УДК 634.11:631.42:631.816:631.67

DOI: 10.30679/2219-5335-2018-6-54-59-71

**ТРАНСФОРМАЦИЯ
АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ПОЧВ ПЛОДОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ,
ВОЗДЕЛЫВАЕМЫХ
ПО ИНТЕНСИВНЫМ
ТЕХНОЛОГИЯМ**

Фоменко Тарас Григорьевич
канд. с.-х. наук, зав. лабораторией
агрохимии и мелиорации
e-mail: sad-fertigation@mail.ru

Попова Валентина Петровна
д-р с.-х. наук, доцент
зав. лабораторией экологии почв
e-mail: plod@bk.ru

Пестова Нина Георгиевна
научный сотрудник лаборатории
агрохимии и мелиорации

*Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«Северо-Кавказский федеральный
научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия»,
Краснодар, Россия*

В плодовых насаждениях, возделываемых по интенсивным технологиям, для получения объективных данных обеспеченности почв элементами питания необходимо использование усовершенствованных методических подходов к оценке параметров почвенного плодородия и применение оригинального способа отбора почвенных проб для последующего аналитического исследования. Цель наших исследований – установить закономерности изменения параметров почвенного плодородия в промышленных насаждениях яблони, возделываемых при регулярном локальном применении минеральных удобрений и малообъемного орошения. В результате почвенно-агрохимического исследования плодовых насаждений на аллювиально-луговых почвах установлено существенное изменение параметров почвенного

UDC 634.11:631.42:631.816:631.67

DOI: 10.30679/2219-5335-2018-6-54-59-71

**TRANSFORMATION
OF SOIL AGROCHEMICAL
PROPERTIES OF FRUIT
ORCHARDS CULTIVATED
ON INTENSIVE
TECHNOLOGIES**

Fomenko Taras Grigorievich
Cand. Agr. Sci., Head of Laboratory
of Agrochemistry and Melioration
e-mail: sad-fertigation@mail.ru

Popova Valentina Petrovna
Dr. Sci. Agr., Docent
Head of Laboratory of Soil Ecology
e-mail: plod@bk.ru

Pestova Nina Georgievna
Research Associate of Laboratory
of Agrochemistry and Melioration

*Federal State Scientific
Budget Institution
«North-Caucasian Federal
Scientific Center of Horticulture,
Viticulture, Winemaking»,
Krasnodar, Russia*

In the fruit plantations cultivated on intensive technologies, in order to obtain the objective data on the supply of soils with food elements, it is necessary to use the improved methodological approaches to assess the parameters of soil fertility and the application of original method for selecting the soil samples for following analytic research. The purpose of our research is to find the patterns of changes in the parameters of soil fertility of industrial apple plantations cultivated with regular local application of mineral fertilizers and low-volume irrigation. As a result of soil-agrochemical study of fruit plantings on alluvial-meadow soils, a significant change in the parameters of soil fertility was established in case

плодородия в случае локального применения минеральных удобрений и малообъемного увлажнения почвы. Показано, что при фертигации в местах локального внесения удобрений содержание подвижного фосфора в слое почвы яблоневого сада 0-30 см увеличилось на 98,3-251,1 мг/кг почвы; обменного калия на 66-421 мг/кг почвы, по сравнению с участками, находящимися за пределами зоны локализации минеральных удобрений. Установленные изменения уровней обеспеченности почвы элементами питания необходимо учитывать при планировании системы применения удобрений в многолетних насаждениях, возделываемых по интенсивным технологиям. Результатами исследования показано, что многолетнее применение капельного орошения в промышленных насаждениях яблони привело к накоплению водорастворимых солей (особенно ионов натрия), подщелачиванию и качественному изменению содержания обменных катионов в почвенно-поглощающем комплексе в зонах локального увлажнения почвы. Для снижения негативного влияния орошения на свойства почвы целесообразно использование при орошении яблоневого сада физиологически кислых удобрений, а также периодическое проведение нейтрализации поливной воды кислотой.

