphere soil. The research was carried out according to conventional methods. In our experiment, we determined the number of microorganisms in the rhizosphere of the roots of apple trees, nitrogen, phosphorus and potassium in the leaves; hydrolysable nitrogen, available phosphorus and exchangeable potassium in soil and crop yield. The highest yield was obtained by fertigation in our research. Application bacterial fertilizer to the soil ensured yield increase at the level of mineral fertilizer application. Application of fertilizers in general, in the studied application rates provided optimum level of nitrogen, phosphorus and potassium content in the leaves and soil. By use of fertigation and bacterial fertilizers were high and relatively stable numbers of microorganisms in the rhizosphere of the apple trees. The number of microorganisms in the rhizosphere had a positive correlation with yield and the content of nutrients in soil and in leaves

Количество микроорганизмов в почве ризосферы имело тесную положительную корреляцию с урожайностью и содержанием элементов питания в почве и в листьях

Ключевые слова: ЯБЛОНЯ, УРОЖАЙНОСТЬ, РИЗОСФЕРА, СОДЕРЖАНИЕ АЗОТА, ФОСФОРА И КАЛИЯ В ЛИСТЬЯХ, СОДЕРЖАНИЕ АЗОТА, ФОСФОРА И КАЛИЯ В ПОЧВЕ, ПОЧВЕННЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ

Keywords: APPLE, YIELD, RHIZOSPHERE, NITROGEN, PHOSPHORUS AND POTASSIUM CONTENT IN LEAVES, NITROGEN, PHOSPHORUS AND POTASSIUM CONTENT IN SOIL, SOIL MICROORGANISMS

Введение

Поддержание и повышение биологической активности почв имеют большое значение в традиционном земледелии. При высокой микробиологической активности почв повышается доступность элементов питания для растений [6]. Это особенно важно в интенсивных насаждениях яблони с капельным орошением, где растения длительное время растут на одном месте, а корневая система не выходит за пределы контура увлажнения. В 1 г почвы содержится от нескольких сотен тысяч до нескольких миллиардов микроорганизмов [9].

Независимо от глубины наиболее густо всегда заселена околокорневая (ризосферная) зона растений (от греч. rhiza – одежда). Качественный состав околокорневой микрофлоры зависит от вида растений, но во всех случаях преобладает грибная флора. Количество микроорганизмов околокорневой зоны в тысячи раз превышает микробное число не занятой растениями почвы.

Особенно важна роль типичных видов свободно живущей микрофлоры, которая обитает в зоне корней. Ее влияние на растения весьма значительно. Микроорганизмы оказывают на рост растений то или иное действие продуктами своего метаболизма. Одни виды микробов являются активными продуцентами различных биотических веществ — витаминов, ауксинов, аминокислот и прочих, необходимых для роста растений веществ. Другие виды являются антагонистами к фитопатогенным бактери-

ям, грибам и простейшим. Защищая растения от инфекций, микроорганизмы этих видов усиливают иммунные свойства тканей [6].

Повышенное скопление микробов в прикорневой почве впервые отметил Hiltner в 1904 году (цит. по [6]). Он и предложил термин «ризосфера». При обследовании корневой системы у разных растений он пришел к заключению, что скопление микробов здесь не случайно и что оно обусловлено биологической активностью самих корней.

Если бактерии или дрожжи насытить аминокислотой или витамином, содержащим меченый фосфор P^{32} или серу S^{35} , и затем с избытком внести в субстрат, на котором выращиваются растения, то довольно быстро эти вещества обнаруживаются в тканях растений [13]. Также доказана возможность питания растений аминокислотами за счет деятельности микроорганизмов ризосферы [11]. Способность микроорганизмов передавать растениям продукты своей жизнедеятельности была показана в работе А.И. Ахромейко и А.В. Шестаковой [2].

