

УДК 631.82:631.67:634.11

## ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯБЛОНИ ПРИ ЛОКАЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И МАЛООБЪЕМНОГО ОРОШЕНИЯ<sup>1</sup>

Фоменко Т.Г., канд. с.-х. наук, Попова В.П., д-р с.-х. наук,  
Пестова Н.Г.

Государственное научное учреждение Северо-Кавказский зональный  
научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства  
(Краснодар)

**Реферат.** Приемы оптимизации водного и пищевого режимов плодовых насаждений посредством капельного орошения, фертигации и локального внутрпочвенного внесения удобрений имели относительно невысокие доли влияния на продуктивность яблони (<31,1 %). Увеличение доз вносимых при фертигации удобрений не оказало прямого влияния на повышение урожайности растений яблони, что может быть обусловлено сравнительно малым контактом питательных веществ с активной частью поглощающей корневой системы деревьев. При этом локальное применение минеральных удобрений привело к существенному изменению агрохимических свойств почвы, формированию очагов повышенной концентрации питательных веществ в почве и созданию зон интенсивной удобренности.

**Ключевые слова:** плодовые насаждения, капельное орошение, фертигация, черноземные почвы, агрогенная дифференциация почв, агрохимические свойства почв

**Summary.** Optimization techniques of water and food regimes of fruit plantations through a drip irrigation, fertigation and local subsurface fertilizer application had a relatively low share of influence on the productivity of apple trees (< 31.1%). Increasing of fertilizers doses with fertigation did not have a direct effect on increasing of apple plants yield, which may be due to the relatively low nutrient contact with an active part of the absorbing root system of trees. The local application of mineral fertilizers has caused the significant changes of agrichemical soil properties and the formation of centre's of increased nutrients concentration in the soil and the creation of intensive fertilizers zones.

**Key words:** fruit orchards, drop irrigation, fertigation, chernozem soils, agro gene differentiation of soils, soil agrichemical properties

**Введение.** В условиях юга России в течение вегетационного периода плодовых растений часто наблюдается низкая влажность почвы и высокие температуры воздуха. Даже в относительно влажные годы отмечаются засухи продолжительностью 40 дней и более. Плодовые растения за вегетационный период тратят значительное количество воды на испарение и транспирацию.

Потребляемая вода необходима для роста, образования тканей и протекания жизненных процессов. Для производства конкурентоспособной плодовой продукции создать оптимальные условия режима влажности почвы без орошения нельзя [1].

Одним из самых технически совершенных способов полива и применения удобрений является автоматизированная система капельного орошения, которая позволяет проводить полив в любые периоды вегетации растений, не мешая выполнению агротехнических мероприятий по уходу за плодовыми деревьями [2, 3].

Возможность малого расхода воды при капельном орошении заложена в технологии локальной подачи поливной воды в виде капель раствора непосредственно в зону корневой системы растений с расходом, не превышающим впитывающую способность почвы. Последующее распределение влаги в почве происходит под действием капиллярных сил и создается так называемый контур или очаг увлажнения [4, 5, 6].

Анализ результатов исследований показал недостаточную изученность элементов технологии применения минеральных удобрений при капельном орошении в плодовых насаждениях. Не решена проблема снижения периодичности плодоношения яблони, кото-

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ р\_юг\_a № 13-04-96539

рая отмечается во всех почвенно-климатических зонах, даже при использовании приемов оптимизации водного и пищевого режимов сада [7]. Одновременно возникает необходимость установления закономерностей изменения обеспеченности растений яблони доступными элементами питания и почвенной влагой в зоне локального применения минеральных удобрений и малообъемного орошения, что позволит более объективно определить факторы, оказывающие влияние на продуктивность плодовых растений.

**Объекты и методы исследований.** Исследования проводили в условиях неустойчивого увлажнения Краснодарского края на черноземе выщелоченном (ЗАО ОПХ «Центральное») в плодоносящих насаждениях яблони сорта Чемпион на подвое М9, схема размещения 4,5 x 1,2 м, деревья яблони высажены весной 2009 г.

