

УДК 634.11:631.8:631.67

UDC 634.11:631.8:631.67

06.00.00 Сельскохозяйственные науки

Agricultural sciences

ВЛИЯНИЕ ФЕРТИГАЦИИ, КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ И НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯБЛОНИ, КАЧЕСТВО ПЛОДОВ И СВОЙСТВА ПОЧВЫ В ИНТЕНСИВНОМ САДУ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ**INFLUENCE OF FERTIGATION, DRIP IRRIGATION AND FOLIAR NUTRITION ON PRODUCTIVITY OF APPLE TREES, FRUIT QUALITY AND SOIL PROPERTIES IN INTENSIVE ORCHARD OF THE CENTRAL CHERNOZEM REGION**

Кузин Андрей Иванович

Kuzin Andrei Ivanovich

к. с.-х. н, доцент

Cand. Agr. Sci., senior lecturer

SPIN – код =1122-2680

SPIN – code =1122-2680

*Мичуринский государственный аграрный университет, Мичуринск, Россия**Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Russia**Федеральный научный центр им. И.В.Мичурина,**I.V. Michurin Federal Research Centre, Michurinsk,**Мичуринск, Россия**Russia**E-mail: kuzin@mgau.ru**E-mail: kuzin@mgau.ru*

Исследования проводили в 2013-2015 гг. Объекты исследований: деревья яблони сорта Жигулевское/62-396, год посадки 2007, схема 4,5x1м. Место исследований – экспериментальный сад ФГБНУ «ФНЦ им И.В. Мичурина» Тамбовской области. Цель исследований: изучение влияния фертигации и некорневых подкормок в интенсивном саду яблони. В процессе проведения исследований проводились учеты урожайности, определяли содержание элементов питания в листьях и в почве. В почве определяли содержание гумуса и кислотность, в плодах витамина С, сахаров и органических кислот. Азот в листьях и в почве определяли по Кьельдалю, фосфор на КФК-3, калий и кальций на пламенном фотометре Jenway PFP-7. Нами определена оптимальная средняя норма для фертигации в условиях Центральной черноземной зоны России, которая может быть использована для расчета конкретных норм внесения с помощью мероприятий почвенно-лиственной диагностики. В проведенных нами исследованиях показано, что данная норма внесения не оказывала заметного негативного влияния на изученные параметры почвы. Показано, что биохимический состав плодов в значительной степени определялся погодными условиями соответствующего года вегетации и некорневыми подкормками. Максимальная эффективность мероприятий по оптимизации минерального питания достигается только при сочетании фертигации и некорневых подкормок

The trials were conducted in 2013-2015. Research objects: apple trees cv. Zhigulevskoye/62-396, year of planting – 2007, at 4,5x1m. Place of research – experimental orchard of "I.V. Michurin Federal scientific centre " in Tambov region. The goal of research: to study the effect of fertigation and foliar nutrition in an intensive apple orchard. During the research there were done yield records, was determined the content of nutrients in leaves and soil. In the soil there was also determined humus content and acidity, fruits were analyzed on vitamin C, saccharides and organic acids contents. Nitrogen in leaves and soil was determined by Kjeldahl method, phosphorus by photocalorimeter KFK-3, potassium and calcium by flame photometer Jenway PFP-7. We have established the optimal average application rate for fertigation in conditions of the Central Chernozem zone of Russia, which could be used to calculate specific application rates with data of soil-leaf diagnostics. In our research, it is shown that the use of this application rate had no significant negative impact on the studied parameters of soil. It is shown that the biochemical composition of fruits is largely determined by weather conditions of the year of vegetation and foliar nutrition. Maximum efficiency of measures for mineral supply optimizing is achieved only with the good combination of fertigation and foliar nutrition

Ключевые слова: МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ, ФЕРТИГАЦИЯ, КАПЕЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ, ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯБЛОНИ, МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ, НЕКОРНЕВЫЕ ПОДКОРМКИ, КАЧЕСТВО ПЛОДОВ, СВОЙСТВА ПОЧВЫ

Keywords: MINERAL NUTRITION, FERTIGATION, DRIP IRRIGATION, PRODUCTIVITY OF APPLE TREES, MINERAL FERTILIZERS, FOLIAR APPLICATION, FRUIT QUALITY, SOIL PROPERTIES

Doi: 10.21515/1990-4665-130-070

Введение

Собственное производство плодов в России в настоящее время недостаточно. Так, физиологическая потребность из расчета на душу населения составляет около 100 кг в год, а производится только около 20 кг [10]. Основным направлением развития отрасли должна стать ее интенсификация с закладкой садов с высокой плотностью посадки, которые нуждаются в более качественном обеспечении водой и минеральными веществами. Одним из лучших решений для этого может быть применение фертигации, которая обладает рядом преимуществ в своевременном обеспечении растений доступными элементами питания и влагой [16].