Цель нашего исследования – установить влияние удобрений и способов их внесения на количественный состав микроорганизмов в почве ризосферы яблони.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2013-14 гг. в опытном интенсивном яблоневом саду ВНИИС им. И.В. Мичурина 2008 г. посадки на фоне капельного орошения. Объектами исследований служили деревья яблони сорта Жигулевское, привитые на подвое 62-396. Схема посадки сада 4,5 x 1 м. Опыт заложен в трехкратной повторности, делянка – 5 деревьев. Норма внесения удобрений была определена с помощью почвенно-листовой диагностики. Для поверхностного внесения с заделкой в почву использовали аммиачную селитру, двойной суперфосфат и сульфат калия, азотовит и

фосфатовит. Для фертигации использовали аммофоску, монофосфат калия и сульфат калия.

Опыты были заложены по следующей схеме:

1. Контроль (без внесения удобрений)
2. Поверхностное внесение минеральных удобрений с заделкой в почву на глубину 10-15 см в дозах: $N_{120}P_{90}K_{250}$ (2013) и $N_{120}P_{70}K_{150}$ (2014)
3. Фертигация в дозах $N_{35}P_{20}K_{40}$ (2013) и $N_{15}P_{15}K_{20}$ (2014)
4. Поверхностное внесение суспензии бактериальных удобрений: Азотовит + Фосфатовит 10+10 л/га

Учет количества микроорганизмов в ризосфере яблони проводили методом Н.А. Красильникова [12]. Содержание легкогидролизуемого азота в почве определяли методом И.В. Тюрина и М.М. Кононовой [1]; содержание фосфора и обменного калия – по В.Ф. Чирикову [10] на фотоэлектродиметре КФК-3 и пламенном фотометре РФР-7.

Отбор проб для определения минерального состава листьев осуществляли в августе из средней части кроны с середины однолетних приростов. Общий азот в листьях определяли методом Кьельдаля по К. Гинзбург с соавторами [8], фосфор - фотоколориметрическим методом С. Хреновой-Дениже [10], калий – методом пламенной фотометрии по В.А. Розумову [8].

Математическая обработка данных проводилась методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [4] с использованием Microsoft Excel 2007.

Результаты исследований

Как уже упоминалось выше, микроорганизмы обитающие в прикорневом слое – ризосфере, оказывают большое влияние на доступность питательных элементов и поглощение корнями [6]. Выделения микроорганизмов, в первую очередь антибиотики, могут

сильно изменять проницаемость мембран. Тем самым они могут значительно увеличивать поглощение тех или иных элементов корнями. Применение различных удобрений и разных способов их внесения оказало несомненное влияние на микробиологическую активность ризосферы растений яблони (табл. 1).

Таблица 1 – Численность микроорганизмов в ризосфере корней яблони сорта Жигулевское/62-396, млн. шт. в 1 г сухой почвы

Варианты	2013		2014	
	25.06.	08.09.	15.06	28.08.
1. Контроль	86	161	96	151
2. Минеральные удобрения	135	186	155	178
3.Фертигация	183	160	176	194
4. Бактериальные удобрения	93	169	159	206
НСР ₀₅	37	42	39	25

Количество микроорганизмов в области ризосферы в конце июня 2013 года (период максимальной потребности растений в элементах питания) было наиболее высоким при фертигации, ниже при поверхностном внесении бактериальных удобрений и в контроле. В сентябре количество микроорганизмов в почве увеличилось во всех вариантах кроме фертигации, но существенных различий по вариантам не отмечено. Наибольшее количество микроорганизмов наблюдали в варианте с поверхностным внесением удобрений.

Внесение удобрений, как правило, повышает количество микроорганизмов в почве, поскольку вносится дополнительное питание, в т.ч. и для микроорганизмов. Фертигация обеспечивала наиболее высокое количество микроорганизмов в почве за счет внесения минеральных веществ с поливной водой в период наиболее высокой потребности

растений в питании. После того, как была прекращена подача питания (азота, фосфора и калия), несколько уменьшилось и количество микроорганизмов в ризосфере. При поверхностном внесении минеральных и бактериологических удобрений в почву максимальная численность микроорганизмов в ризосфере была отмечена в сентябре, когда потребность растений в питании значительно ниже.