*Схема опыта в 2012 году:*

1. Контроль (без применения удобрений и капельного орошения).
2. Фертигация N<sub>15</sub> K<sub>30</sub>.
3. Фертигация N<sub>20</sub> K<sub>40</sub>.
3. Фертигация N<sub>25</sub> K<sub>50</sub>.

*Схема опыта в 2013 году:*

1. Контроль (без применения удобрений и капельного орошения).
2. Капельное орошение.
3. Фертигация N<sub>60</sub>P<sub>30</sub>K<sub>60</sub>.
4. Фертигация N<sub>30</sub>P<sub>15</sub>K<sub>30</sub> + внутрипочвенное внесение удобрений в дозе N<sub>30</sub>P<sub>15</sub>K<sub>30</sub>.
5. Фертигация N<sub>60</sub>P<sub>30</sub>K<sub>60</sub> + внутрипочвенное внесение удобрений в дозе N<sub>30</sub>P<sub>15</sub>K<sub>30</sub>.

Фертигация плодовых насаждений проводилась на протяжении вегетационного периода при засушливых условиях каждые 3-5 дней с поливной нормой 25-28 м<sup>3</sup>/га. Для внесения использовали хорошо растворимые формы минеральных удобрений: в 2012 г. – аммиачная селитра (N-34,6 %) и сульфат калия (K-42 %); в 2013 г. – нитрофоска солуб (N-8 P-12 K-24) и аммиачная селитра (N-34,4 %). Локальное внутрипочвенное внесение удобрений проводили в ранневесенний период на расстоянии 0,7-0,8 м от штамбов деревьев на глубину 15-20 см.

Поливы назначались по результатам оценки запаса влаги в корнеобитаемом слое почвы на расстоянии 20–25 см от места падения капли при достижении предполивной влажности, соответствующей 60 % НВ (наименьшей влагоёмкости). Оптимальную влажность почвы поддерживали на уровне 80% НВ в пределах контуров увлажнения.

Расчет поливной нормы проводили общепринятым методом, основанном на доведении влажности почвы до оптимального значения в увлажняемом объеме [1]. Расстояние между капельницами на поливoproводе было 70 см, расход воды через одну капельницу составлял 1,6 л/час.

При закладке полевого опыта, проведении учетов, наблюдений и других видов полевых работ использовали общепринятые методики [8, 9]. Опыт заложен в 3-кратной повторности, количество учетных растений в делянке – шесть. Окружность штамбов деревьев определяли с помощью мерной ленты на постоянном месте на высоте 30 см от поверхности почвы. Размеры приростов побегов продолжения фиксировали в осенний период на ветвях первого порядка равномерно по периферии окружности кроны, выходящей в междурядье. Урожай плодов учитывали с каждого учётного дерева глазомерно, а затем весовым методом во время съёма плодов.

Для изучения степени дифференциации физико-химических свойств чернозема выщелоченного при локальном внесении удобрений отборы почвенных образцов проводили

по слоям 0-10, 10-30, 30-50, 50-70, 70-90 см в местах падения капель поливной воды и через каждые 10 см или 20 см по направлению к центру междурядья. На контрольном варианте отбор почвы проводили аналогично – в центре приствольной полосы и по направлению к центру междурядья. Образцы почвы отбирали с помощью малогабаритного почвенного бура С.Ф. Неговелова в период созревания плодов яблони (август-сентябрь).

В почвенных образцах определяли рН водной суспензии, минеральные формы азота ( $N-NO_3$  и  $N-NH_4$ ), подвижные формы фосфора и обменного калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО по общепринятым методам (ГОСТам) [10-13].

При анализе полученных экспериментальных данных полевого опыта пользовались методами математической статистики с применением дисперсионного анализа в программах StatSoft STATISTICA 8.0 и Microsoft Office Excel 2003 согласно «Методике полевого опыта» [14].