Использование фертигации недостаточно изучено в России и особенно в ЦЧР, тем более что на тяжелых почвах снижется ее эффективность [15]. Негативными последствиями фертигации может быть закисление почв, а также риск избыточного внесения элементов питания и т.д. [16].

Для формирования продуктивности яблони важными фазами являются цветение, оплодотворение и завязывание. Плодовые почки, которые закладываются в условиях предшествующего года, подвергаются различным стрессам. Оптимальное сочетание элементов минерального питания должно способствовать их преодолению [5]. В интенсивных садах яблони необходимо обеспечить сбалансированное питание растений, в т.ч. микроэлементами в сочетании с биостимуляторами [6], что лучше всего можно сделать при использовании некорневых подкормок.

Фертигация в сочетании с некорневыми подкормками влияет на содержание органических веществ и качество плодов и обеспечивает большой потенциал по управлению урожайностью и качеством плодов при относительно низких затратах и высокой экологичности мероприятий [21].

Целью нашего исследования было определение оптимальных норм фертигации и изучение некорневых подкормок на ее фоне.

Методика исследований

Исследования осуществляли в 2013-2015 гг. в ФНЦ им. И.В. Мичурина (Тамбовская область). Объекты исследований: деревья яблони сорта Жигулевское, привитые на подвои 62-396, сад 2007 г. посадки, (схема 4,5 x 1 м), делянка 5 деревьев, повторность трехкратная.

Отбор проб почвы проводился в конце августа. Анализы почвы выполнялись на определение содержание гумуса, легкогидролизуемого азота (методом Кельдаля) по И.В. Тюрину и М.М. Кононовой, содержание подвижного фосфора на фотоэлектрическом фотометре КФК-3, обменного калия и подвижного кальция (на пламенном фотометре Jenway PFP-7) по В.Ф. Чирикову в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26204-84) [8], кислотность почвы определяли рН-метром Hanna Instruments Piccolo HI 98111 в вытяжке KCl, влажность почвы влагомером TR 46908. Определение суммы обменных оснований проводили методом Каппена-Гильковица [8].

Отбор проб листьев осуществляли в середине августа по рекомендации А.К. Кондакова [7]. Химический анализ листьев проводили на содержание общего азота (методом Кельдаля) по К.Е. Гинзбург с соавторами, а также фосфора (фотометр КФК-3), калия и кальция (пламенный фотометр Jenway PFP-7) в одной навеске в модификации ЦИНАО [8].

Отбор проб плодов на определение содержания моносахаридов, дисахаридов, аскорбиновой кислоты и сухого веса проводился при съеме плодов. Содержание сухих веществ определяли путем многократного высушивания растительного материала до достижения постоянной массы, общую кислотность титрометрическим методом, содержание аскорбиновой кислоты – йодометрическим методом, содержание сахаров по Бертрану [9]. Математическая обработка результатов была выполнена в соответствии с общепринятыми методами [1].

Схема опытов

Опыт 1. Изучение влияния кратности фертигационных поливов на продуктивность растений

Норму внесения удобрений для фертигации определяли ежегодно с учетом результатов почвенно-лиственной диагностики с учетом плодовой нагрузки и интенсивности обрезки.

1. Контроль 1 (без внесения удобрений и орошения)
2. Контроль 2 (без внесения удобрений)
3. Фертигация 2 полива
4. Фертигация 5 поливов
5. Фертигация 10 поливов

Норма внесения удобрений: 1-й год исследований – $N_{20}P_{10}K_{15}$; 2-й год исследований – $N_{35}P_{20}K_{30}$; 3-й год исследований – $N_{25}P_{20}K_{30}$

Опыт 2. Изучение эффективности различных норм фертигации при 10 фертигационных поливах.