В 2014 году динамика количества микроорганизмов в ризосфере была похожей на предыдущий год исследований. Количество микроорганизмов в ризосфере в июне было ниже, чем в конце вегетации. Количество микроорганизмов в ризосфере в 2014 году в июне было примерно одинаковым во всех вариантах с поверхностным внесением в почву бактериальных, минеральных удобрений и фертигацией. В конце августа 2014 года количество микроорганизмов в ризосфере растений яблони при внесении бактериальных удобрений было самым высоким. Количество микроорганизмов при фертигации было несколько ниже, хотя это и не было подтверждено математически. Количество микроорганизмов в ризосфере корней яблони при поверхностном внесении минеральных удобрений было существенно ниже, чем в вариантах, указанных выше. Самым низким этот показатель, как в июне, так и в конце августа, был в контроле. Внесение бактериальных удобрений обеспечило достаточно высокое содержание микроорганизмов в ризосфере корней яблони.

Совершенно логично отметить, что внесение удобрений повышало содержание элементов питания в почве. Особенно сильно внесение удобрений способствовало увеличению содержания азота (табл.2).

Внесение всех видов удобрений обеспечивало оптимальное содержание в почве, притом, что содержание элементов питания в контроле было ниже оптимума. Важным является тот факт, что внесение бактериальных удобрений обеспечивало содержание легкогидролизуемого азота на уровне применения минеральных удобрений поверхностным

способом и фертигацией. Обеспеченность почвы легкогидролизуемым азотом в 2014 году была несколько ниже, чем в 2013 году.

Таблица 2 – Содержание основных элементов питания в почве при выращивании деревьев яблони сорта Жигулевское/62-396, мг/кг

Варианты	Азот		Фосфор		Калий	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014
1. Контроль	90,7	85,2	145,3	139,0	181,8	181,8
2. Минеральные удобрения	147,0	177,4	182,5	209,3	202,2	202,8
3. Фертигация	156,3	166,5	162,4	202,8	212,5	212,5
4. Бактериальные удобрения	152,4	163,4	187,6	203,0	240,6	240,6
Оптимальное содержание элементов [14]	100-150		200-250		180-230	

Особенно существенное влияние удобрения оказали на обеспеченность почвы доступным фосфором. Содержание этого элемента в контроле практически не изменялось в годы исследований, и было относительно низким. В 2013 году содержание фосфора в почве при внесении удобрений было несколько ниже оптимума, однако в 2014 году содержание фосфора было оптимальным во всех вариантах с применением удобрений.

Внесение бактериальных удобрений обеспечивало содержание доступного фосфора в почве на оптимальном уровне, так же как и внесение минеральных удобрений поверхностным способом и фертигацией.

Содержание калия в почве было на оптимальном уровне, внесение бактериальных удобрений обеспечивало даже повышенный уровень содержания калия как в 2013, так и в 2014 году.

Следует отметить, что содержание элементов питания в почве имело тесную корреляцию с количеством микроорганизмов в ризосфере. В

июне 2013 была отмечена корреляция между содержанием азота и количеством микроорганизмов ($r=0,76$), которая, однако, не была отмечена в сентябре. С содержанием в почве доступного фосфора, напротив, корреляции не было в июне, но она была отмечена в начале сентября. Содержание калия в почве в 2013 году не коррелировало с количеством микроорганизмов в ризосфере. В 2014 году мы наблюдали тесную корреляцию между содержанием легкогидролизуемого азота, доступного фосфора и обменного калия с количеством микроорганизмов в ризосфере корней яблони. Подобный факт отмечен нами как в июне, так и в конце августа.

Таблица 3 – Коэффициенты корреляции количества микроорганизмов в ризосфере с содержанием основных элементов питания в почве

Элементы питания	2013		2014	
	25.06.	08.09.	15.06.	28.08.
Легкогидролизуемый азот	0,76	0,33	0,94	0,80
Доступный фосфор	0,03	0,78	0,76	0,76
Обменный калий	0,06	0,08	0,81	0,96

Говоря об обеспеченности растений элементами питания, нельзя обойти момент, связанный с содержанием последних в листьях растений. Содержание основных элементов питания в листьях яблони давно считается показателем обеспеченности растений элементами питания [14]. Содержание элементов питания в листьях, например, азота, имеет тесную корреляцию с урожайностью [7]. В наших опытах содержание элементов питания при внесении удобрений, как правило, было в пределах оптимума (табл.4).