**Обсуждение результатов.** Фертигация насаждений яблони интенсивного типа приводила к формированию очагов повышенной концентрации элементов питания и дифференциации комплекса агрохимических и физико-химических свойств чернозема выщелоченного в местах локального воздействия рабочего раствора.

Установлены закономерности изменения обеспеченности растений яблони доступными элементами питания в зоне локализации минеральных удобрений и малообъемного орошения. Основная часть вносимых при фертигации элементов питания концентрировалась в верхнем 0-30 см слое почвы и на расстоянии до 20 см от точки падения капли раствора питательных веществ.

При фертигации нормой  $N_{20}K_{40}$  в местах локального внесения удобрений среднее содержание нитратного азота составило 42,6 мг/кг, аммиачного азота – 18,5 мг/кг, подвижного фосфора – 344,3 мг/кг, обменного калия – 464 мг/кг почвы в слое почвы 0-30 см (рис.). Отмечена высокая миграционная способность азота в нитратной форме, установлено вымывание части нитратов ниже основного корнеобитаемого слоя почвы (0-60 см), однако основное их количество сохранялось в местах локального внесения.

В результате локальной агрогенной дифференциации свойств почв корневая система растений яблони располагалась в зонах с различными параметрами почвенного плодородия: зона интенсивного агрогенного воздействия в местах локализации минеральных удобрений и малообъемного увлажнения почвы и зона слабого агрогенного воздействия. Одновременное воздействие гетерогенных свойств почв позволяет избежать существенных различий в силе роста и развитии плодовых растений [10].

Применение приемов оптимизации водного и пищевого режимов почвы плодового ценоза при проведении фертигации способствовало существенному увеличению ростовых процессов яблони по отношению к контролю. Приросты окружностей штамбов яблони увеличились в среднем на 29-50 %, размеры однолетних побегов были больше в среднем на 11-20 % (табл. 1).

Дисперсионный анализ данных показал, что доля влияния фактора (орошение + применение удобрений) на увеличение приростов окружностей штамбов составляла в 2012 году – 43,4 %, в 2013 году – 52,9 %. Доля влияния на увеличение размеров побегов продолжения в 2012 г была относительно небольшой – 28,4 %, однако в 2013 г. была довольно существенной – 72 %. В целом можно отметить, что в 2013 году применение фертигации оказало более существенное влияние на увеличение ростовых процессов деревьев яблони по сравнению с 2012 годом.

Увеличение дозы применения минеральных удобрений при фертигации насаждений яблони не способствовало усилению ростовых процессов, на рост и развитие деревьев яблони большее влияние оказывало улучшение условий увлажнения при капельном поливе сада, нежели действие вносимых удобрений.