1. Контроль 1 (без внесения удобрений и орошения)
2. Контроль 2 (без внесения удобрений с орошением)
3. $N_{10}P_{10}K_{10}$
4. $N_{20}P_{15}K_{20}$
5. $N_{25}P_{20}K_{25}$
6. $N_{25}P_{20}K_{30}$
7. $N_{30}P_{25}K_{30}$
8. $N_{35}P_{25}K_{35}$

Опыт 3. Изучение эффективности применения пофазных систем некорневых подкормок на фоне фертигации

1. Контроль (без обработок, внесения удобрений и орошения)
2. Орошение + Система Валагро
3. Орошение + Система Фитоферт
4. Фертигация 10 поливов + Система Валагро

5. Фертигация 10 поливов + Система Фитоферт

Во всех вариантах опытов поливы без внесения удобрений (в дальнейшем оросительные поливы) осуществлялись по мере необходимости по показаниям влагомера. Добавление минеральных удобрений в поливную воду (в дальнейшем фертигационные поливы) осуществлялись согласно программы фертигации для каждого варианта.

Для фертигации и некорневых подкормок использовали следующие удобрения: аммиачную селитру (N34,6); аммофоску (N12; P15, K15, S14), монофосфат калия (P52, K34); мастер 13.40.13 (с микроэлементами Fe 0,070; Mn0,030; Zn0,010; Cu0,005; B0,020; Mo0,001), мастер 18.18.18 + 3 с микроэлементами, мастер 3.11.38 + 4 с микроэлементами, фитоферт 5-40-10, фитоферт MnZn 6;7, фитоферт Бормакс В20, мочевины N46; фитоферт Кальций Органо Са25, фитоферт Кальций Органо Са40, мегафол – жидкий биостимулятор роста и преодоления стрессфакторов: аминокислоты 28% с прогормональными соединениями, бороплюс В11%, кальбит Са15.

Пофазная система некорневых подкормок Валагро:

Мастер 2* 13.40.13 Мегафол 2	Мастер 18.18.18+3 2 Мегафол I Бороплюс 2 Кальюит Са I	Мастер 18.18.18+3 2 Мегафол I Бороплюс I Кальбит Са 2	Мастер 18.18.18+3 2 Мегафол I	Мастер 3.11.38 2 Кальбит Са 6 Мегафол I
Зеленый конус Мышиные ушки В, С, D	Розовый бутон Цветение F, F ₂	Конец цветения Опадение завязей G, H	Лещина Грецкий орех I, J	Рост плодов Съем плодов

Пофазная система некорневых подкормок Фитоферт:

Фитоферт 5.40.10 I Фитоферт Манцин I Мочевина I	Фитоферт 5.40.10 I Фитоферт Манцин I Бормакс I	Фитоферт 5.40.10 2 Бормакс 2 Мочевина 2	Фитоферт 5.40.10 2 Кальций Органо 25 2	Фитоферт Кальций Органо 25 4	Фитоферт Кальций Ор- гано 40 3
Зеленый конус В, С	Мышиные ушки Розовый бутон D, F	Цветение Конец цветения F ₂ , G	Опадение завязей Лещина H, I	Грецкий орех Рост плодов J	Рост плодов Съем плодов

* кратность обработок

Результаты исследований

Центрально-Черноземный регион России является зоной неустойчивого увлажнения, где необходимо орошение для стабилизации плодоношения. Оптимизация водного режима повышает доступность элементов минерального питания, что делает фертигацию, неотъемлемой частью технологии возделывания интенсивных садов.

Большое влияние на продуктивность растений в наших опытах оказало количество фертигационных поливов (таблица 1). Общее количество поливов в разные годы исследований было 10-12 в зависимости от обеспеченности влагой. Урожайность в вариантах с орошением без внесения удобрений и с 2 фертигационными поливами была на уровне контроля без внесения удобрений. Мы считаем, что низкая эффективность минеральных удобрений объясняется следующим: внесение элементов питания не всегда совпадало с фазами наиболее высокой потребности в них, после каждого фертигационного полива было несколько оросительных поливов, что вымывало элементы питания из зоны расположения корней.

Таблица 1 – Влияние кратности фертигационных поливов и некорневых подкормок на продуктивность деревьев яблони, сорт Жигулевское/62-396

Варианты опыта	Урожайность яблони, ц/га			
	2013	2014	2015	Среднее
Контроль	36,3	154,7	186,0	125,7
Орошение	37,4	176,9	199,6	138,0
Орошение + Валагро	47,4	203,6	213,8	154,9
Орошение + Фитоферт	50,3	219,7	222,3	164,1
Фертигация 2 полива	39,7	199,2	205,6	148,2
Фертигация 5 поливов	48,1	227,3	256,5	177,3
Фертигация 10 поливов	56,2	241,0	345,5	214,2
Фертигация 10 поливов + Валагро	68,2	288,6	418,1	258,3
Фертигация 10 поливов + Фитоферт	89,9	279,7	417,0	262,2
<i>НСР₀₅</i>	6,4	21,2	26,8	26,1

Повышение количества фертигационных поливов до 5 способствовало существенному повышению урожайности, но еще больше продуктивность растений возрастала при выполнении 10 поливов с внесением удобрений.