Содержание общего азота в листьях без внесения удобрений было ниже оптимального, особенно в 2013 году. При внесении удобрений содержание азота можно считать оптимальным как в 2013, так и в 2014 году. В 2013 году при внесении минеральных и бактериальных удобрений

содержание азота было практически у самой нижней границы оптимума, фертигация обеспечивала более высокий уровень содержания азота в листьях в пределах оптимума.

В 2014 содержание общего азота было выше, чем в 2013 году. При внесении минеральных удобрений, содержание общего азота в листьях было выше, чем оптимальное. Слишком высокое содержание азота в листьях может оказывать серьезное негативное влияние на качество плодов и их лежкоспособность [15].

Таблица 4 – Содержание основных элементов питания в листьях яблони сорта Жигулевское/62-396, %

Варианты	Азот		Фосфор		Калий	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014
1. Контроль	1,17	1,64	0,31	0,32	1,04	1,11
2. Минеральные удобрения	1,82	2,84	0,42	0,41	0,99	1,21
3. Фертигация	2,33	2,17	0,49	0,37	0,99	1,36
4. Бактериальные удобрения,	1,80	2,41	0,46	0,43	1,12	1,32
Оптимальное содержание элементов [5]	1,8-2,5		0,3-0,5		1,2-1,8	

Содержание фосфора в листьях было в пределах оптимума и практически не зависело от вида удобрений и способа их внесения. Следует отметить, что в контроле содержание фосфора было у нижней границы оптимума.

В 2013 году содержание калия в листьях было ниже оптимального во всех вариантах опыта, но самое высокое содержание его отмечено при использовании бактериальных удобрений. В 2014 году содержание калия в контроле было ниже оптимума. Во всех вариантах с применением удобрений содержание калия было выше оптимума. Самое низкое содержание калия в листьях было при внесении в почву минеральных

удобрений поверхностным способом. При фертигации и внесении бактериальных удобрений было отмечено самое высокое содержание фосфора в 2014 году.

Таблица 5 – Коэффициенты корреляции количества микроорганизмов в ризосфере с содержанием основных элементов питания в листьях

Элементы питания	2013		2014	
	25.06.	08.09.	15.06.	28.08.
Азот	0,87	0,04	0,61	0,65
Фосфор	0,67	0,09	0,81	0,81
Калий	-0,73	-0,18	-0,14	0,91

Содержание элементов питания в листьях также имело тесную корреляцию с количеством микроорганизмов в ризосфере в июне 2013: с содержанием общего азотом в листьях коэффициент корреляции составил 0,87; фосфора 0,67; с содержанием калия была отмечена тесная отрицательная корреляция -0,73 (табл.5). Отсутствие положительной корреляции между содержанием калия в почве или листьях достаточно легко объяснить. Взаимосвязь между содержанием этого элемента в почве и количеством микроорганизмов в первую очередь зависит от таких факторов как температура воздуха, гидротермического коэффициента, содержание азота и влажности почвы [3]. В этот период корреляция между количеством микроорганизмов и содержанием калия отсутствовала, но отрицательную корреляцию между данными показателями можно объяснить антагонистическими взаимоотношениями между отдельными видами микроорганизмов в ризосфере, что снизило поступление калия в листья.

В начале сентября этого же года корреляция между содержанием микроорганизмов в ризосфере и содержанием элементов питания в листьях отсутствовала.

В 2014 году количество микроорганизмов в ризосфере в июне имело тесную корреляцию с содержанием общего азота ($r=0,68$) и фосфора ($r=0,81$). Корреляции между количеством микроорганизмов в ризосфере и содержанием калия отмечено не было ($r=-0,14$). В конце августа количество микроорганизмов в почве имело положительную корреляцию с содержанием всех элементов питания в листьях: азота $r=0,65$, фосфора $r=0,81$, калия $r=0,91$.

Применение удобрений основной своей целью имеет повышение продуктивности растений. Поэтому, говоря о благоприятном воздействии внесения удобрений, нельзя не говорить об урожайности, которая является одним из наиболее значимых показателей эффективности любых агротехнических мероприятий (табл.6).