Ключевые слова: ПЛОДОВЫЕ НАСАЖДЕНИЯ, АГРОХИМИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ, ФЕРТИГАЦИЯ, АГРОГЕННАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПОЧВ, АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

of local application of mineral fertilizers and low-volume soil moisture. It is shown when fertigation in the places of local fertilizing the movable phosphorus content in the 0-30 cm layer of apple garden soil increased in 98,3-251,1 mg / kg soil, and exchangeable potassium – in 66-421 mg / kg soil; as compared with the areas outside the area of mineral fertilizers localization. The changes found in the levels of soil provision with nutrients should be taken into account when planning the fertilizers system in the perennial plantations cultivated on intensive technologies. The result of research show that the long-term use of drip irrigation in the industrial apple orchards has led to the accumulation of soluble salts (especially sodium ions), to alkalization and qualitative change in the content of exchangeable cations in the soil-absorbing complex in the areas of local soil moisture. To reduce the negative impact of irrigation on the soil properties, it is expedience to use the physiologically acidic fertilizers during irrigation of apple garden, and also to carry out the periodic neutralization of irrigation water by acid.

Key words: FRUIT ORCHARDS, AGROCHEMICAL INSPECTION, FERTIGATION, AGROGENIC DIFFERENTIATION OF SOILS, SOIL AGROCHEMICAL PROPERTIES

Введение. Значительные площади современных плодовых насаждений оборудованы системами капельного орошения, при котором осуществляется локальное внесение минеральных удобрений с малообъемным орошением (фертигация) [1]. Это способствует образованию зон с повышенной концентрацией питательных веществ и регулируемым водным режимом в слое почвы с активно-поглощающей частью корневой системы

плодовых растений. Повышенное содержание питательных веществ в зоне локализации удобрений сохраняется длительное время и, как правило, не ограничивается одним вегетационным периодом. Фертигация плодовых насаждений оказывает значительное влияние на вариабельность агрохимических свойств почвы садового ценоза и, как следствие, на усиление микроизменчивости наиболее важных характеристик агрофизического и агрохимического состояния почв [2-7].

В плодовых насаждениях, возделываемых по интенсивным технологиям, для получения объективных данных обеспеченности почв элементами питания необходимо использование усовершенствованных методических подходов оценки параметров почвенного плодородия и оригинального способа отбора почвенных проб [8, 9].

Установление особенностей пестроты почвенного плодородия плодовых насаждений, возделываемых по интенсивным технологиям, необходимо для расчета дифференцированных норм применения удобрений.

Цель наших исследований – установить закономерности изменения параметров почвенного плодородия промышленных насаждений яблони при регулярном локальном применении минеральных удобрений и малообъемного орошения.

Объекты и методы исследований. Исследования проводили в промышленных насаждениях яблони ИП «Глава КФХ С.А. Сафонов» Кавказского района Краснодарского края. Земли расположены в пойме реки Кубань, почвенный покров представлен преимущественно аллювиально-луговыми насыщенными почвами. Деревья высажены в период с 2009 г по 2015 г., основная схема размещения 4,0 x 1,0 м, слаборослый подвой М9.

Изучение трансформации агрохимических параметров почв проводили на площади 64,1 га. В насаждениях плодовых культур было выделено 12 элементарных участков площадью от 1,5 до 7,0 га (рис. 1).

Рис. 1. Схема размещения элементарных участков при проведении агрохимического обследования почв плодовых насаждений

Отборы почвенных проб осуществляли тростевым буром в слое почвы 0-30 см в конце вегетационного периода (октябрь 2017 г.). Образцы отбирали на каждом элементарном участке отдельно в зоне локального внесения минеральных удобрений (под капельницами) и за пределами очага концентрации питательных веществ (по проекции кроны деревьев, на расстоянии 50-60 см от места внесения питательного раствора).