Значительное увеличение урожайности было при использовании некорневых подкормок - на 15,6-22,1% на соответствующем фоне.

Для определения оптимальной средней нормы удобрений нами были подобраны разные дозы с учетом результатов наших исследований [2, 3, 4], содержания элементов питания в почве, а также литературных данных. Максимальную продуктивность мы наблюдали при фертигации комплекса удобрений с нормами азота 25-35 кг/га, фосфора 20-25 кг/га, калия 30-35 кг/га, причем эта тенденция была по все годы наблюдений, несмотря на общее колебание урожайности (рисунок 1). Значение НСР₀₅ в отдельные годы исследований было в пределах 9,9-38,5 ц/га, а в расчете для средней урожайности составило 23,0 ц/га. Мы считаем, что норма внесения N₂₀P₂₀K₃₀ может быть рекомендована в качестве средней для расчета конкретной ежегодной дозы фертигации с учетом данных почвенно-лиственной диагностики, нагрузки урожаем, обрезки и других факторов.

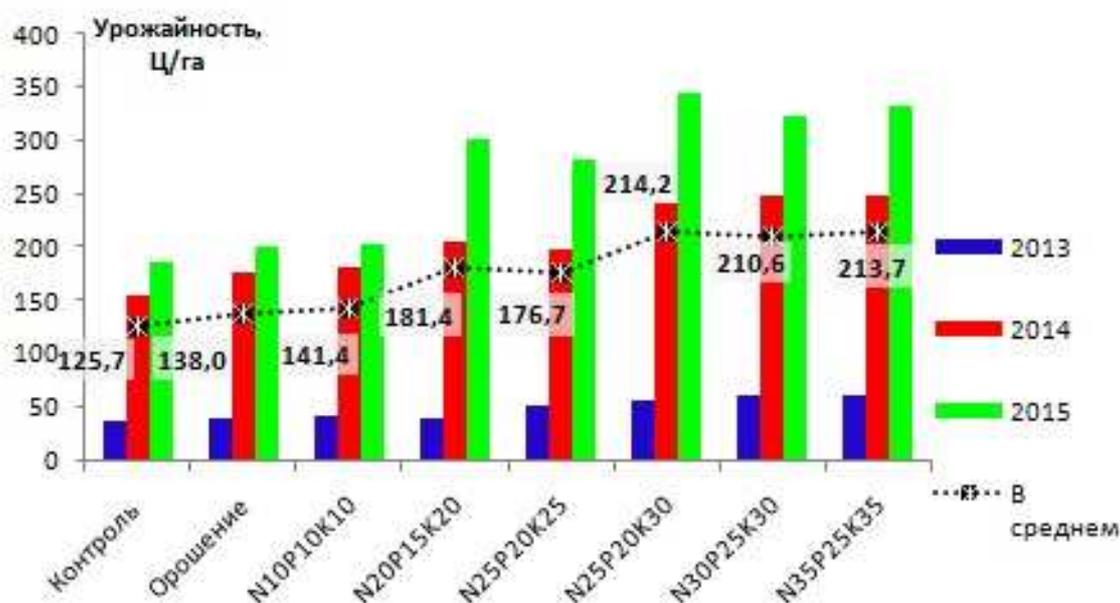


Рисунок 1 – Влияние различных норм фертигации на урожайность яблони

Содержание витамина С в плодах, которое является очень вариабельным и в значительной степени определяется комплексом погодноклиматических факторов [11], также заметно изменялось под влиянием не-

корневых подкормок. Изученные пофазные системы оказали практически одинаковое влияние на содержание витамина С в плодах съёмной зрелости. В отдельные годы мы наблюдали некоторое преимущество системы Валагро, а в отдельные системы Фитоферт (таблица 2). Наиболее высокое содержание витамина С в плодах было в варианте с применением системы Фитоферт на фоне орошения. На фоне фертигации применение этой системы также имело тенденцию к увеличению концентрации аскорбиновой кислоты в плодах, хотя и не столь значительному. Применение фертигации в сочетании с некорневыми подкормками не оказывало негативного влияния на содержание витамина С в плодах сравнению.