Таблица 6 – Урожайность яблони сорта Жигулевское/62-396

Варианты	2013, ц/га	2014, ц/га	Σ , ц/га	% к контролю
1. Контроль	43,4	179,1	222,5	100
2. Минеральные удобрения	57,4	258,5	315,9	142
3.Фертигация	68,3	338,6	406,9	183
4. Бактериальные удобрения	52,0	279,1	331,1	149
НСР ₀₅	8,4	20,3		

Применение удобрений способствовало существенному повышению урожайности по сравнению с контролем как в 2013, так и в 2014 году. За 2 года исследований наиболее высокая урожайность была отмечена при использовании фертигации. Особенно существенной прибавка урожайности была в 2014 г., когда была отмечена засуха в июле-августе.

Внесение бактериальных удобрений обеспечивало в 2013 г. такую же урожайность, как и внесение минеральных удобрений. В 2014 году

применение бактериальных удобрений обеспечило более высокую урожайность, чем внесение минеральных удобрений.

Количество микроорганизмов в ризосфере яблони имело тесную взаимосвязь с урожайностью. Коэффициент корреляции между урожайностью в 2013 году и количеством микроорганизмов в июне составил $r=0,96$. В 2014 году также была отмечена тесная положительная корреляция в июне ($r=0,96$); в конце августа коэффициент корреляции ($r=0,83$).

Следует отметить этот факт, который позволяет рассмотреть вопрос о частичной замене поверхностного внесения в почву минеральных удобрений на бактериальные при выращивании экологически безопасных плодов яблони.

Выводы

1. Наиболее высокая урожайность за годы исследований была получена при использовании фертигации. Внесение в почву бактериальных удобрений обеспечивало прибавку урожая на уровне внесения минеральных удобрений.
2. Применение удобрений в рекомендуемых дозах, в целом, обеспечивало оптимальное содержание азота и фосфора и калия в листьях и почве.
3. В годы исследований фертигация и применение бактериальных удобрений обеспечивали высокое и относительно стабильное количество микроорганизмов в ризосфере корней яблони.
4. Количество микроорганизмов в почве ризосферы имело тесную положительную корреляцию с урожайностью и содержанием элементов питания в почве и в листьях.

Список литературы:

1. Аринушкина, Е.В. Руководство по химическому анализу почв / Е.В. Аринушкина. – М.: Изд-во Московского университета, 1962. – 491 с.

2. Ахромейко, А.И. Роль микроорганизмов в питании растений/А.И. Ахромейко, А.В. Шестакова//Сб. докл. науч. конф. науч.-тех. Совета МСХ СССР. – М., 1954.
3. Блохина, Е.А. Динамические модели численности микроорганизмов в почвах лесостепи Алтайского края/Е.А. Блохина, Е.Г. Пивоварова//Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – Т.97, № 11. – С. 40-43.
4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
5. Кондаков, А.К. Удобрение плодовых деревьев, ягодников, питомников и цветочных культур / А.К. Кондаков. – Мичуринск, 2007. – 328 с.
6. Красильников, Н.А. Микроорганизмы почвы и высшие растения/Красильников Н.А. – М. Изд-во АН СССР, 1958. – 464 с.
7. Кузин, А.И. Содержание легкогидролизуемого азота в почве как важный показатель для диагностики питания яблони в условиях Центрально-черноземного региона/ И.И. Кузин, Ю.В. Трунов, А.В. Соловьев, З.Н. Тарова//Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №08(102).
8. Минеев В.Г. Практикум по агрохимии - 2-е изд.: Учебное пособие / В.Г. Минеев, В.Г. Сычев, О.А. Амелянчик, Т.Н. Большева, Н.Ф. Гомонова, Е.П. Дурьнина, В.С. Егоров, Е.В. Егорова, Н.Л. Едемская, Е.А. Карпова, В.Г. Прижукова. – М.: Изд-во МГУ, 2001. — 689 с.
9. Мишустин, Е.Н. Микробиология: учеб.для Вузов/Е.Н. Мишустин, В.Т. Емцев – 3-е изд. – М.: Агропромиздат, 1987.- 368 с.
10. Петербургский, А.В. Практикум по агрономической химии / А.В. Петербургский. – М.: Колос, 1968. – 496 с.
11. Прянишников, Д.Н. Питание растений/Д.Н. Прянишников. – Избр. соч. т. I. – М., Изд-во АН СССР, 1951. – 494 с.
12. Теппер, Е.З. Практикум по микробиологии: учеб.для вузов/Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева. – М.: Колос, 1993 г. – 175 с.
13. Шавловский, Г.М. Участие микроорганизмов ризосферы в снабжении растений витаминами/Г.М. Шавловский//Доклады АН СССР. – 1954. – Т. 95, вып.5.
14. Церлинг В.В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур: справочник/В.В. Церлинг. – М., «Агропромиздат», 1990. – 235 с.
15. Friedrich, G. Physiologische Grundlagen des Obstbaues/G. Friedrich, M. Fischer [u.a.]. – Stuttgart: Eugen Ulmer GmbH&Co, 2000. – 512 S.