Лабораторно-аналитические исследования почвенных образцов включали определение реакции почвенной среды по ГОСТу 26423-85; удельной электропроводности почвы по ГОСТу 26423-85; ионов хлорида и ионов натрия потенциометрическим методом в водной вытяжке; общего гумуса по методу Тюрина; нитратного азота по ГОСТу 26570-95; подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО по ГОСТу 26205-91; содержания обменного кальция и обменного

магния трилонометрическим методом в 1,0 н вытяжке NaCl; содержания обменного натрия по ГОСТу 26950-86.

Обсуждение результатов. Поливная вода, используемая для фертигации плодовых растений, имела слабощелочную реакцию среды (pH 7,9). Общее содержание солей в воде составляло 1,385 г/л, из которых 63,2 % были вредные нейтральные соли. Общее содержание водорастворимых солей превышало оптимальные допустимые значения для полива сельскохозяйственных культур (табл. 1). Рассчитано натрий-адсорбционное отношение (SAR – 10,0), которое характеризует качество поливной воды и указывает на вероятность осолонцевания почв при регулярном орошении [10].

Таблица 1 – Химический состав поливной воды, используемой для орошения плодовых насаждений

Показатель, единица измерения	Величина	
pH, ед. pH	7,9	
Удельная электропроводимость, мСм/см	1,54	
Ионный состав	мг-экв./л	мг/л
Ионы бикарбоната (HCO_3)	5,80	354
Ионы хлорида (Cl)	1,65	59
Ионы сульфата (SO_4)	12,18	585
Ионы кальция (Ca)	6,25	125
Ионы магния (Mg)	4,25	52
Ионы натрия (Na)	9,13	210
Сумма солей, г/л	1,385	

Почвы под плодовыми насаждениями за пределами зоны внесения минеральных удобрений характеризовались слабощелочной реакцией почвенной среды $\text{pH}_{\text{водн.}}$ 7,5-8,3 в верхнем плодородном слое.

В местах локализации поливной воды под капельницей показатели $\text{pH}_{\text{водн.}}$ были выше, что указывает на изменение реакции почвенной среды в сторону подщелачивания (табл. 2, 3). Вероятнее всего, это обусловлено

наличием вредных щелочных солей в поливной воде, которые накапливаются в зоне основного увлажнения почвы.

Проведение капельного орошения насаждений яблони минерализованной водой способствовало накоплению водорастворимых солей в основной зоне увлажнения почвы.

Удельная электропроводность почвы под капельницей составляла 0,175-0,278 мСм/см, что в среднем на 105,6 % больше по сравнению с параметрами почвы за пределами зоны увлажнения. Максимальные показатели удельной электропроводности составляли 0,256-0,278 мСм/см, это соответствует общему содержанию солей около 0,10-0,11 % от массы почвы и может указывать на переход её в группу слабозасоленных в основной зоне увлажнения.

На накопление водорастворимых солей при капельном орошении указывает увеличение концентрации в водном растворе ионов хлора и натрия. Содержание ионов хлора увеличилось на 11-179 % в основной зоне увлажнения почвы.

Установлено существенное увеличение водорастворимых ионов натрия, содержание которого в среднем увеличилось в 6,5 раза по сравнению с параметрами почвы за пределами зоны увлажнения. Значительное накопление водорастворимых солей, и в частности ионов натрия в основной зоне увлажнения почвы, обусловлено в большей степени неудовлетворительным качеством используемой поливной воды.

Применение капельного орошения и фертигации не оказало существенного влияния на изменение содержания органического вещества (гумуса) в почве, которое в среднем составляло 3,20-3,25 %. Коэффициент вариации значений содержания органического вещества почвы составил 16,9-17,0 %, что указывает на относительно невысокую пространственную изменчивость почв по данному параметру.