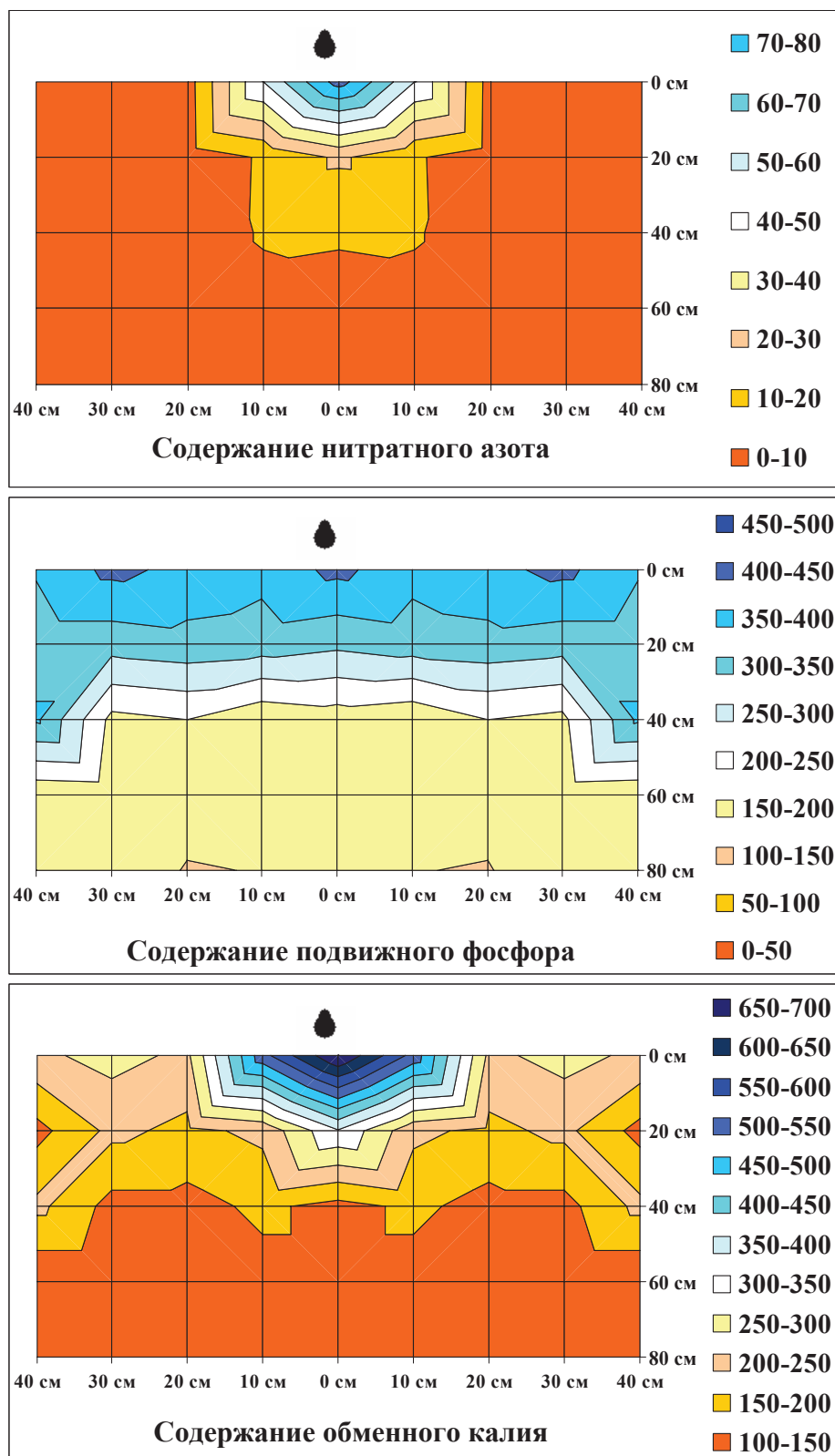


Рис. Содержание элементов питания в зоне локализации минеральных удобрений при фертигации нормой  $N_{20} K_{40}$

(по горизонтали – при удалении от точки падения капли в сторону междурядья, по вертикали – в глубину почвы)

■ 0-10 – уровень содержания элементов питания, мг/кг почвы

Таблица 1 – Влияние приемов улучшения водного и пищевого режимов плодового ценоза на интенсивность ростовых процессов яблони

Вариант	Средние приросты окружностей штамбов, см	Средние размеры побегов, см
Опыт 2012 года		
Контроль	1,41	45,72
Фертигация N <sub>15</sub> K <sub>30</sub>	2,12*	54,90*
Фертигация N <sub>20</sub> K <sub>40</sub>	1,87*	51,23*
Фертигация N <sub>25</sub> K <sub>50</sub>	1,71	53,70*
НСР 05	0,32	5,02
Критерий Фишера	F <sub>факт</sub> (4,85) > F <sub>станд 05</sub> (3,24)	F <sub>факт</sub> (2,99) < F <sub>станд 05</sub> (3,24)
Опыт 2013 года		
Контроль	1,40	32,44
Капельное орошение.	2,06*	41,39*
Фертигация N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>60</sub>	1,85*	38,72*
Фертигация N <sub>30</sub> P <sub>15</sub> K <sub>30</sub> + внутрпочвенное внесение N <sub>30</sub> P <sub>15</sub> K <sub>30</sub>	1,89*	38,55*
Фертигация N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>60</sub> + внутрпочвенное внесение N <sub>30</sub> P <sub>15</sub> K <sub>30</sub>	1,81*	36,22
НСР 05	0,35	3,95
Критерий Фишера	F <sub>факт</sub> (6,42) > F <sub>станд 05</sub> (3,48)	F <sub>факт</sub> (8,77) > F <sub>станд 05</sub> (3,48)