References

1. Arinushkina, E.V. Rukovodstvo po himicheskomu analizu pochv / E.V. Arinushkina. – М.: Изд-во Московского университета, 1962. – 491 с.
2. Ahromejko, A.I. Rol mikroorganizmov v pitanii rastenij/A.I. Ahromejko, A.V. Shestakova//Sb. dokl. nach. konf. nach.-teh. Soveta MSH SSSR. – М., 1954.
3. Blohina, E.A. Dinamicheskie modeli chislennosti mikroorganizmov v pochvah lesostepi Altajskogo kraja/E.A. Blohina, E.G. Pivovarova//Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – Т.97, № 11. – S. 40-43.
4. Dospheov, B.A. Metodika polevogo opyta / B.A. Dospheov. – М.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.
5. Kondakov, A.K. Udobrenie plodovyh derev'ev, jagodnikov, pitomnikov i cvetochnyh kul'tur / A.K. Kondakov. – Michurinsk, 2007. – 328 s.

6. Krasilnikov, N.A. Mikroorganizmy pochvy i vysshie rastenija/Krasilnikov N.A. – M. Izd-vo AN SSSR, 1958. – 464 s.
7. Kuzin, A.I. Soderzhanie legkogidrolizuemogo azota v pochve kak vazhnyj pokazatel' dlja diagnostiki pitaniya jabloni v uslovijah Central'no-chernozemnogo regiona/ I.I. Kuzin, Ju.V. Trunov, A.V. Solov'ev, Z.N. Tarova//Politematicheskij setевой jelektron-nyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №08(102).
8. Mineev V.G. Praktikum po agrohimii - 2-e izd.: Uchebnoe posobie / V.G. Mineev, V.G.Sychev, O.A. Ameljanchik, T.N. Bolysheva, N.F. Gomonova, E.P. Durykina, B.C. Egorov, E.V. Egorova, N.L. Edemskaja, E.A. Karpova, V.G. Prizhukova. – M.: Izd-vo MGU, 2001. — 689 c.
9. Mishustin, E.N. Mikrobiologija: ucheb. dlja Vuzov/E.N. Mishustin, V.T. Emcev – 3-e izd. – M.: Agropromizdat, 1987.- 368 s.
10. Peterburgskij, A.V. Praktikum po agronomicheskoj himii / A.V. Peterburgskij. – M.: Kolos, 1968. – 496 s.
11. Prjanishnikov, D.N. Pitanie rastenij/D.N. Prjanishnikov. – Izbr. soch. t. I. – M., Izd-vo AN SSSR, 1951. – 494 s.
12. Tepper, E.Z. Praktikum po mikrobiologii: ucheb.dlja vuzov/E.Z. Tepper, V.K. Shilnikova, G.I. Pereverzeva. – M.: Kolos, 1993 g. – 175 s.
13. Shavlovskij, G.M. Uchastie mikroorganizmov rizoferi v snabzhenii rastenij vitaminami/G.M. Shavlovskij//Doklady AN SSSR. – 1954. – T. 95, vyp.5.
14. Tserling V.V. Diagnostika pitaniya selskohozjajstvennyh kultur: spravocnik/V.V. Tserling. – M., «Agropromizdat», 1990. – 235 s.
15. Friedrich, G. Physiologische Grundlagen des Obstbaues/G. Friedrich, M. Fischer [u.a.]. – Stuttgart: Eugen Ulmer GmbH&Co, 2000. – 512 S.