Таблица 2 – Агрохимические параметры почвенного плодородия насаждений яблони в зоне локального увлажнения и внесения минеральных удобрений (слой почвы 0-30 см)

Элементарный участок	Реакция почвенной среды (рН _{водное}), ед.	Удельная электропроводность (Ес), мСм/см	Ионы хлорида (Cl ⁻), мг-экв./100г.	Ионы натрия (Na ⁺), мг-экв./100г.	Гумус, %	Азот нитратный (N-NO ₃), мг/кг	Подвижный фосфор (P ₂ O ₅), мг/кг	Обменный калий (K ₂ O), мг/кг	Обменный кальций, мг-экв./100 г.	Обменный магний, мг-экв./100 г.	Обменный натрий, мг-экв./100 г.
Участок № 1	8,19	0,215	0,106	0,593	3,72	7,1	175,4	510,0	20,60	6,70	1,01
Участок № 2	8,10	0,175	0,110	0,468	3,79	3,5	120,4	355,0	17,51	6,7	0,96
Участок № 3	8,33	0,184	0,132	0,578	4,00	2,0	182,0	510,0	21,12	7,21	1,21
Участок № 4	8,23	0,208	0,125	0,596	3,30	2,0	135,3	333,0	16,48	6,18	1,01
Участок № 5	8,40	0,246	0,167	0,672	3,09	2,2	202,0	355,0	22,15	8,24	1,29
Участок № 6	8,17	0,179	0,132	0,450	2,74	1,6	127,6	266,0	15,45	4,64	0,98
Участок № 7	8,23	0,176	0,135	0,461	3,65	2,7	140,8	422,0	19,57	6,18	1,15
Участок № 8	7,52	0,178	0,106	0,470	2,24	1,0	234,5	399,0	9,72	4,09	0,78
Участок № 9	8,06	0,183	0,115	0,464	2,81	1,8	193,4	422,0	12,28	6,65	0,79
Участок № 10	8,41	0,181	0,141	0,414	2,46	2,6	193,8	466,0	12,79	4,09	0,75
Участок № 11	8,17	0,256	0,170	0,589	3,44	1,7	281,9	710,0	17,90	4,60	0,66
Участок № 12	8,28	0,278	0,133	0,647	3,72	2,6	270,2	710,0	18,93	6,14	0,87
Средняя арифметическая, X _{сред.}	8,17 ± 0,22	0,205 ± 0,03	0,131 ± 0,02	0,534 ± 0,08	3,25 ± 0,55	2,5 ± 1,5	188,1 ± 51,2	454,8 ± 133,0	17,04 ± 3,69	5,95 ± 1,26	0,96 ± 0,19
Коэффициент вариации (V), %	2,7	16,9	15,5	15,7	16,9	58,4	27,2	29,2	21,7	21,2	19,5

Таблица 3 – Агрохимические параметры почвенного плодородия насаждений яблони за пределами очага концентрации питательных веществ (слой почвы 0-30 см)

Элементарный участок	Реакция почвенной среды (рН _{водное}), ед.	Удельная электропроводность (Ес), мСм/см	Ионы хлорида (Cl ⁻), мг-экв./100г.	Ионы натрия (Na ⁺), мг-экв./100г.	Гумус, %	Азот нитратный (N-NO ₃), мг/кг	Подвижный фосфор (P ₂ O ₅), мг/кг	Обменный калий (K ₂ O), мг/кг	Обменный кальций, мг-экв./100 г.	Обменный магний, мг-экв./100 г.	Обменный натрий, мг-экв./100 г.
Участок № 1	8,21	0,097	0,038	0,045	3,58	5,8	22,1	311,0	25,23	2,06	0,31
Участок № 2	8,01	0,087	0,057	0,049	3,65	3,1	22,1	266,0	23,63	2,06	0,22
Участок № 3	8,17	0,094	0,059	0,083	3,93	3,1	22,8	333,0	27,30	1,55	0,27
Участок № 4	7,86	0,083	0,057	0,067	3,02	2,0	19,0	241,0	21,12	2,06	0,20
Участок № 5	8,22	0,109	0,084	0,058	2,95	5,4	23,3	399,0	27,81	2,58	0,21
Участок № 6	8,18	0,080	0,059	0,040	2,81	1,7	17,9	200,0	20,09	2,06	0,23
Участок № 7	7,98	0,075	0,080	0,058	3,37	3,3	35,9	333,0	24,72	1,55	0,21
Участок № 8	7,50	0,077	0,088	0,099	2,32	2,7	35,9	200,0	11,25	5,12	0,08
Участок № 9	7,63	0,108	0,103	0,152	2,81	3,6	31,7	244,0	13,30	6,65	0,11
Участок № 10	8,15	0,167	0,116	0,251	2,39	4,9	31,0	244,0	17,39	1,53	0,37
Участок № 11	8,11	0,144	0,097	0,105	3,44	9,3	30,8	289,0	19,95	1,53	0,16
Участок № 12	8,31	0,122	0,099	0,125	4,07	8,0	32,2	399,0	20,97	3,58	0,23
Средняя арифметическая, X _{сред.}	8,03 ± 0,24	0,104 ± 0,03	0,078 ± 0,02	0,094 ± 0,06	3,20 ± 0,54	4,4 ± 2,3	27,1 ± 6,2	288,3 ± 65,4	21,06 ± 4,95	2,69 ± 1,56	0,22 ± 0,08
Коэффициент вариации (V), %	3,0	26,4	29,1	61,1	17,0	51,3	23,0	22,7	23,5	58,0	35,0