\* – Существенная разница при 95 %-ном уровне значимости.

Необходимо учитывать, что усиление ростовых процессов деревьев яблони и увеличение их габитуса в условиях капельного орошения с применением удобрений может ухудшить освещенность внутри кроны. Поэтому при возделывании интенсивных насаждений яблони на капельном орошении необходимо применение агротехнических приемов, направленных на сдерживание ростовых процессов плодовых растений. Это позволит не только оптимизировать рост деревьев и освещенность кроны, но и уменьшить расход питательных веществ на формирование однолетнего прироста, который будет удален при зимней обрезке.

Приемы оптимизации водного и пищевого режимов почвы плодового ценоза способствовали повышению урожайности деревьев яблони. Прибавка урожая плодов обусловлена как увеличением продуктивности растений яблони, так и увеличением средней массы плодов по сравнению с контролем.

Максимальная прибавка урожайности насаждений яблони сорта Чемпион на подвое М9 в 2012 году получена при фертигации нормой N<sub>15</sub> K<sub>45</sub> – 4,43 т/га, в 2013 году при сочетании фертигации N<sub>30</sub>P<sub>15</sub>K<sub>30</sub> с основным внутрпочвенным внесением удобрений N<sub>30</sub>P<sub>15</sub>K<sub>30</sub> – 7,39 т/га (табл. 2).

Следует отметить, что разница в урожае плодов с контролем в основном была в пределах ошибки опыта (НСР<sub>05</sub>), поэтому в данном случае можно утверждать только о тенденции увеличения урожайности яблони.

Таблица 2 – Влияние приемов улучшения водного и пищевого режимов плодового ценоза на урожайность и товарные качества плодов яблони сорта Чемпион

Вариант	Средняя масса плодов, г.	Количество плодов на дереве, шт	Урожайность, т/га
Опыт 2012 года			
Контроль	188,3	63,4	22,09
Фертигация N <sub>15</sub> K <sub>30</sub>	185,3	67,1	22,99
Фертигация N <sub>20</sub> K <sub>40</sub>	183,3	62,5	21,19
Фертигация N <sub>25</sub> K <sub>50</sub>	185,0	77,5*	26,52*
НСР 05	-	12,5	4,28
Критерий Фишера	-	$F_{\text{факт}}(3,07) < F_{\text{станд 05}}(3,24)$	$F_{\text{факт}}(3,25) > F_{\text{станд 05}}(3,24)$
Опыт 2013 года			
Контроль	156,7	85,0	24,62
Капельное орошение	164,7	86,8	26,44
Фертигация N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>60</sub>	195,7	80,4	29,15
Фертигация N <sub>30</sub> P <sub>15</sub> K <sub>30</sub> + внутрипочвенное внесение N <sub>30</sub> P <sub>15</sub> K <sub>30</sub>	183,1	94,5	32,01
Фертигация N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>60</sub> + внутрипочвенное внесение N <sub>30</sub> P <sub>15</sub> K <sub>30</sub>	177,5	77,5	25,47
НСР 05	-	25,8	8,34
Критерий Фишера	-	$F_{\text{факт}}(0,80) < F_{\text{станд 05}}(3,48)$	$F_{\text{факт}}(1,66) < F_{\text{станд 05}}(3,48)$
		нет	18 %

\* – Существенная разница при 95 %-ном уровне значимости.