Таблица 2 – Влияние фертигации, пофазных систем некорневых подкормок и орошения в интенсивном саду яблони на содержание витамина С в плодах съёмной зрелости, сорт Жигулевское/62-396.

Варианты опыта	Содержание аскорбиновой кислоты в плодах, мг%				В % к контролю
	2013	2014	2015	Среднее	
Контроль	14,36	12,40	15,33	14,03	100,0
Орошение + Система Валагро	14,17	11,29	17,12	14,19	101,1
Орошение + Система Фитоферт	14,96	12,79	18,86	15,54	110,8
Фертигация 10 поливов + Система Валагро	13,20	13,56	15,44	14,07	100,3
Фертигация 10 поливов + Система Фитоферт	16,72	11,24	15,57	14,51	103,4
<i>Доверительный интервал</i>	<i>0,61</i>	<i>0,56</i>	<i>0,69</i>	<i>0,33</i>	–

Содержание суммы сахаров в наших опытах в плодах съёмной зрелости увеличивалось в большинстве вариантов (таблица 3). Исключение составил вариант с применением на фоне фертигации системы Валагро. При использовании системы Фитоферт на фоне фертигации содержание сахаров в плодах было на 20,0 % выше, а максимальное их содержание было отмечено также при обработках по этой системе, но на фоне орошения – на 40,0% выше, чем в Контроле соответственно. Применение фертигации не оказывало однозначного положительного влияния на содержание сахаров в плодах. Значение данного показателя в большей мере зависело от применяемой системы пофазных некорневых подкормок.

Содержание органических кислот в плодах значительно возросло по сравнению с Контролем практически во всех вариантах за исключением случая с применением системы подкормок Валагро на фоне орошения (таблица 3). В литературе нет единого мнения о влиянии мероприятий по минеральному питанию на содержание органических кислот в плодах. В частности есть сведения о связи содержания органических кислот с содержанием кальция в листьях и плодах [14]. Есть также сообщения о позитивном влиянии калийных удобрений на увеличении накопления органических кислот [12]. Есть публикации о противоречивом влиянии азота на кислотность плодов: ряд авторов сообщают о негативной корреляции между азотным питанием и титруемой кислотностью [19], в других работах сообщается о положительной корреляции между азотным питанием и содержанием органических кислот [17, 18]. Также есть и публикации, в которых сообщается об отсутствии какого-либо значительного влияния удобрений на содержание органических кислот [13]. Есть сообщения и о том, что содержание органических кислот в плодах в течение вегетационного периода уменьшается и в основном это определяется сортовой спецификой [20].

Таблица 3. Влияние фертигации, некорневых подкормок и орошения в интенсивном саду яблони на содержание сахаров, органических кислот и сухой вес плодов съемной зрелости, сорт Жигулевское/62-396.

Варианты опыта	Содержание сахаров, %	Содержание органических кислот, %	Сахаро-кислотный индекс	Сухой вес плодов, %
Контроль	10,5	0,66	16,2	15,0
Орошение + Система Валагро	12,0	0,68	17,8	14,6
Орошение + Система Фитоферт	14,7	0,71	20,7	15,2
Фертигация 10 поливов + Система Валагро	9,7	0,82	16,0	14,9
Фертигация 10 поливов+Система Фитоферт	12,6	0,75	20,7	14,1
<i>Доверительный интервал</i>	<i>1,03</i>	<i>0,03</i>	<i>0,96</i>	<i>0,20</i>

Мы считаем, что содержание органических кислот в значительной степени определяется погодными условиями года и в некоторой степени является частью механизма защиты растений от различных стресс факто-

ров. Внесение удобрений в оптимальных нормах, как правило, повышает стрессустойчивость растений, поэтому при внесении минеральных удобрений в почву с поливной водой содержание органических кислот, заметно возрастало по отношению к контролю и оставшимся вариантам опыта.

Самый низкий сахарокислотный индекс (СКИ) мы наблюдали в контроле и в варианте с применением системы пофазных некорневых подкормок Валагро на фоне фертигации (таблица 3). СКИ в варианте с применением системы Валагро на фоне орошения был выше, но не столь значительно как это было в вариантах с применением системы Фитоферт как на фоне орошения, так и фертигации. Собственно фертигация не оказала заметного влияния на показатель СКИ. Этот показатель определялся условиями года и применяемой системой некорневых подкормок. В наших опытах применение системы Валагро не оказало значительного влияния на величину СКИ, тогда как применение пофазной системы некорневых подкормок Фитоферт способствовало значительному его увеличению.