Содержание нитратного азота в зоне локального внесения минеральных удобрений в почве под плодовыми насаждениями составляло 1,0-7,1 мг/кг почвы. При фертигации не установлено закономерности увеличения содержания нитратного азота, данный факт может указывать как на интенсивное его усваивание растениями на протяжении вегетационного периода, так и на вымывание из основной зоны увлажнения почвы при регулярном капельном орошении.

Обеспеченность почв плодовых насаждений подвижным фосфором за пределами удобряемой зоны почвы согласно общепринятой группировке [11] изменялась от средней – 17,9 мг/кг до повышенной – 35,9 мг/кг.

В местах локального внесения минеральных удобрений отмечено существенное увеличение содержания подвижного фосфора, которое составляло 120,4-281,9 мг/кг почвы, что в среднем в шесть раз больше содержания в слое почвы за пределами зоны локализации минеральных удобрений.

Содержание подвижного фосфора в зоне локализации удобрений соответствовало очень высокому уровню обеспеченности, в результате происходит так называемое локальное зафосфачивание почвы.

Фертигация также способствовала повышению обеспеченности обменным калием на 89,0-421,0 мг/кг по сравнению с образцами, отобранными вне зоны локализации удобрений.

При отборе почвенных образцов под капельницами почва характеризовалась более высокими коэффициентами вариации содержания подвижного фосфора ($V = 27,2\%$) и обменного калия ($V = 29,2\%$), что указывает на увеличение пространственной неоднородности почв плодовых насаждений при локальном внесении минеральных удобрений.

Применение многолетнего капельного орошения в плодовых насаждениях привело к постепенному вымыванию ионов кальция из зон локального увлажнения почвы. Снижение содержания обменного кальция в почве в результате орошения составило от 1,02 до 6,18 мг-экв./100г. почвы непо-

средственно под капельницами, в среднем на всех участках содержание обменного кальция уменьшилось на 18,4 %.

В зонах локального увлажнения почвы установлено повышение содержания обменного магния до 8,24 мг-экв./100г. почвы, в среднем на всех участках увеличение составило 173 %. В результате доля магния в почвенно-поглощающем комплексе (ППК) на многих участках возросла с исходных 5,8-9,2 % до 22,0-26,6 % (уч. 1-7) от суммы поглощенных оснований.

Известно, что при увеличении количества магния наблюдается повышение щелочности и ухудшение водно-физических свойств почвы. При этом отмечена тенденция накопления обменного магния в почве под капельницами в зависимости от продолжительности капельного орошения (рис. 2).

(по горизонтали – возраст насаждений, по вертикали – изменение содержания обменного магния под капельницами по сравнению с параметрами почвы вне зоны локализации поливной воды)

Рис. 2. Степень изменения содержания обменного магния в зоне локального увлажнения почвы в зависимости от возраста насаждений яблони

Повышенное содержание натрия в поливной воде привело к существенному увеличению его концентрации в местах локализации поливной воды. Содержание обменного натрия в слое почвы 0-30 см под капельницей увеличилось с $0,22 \pm 0,08$ до $0,96 \pm 0,19$ мг-экв./100г. почвы, в среднем на всех участках его содержание увеличилось в 4 раза.