Доля влияния фактора (орошение + применение удобрений) на урожайность растений яблони составляла в 2012 г. – 31,1 %, в 2013 г – 18,0 %. Как показывают эти данные, высокую долю влияния на продуктивность яблони при фертигации могут оказывать и другие факторы: породно-сортовой состав, сортовая реакция на стресс-факторы среды, климатические условия года, агротехнологические приемы возделывания и т.д.

**Выводы.** Прямого влияния приемов оптимизации водного и пищевого режимов посредством капельного орошения, фертигации и локального внутрипочвенного внесения удобрений на увеличение урожайности яблони не установлено. Отчасти это может быть обусловлено тем, что вносимые при фертигации удобрения имеют сравнительно малый контакт с активной частью поглощающей корневой системы плодовых растений.

При этом увеличение доз вносимых фосфорно-калийных удобрений на черноземе выщелоченном не приводило к их равномерному распределению в почве, они больше фиксировались в местах падения капель раствора питательных веществ, создавая очаги повышенной концентрации.



Таким образом, применение повышенных доз минеральных удобрений при фертигации насаждений яблони на черноземе выщелоченном может не оказать положительного воздействия на продуктивность насаждений, но при этом привести к негативным изменениям свойств почв.

### Литература

1. Попова, В.П. Капельное орошение плодовых насаждений. Методические рекомендации / В.П. Попова, Т.Г. Фоменко. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ Россельхозакадемии.– 2013. – 49 с.
2. Ясониди, О.Е. Капельное орошение на Северном Кавказе / О.Е. Ясониди.– Изд. Ростовского университета, 1987. – 80 с.
3. Скобельцын, Ю.А. Системы капельного орошения. Учебное пособие / Ю.А. Скобельцын, А.Д. Гумбаров. – Краснодар: КубГАУ, 1985. – 133 с.
4. Овчинников, А.С. Применение ресурсосберегающих способов полива при возделывании сельскохозяйственных культур / А.С. Овчинников, М.П. Мещеряков // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса, 2007. – № 1.– С. 46-49.
5. Дубенок, Н.Н. Особенности водного режима почвы при капельном орошении сельскохозяйственных культур / Н.Н. Дубенок, В.В. Бородычев, М.Н. Лытов, О.А. Белик // Достижения науки и техники АПК, 2009. – № 4. – С. 22-25.
6. Храбров, М.Ю. Оценка способов малообъемного орошения / М.Ю. Храбров // Вестник РАСХН, 2007. – № 5. – С. 53-56
7. Попова, В.П. Зональные особенности капельного орошения интенсивных насаждений яблони Северо-Кавказского региона / В.П. Попова, Т.Г. Фоменко // Садоводство и виноградарство. – 2011. – № 3. – С. 33-35.
8. Марков, Ю.А. Программа и методика исследований по орошению плодовых и ягодных культур. – Мичуринск: ВНИИС им. И.В. Мичурина, 1985. – 117 с.
9. Церлинг, В.В. Методические указания по диагностике минерального питания яблони и других садовых культур / В.В. Церлинг, Л.А. Егорова.– М.: Колос, 1980.– 47 с.
10. ГОСТы 26423-26428-85. Определение катионно-анионного состава водной вытяжки. – Введ. 01.01.1986. – М.: Издательство стандартов, 1985. – 39 с.
11. ГОСТ 26951-86. Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом. – Введ. 01.07.1987. – М.: Издательство стандартов, 1986. – 9 с.
12. ГОСТ 26489-85. Почвы. Определение обменного аммония по методу ЦИНАО. – Введ. 01.07.1986. – М.: Издательство стандартов, 1985. – 5 с.
13. ГОСТ 26204-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО.- Введ. 01.07.1993.– М.: Издательство стандартов, 1992.– 5 с.
14. 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.
15. Трапезников, В.К. Локальное питание растений / В.К. Трапезников, И.И. Иванов, Н.Г. Тальвинская. – Уфа, 1999. – 260 с.