Доля обменного натрия в ППК в зоне локального увлажнения почвы увеличилась до 5,3 % (уч. 8) от суммы поглощенных оснований, что свидетельствует уже о слабой степени солонцеватости почвы. За пределами зоны локального увлажнения почвы содержание обменного натрия невысокое и не превышало 0,5-1,1 % от суммы поглощенных оснований, что соответствует оптимальным параметрам.

Выводы. В результате почвенно-агрохимического исследования почв плодовых насаждений установлено существенное изменение параметров почвенного плодородия при локальном применении минеральных удобрений и малообъемного увлажнения. При фертигации под капельницами содержание подвижного фосфора увеличилось на 98,3-251,1 мг/кг почвы, обменного калия на 66-421 мг/кг по сравнению с почвой за пределами зоны локализации минеральных удобрений.

Установленные изменения уровней обеспеченности почвы элементами питания необходимо учитывать при планировании системы применения удобрений в плодовых насаждениях, возделываемых при интенсивной технологии. Таким образом, регулярное применение минеральных удобрений при капельном поливе плодовых насаждений может привести к локальной переудобренности почвы. Поэтому для поддержания уровня плодородия почв и оптимизации питания плодоносящих деревьев яблони рекомендуется сочетать фертигацию с основным внесением удобрений.

Многолетнее применение капельного орошения привело к накоплению водорастворимых солей (особенно ионов натрия), подщелачиванию и качественному изменению содержания обменных катионов в почвенном поглощающем комплексе в зоне основного увлажнения почвы.

Фертигация способствовала активному насыщению в ППК вредных для растений катионов натрия и магния и вытеснения из него катиона кальция. При этом установлено увеличение степени изменения параметров

почвы под капельницами в зависимости от продолжительности проведения капельного орошения (лет).

В большей степени эти закономерности установлены по содержанию водорастворимых ионов хлорида и натрия, а также обменного кальция и магния. Для снижения негативного влияния орошения на свойства почвы целесообразно использование при орошении физиологически кислых удобрений, а также периодическое проведение нейтрализации поливной воды кислотой.

Литература

1. Система земледелия в садоводстве и виноградарстве Краснодарского края (методические рекомендации). – Краснодар: ФГБНУ СКЗНИИСиВ, 2015. – 241 с.
2. Neilsen, G.H. Response of apple to fertigation of N and K under conditions susceptible to the development of K deficiency / G.H. Neilsen, D.Neilsen, L.C. Herbert, E.J. Hogue // Journal of the American Society for Horticultural Science. – 2004. – Vol. 129 (1). – P. 26-31.
3. Quiñones, Ana. Influence of irrigation system and fertilization management on seasonal distribution of N in the soil profile and on N-uptake by citrus trees / Ana Quiñones, Belén Martínez-Alcántara, Francisco Legaz // Agriculture, Ecosystems and Environment. – 2007. – Vol. 122. – P. 399-409.
4. Chen Zeng Temporal changes in soil hydraulic conductivity with different soil types and irrigation methods / Chen Zeng, Quanjiu Wang, Fan Zhang, Jun Zhang // Geoderma //– 2013. – Vol. 193-194. – p. 290-299.
5. Воеводина, Л.А. Влияние капельного орошения на засоление почв / Л.А. Воеводина, Ю.Ф. Снопич, А.Н. Черкунов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета [Электронный ресурс]. – 2010. – № 64 (10). – 20 с.
6. Помякшева, Л.В. Распределение в дерново-подзолистой почве нитратного азота при фертигации с капельным поливом // Плодоводство и ягодоводство России. – 2015. – Том 43. – С. 337-341.
7. Фоменко, Т.Г. Пространственная неоднородность почв садовых ценозов в условиях локального применения удобрений и водных мелиораций / Т.Г. Фоменко, В.П. Попова, Н.Г. Пестова, Е.А. Черников // Агрохимия. – 2015. – №2. – С. 13-22.
8. Патент РФ № 2588640. Способ оптимизации питания плодовых насаждений интенсивного типа / Т.Г. Фоменко, В.П. Попова, Н.Г. Пестова; Патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства». – Заявка № 2015106779/13; заявлено 26.02.2015; опубликовано 10.07.2016.
9. Фоменко, Т.Г. К методике агрохимического обследования плодовых насаждений интенсивного типа и расчета дифференцированных доз применения минеральных удобрений / Т.Г. Фоменко, В.П. Попова, Н.Г. Пестова, Е.А. Черников // Агрохимия. – 2017. – № 3. – С. 79-91.

10. Handbook on pressurized irrigation techniques. Second edition. – FAO, 2007. – 296 p.

11. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – М.: ВНИИА, 2003. – 196 с.

References

1. Sistema zemledeliya v sadovodstve i vinogradarstve Krasnodarskogo kraja (metodicheskie rekomendacii). – Krasnodar: FGBNU SKZNIISiV, 2015. – 241 s.

2. Neilsen, G.H. Response of apple to fertigation of N and K under conditions susceptible to the development of K deficiency / G.H. Neilsen, D.Neilsen, L.C. Herbert, E.J. Hogue // Journal of the American Society for Horticultural Science. – 2004. – Vol. 129 (1). – P. 26-31.

3. Quiñones, Ana. Influence of irrigation system and fertilization management on seasonal distribution of N in the soil profile and on N-uptake by citrus trees / Ana Quiñones, Belén Martínez-Alcántara, Francisco Legaz // Agriculture, Ecosystems and Environment. – 2007. – Vol. 122. – P. 399-409.

4. Chen Zeng Temporal changes in soil hydraulic conductivity with different soil types and irrigation methods / Chen Zeng, Quanjiu Wang, Fan Zhang, Jun Zhang // Geoderma //– 2013. – Vol. 193-194. – p. 290-299.

5. Voevodina, L.A. Vliyanie kapel'nogo orosheniya na zasolenie pochv / L.A. Voevodina, Yu.F. Snipich, A.N. Cherkunov // Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Elektronnyj resurs]. – 2010. – № 64 (10). – 20 s.

6. Pomyaksheva, L.V. Raspredelenie v dernovo-podzolistoj pochve nitratnogo azota pri fertigacii s kapel'nym polivom // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. – 2015. – Tom 43. – S. 337-341.

7. Fomenko, T.G. Prostranstvennaya neodnorodnost' pochv sadovyh cenozov v usloviyah lokal'nogo primeneniya udobrenij i vodnyh melioracij / T.G. Fomenko, V.P. Popova, N.G. Pestova, E.A. Chernikov // Agrohimiya. – 2015. – №2. – S. 13-22.

8. Patent RF № 2588640. Sposob optimizacii pitaniya plodovyh nasazhdenij intensivnogo tipa / T.G. Fomenko, V.P. Popova, N.G. Pestova; Patentoobladatel': Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe nauchnoe uchrezhdenie «Severo-Kavkazskij zonal'nyj nauchno-issledovatel'skij institut sadovodstva i vinogradarstva». – Zayavka № 2015106779/13; zayavleno 26.02.2015; opublikovano 10.07.2016.

9. Fomenko, T.G. K metodike agrohimicheskogo obsledovaniya plodovyh nasazhdenij intensivnogo tipa i rascheta differencirovannyh doz primeneniya mineral'nyh udobrenij / T.G. Fomenko, V.P. Popova, N.G. Pestova, E.A. Chernikov // Agrohimiya. – 2017. – № 3. – S. 79-91.

10. Handbook on pressurized irrigation techniques. Second edition. – FAO, 2007. – 296 r.

11. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu kompleksnogo monitoringa plodorodiya pochv zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya. – М.: VNIIA, 2003. – 196 s.