Фертигация растений и применение некорневых способствовали снижению сухого веса плодов (таблица 3). Мы считаем, что это в значительной степени связано с увеличением продуктивности растений в целом, в результате чего мы был так называемый «эффект разбавления».

Содержание азота, фосфора и калия в листьях растений повышалось до оптимального уровня по отдельным элементам при любой кратности поливов с внесением удобрений (таблица 4). Наиболее близкое к оптимальному ($N:P:K - 58:6:36$) соотношение содержания основных элементов питания в листьях мы наблюдали в только варианте с распределением годовой нормы на десять фертигационных поливов – $57:8:35$.

Таблица 4 – Содержание элементов питания в листьях под влиянием капельного орошения и фертигации.

Варианты опыта	Содержание основных элементов питания в листьях, % с.в.			
	Азот	Фосфор	Калий	Кальций
Контроль	1,53	0,34	0,84	1,40
Орошение	1,68	0,33	1,12	1,43
Фертигация 2 полива	1,78	0,35	1,23	1,23
Фертигация 5 поливов	1,94	0,35	1,15	1,32
Фертигация 10 поливов	2,24	0,36	1,36	1,45
<i>Оптимальное содержание</i>	<i>1,80-2,50</i>	<i>0,30-0,50</i>	<i>1,20-1,80</i>	<i>1,4-2,0</i>

Содержание легкогидролизуемого азота в почве контрольного варианта было ниже оптимального (таблица 5). В варианте с орошением количество легкогидролизуемого азота уменьшилось на 17,2%. При внесении годовой нормы удобрений в два полива содержание легкогидролизуемого азота несколько возрастало (на 40,9% по сравнению с контролем), но не доходило до оптимального уровня. Концентрация легкогидролизуемого азота в почве достигала нижнего лимита оптимума при внесении годовой нормы удобрений в пять поливов, но относительно высокий уровень обеспеченности почвы этим элементом мы наблюдали только при распределении годовой нормы внесения удобрений на десять поливов.

Содержание в почве доступного для растений фосфора в контроле было практически у нижнего лимита оптимума. В результате орошения без внесения удобрений в течение 3 лет наблюдений содержание доступного фосфора снизилось на 9,1%. Содержание фосфора в почве было на уровне контроля при внесении годовой нормы удобрений в два полива. При внесении годовой нормы удобрений в пять и десять поливов содержание доступного фосфора было в пределах оптимального и заметно не различалось.

Таблица 5 – Содержание элементов питания в почве опытных делянок под влиянием капельного орошения и фертигации в слое 0-40 см

Варианты опыта	Содержание основных элементов питания в почве, мг/кг			
	ЛГ азот	Доступный фосфор	Обменный калий	Подвижный кальций
Контроль	103,2	134,5	141,3	2640
Орошение	85,4	122,2	134,7	2583
Фертигация 2 полива	120,3	143,2	139,4	2910
Фертигация 5 поливов	157,8	155,4	166,7	2753
Фертигация 10 поливов	170,9	167,0	195,5	2581
<i>Оптимальное содержание</i>	<i>151-200</i>	<i>151-200</i>	<i>121-180</i>	-

Почва опытных делянок в целом было достаточно хорошо обеспечена калием. При орошении содержание обменного калия в слое почвы 0-40 см практически не изменялось по сравнению с контролем. Фертигация в два полива также не оказывала заметного влияния на содержание калия в почве. Увеличение количества фертигационных поливов до пяти и десяти повышало концентрацию калия в почве до уровня, соответствующему верхнему лимиту оптимума.

В наших опытах мы не вносили кальций в почву, и его содержание снижалось во всех вариантах опыта, что повышало значимость многократных некорневых подкормок кальцийсодержащими препаратами в условиях орошаемого интенсивного сада.

Применение орошения без внесения удобрений приводило к заметному снижению содержания в почве легкогидролизуемого азота и некоторому уменьшению концентрации доступного фосфора. Оптимальный баланс содержания всех элементов питания мы наблюдали только в варианте с применением десяти фертигационных поливов. При пяти поливах было отмечено высокое содержание фосфора и калия, но при этом было относительно низкое количество азота в почве.

Система капельного орошения была установлена в экспериментальном саду ФНЦ им. И.В. Мичурина в 2008 г. На рисунке 2 видно, что за пе-

риод эксплуатации насаждений с осуществлением капельного орошения и фертигации рН почвы практически не изменился по сравнению с контролем без обработок. Для орошения в данном случае использовалась вода, которая имела практически нейтральный рН – 7,12.

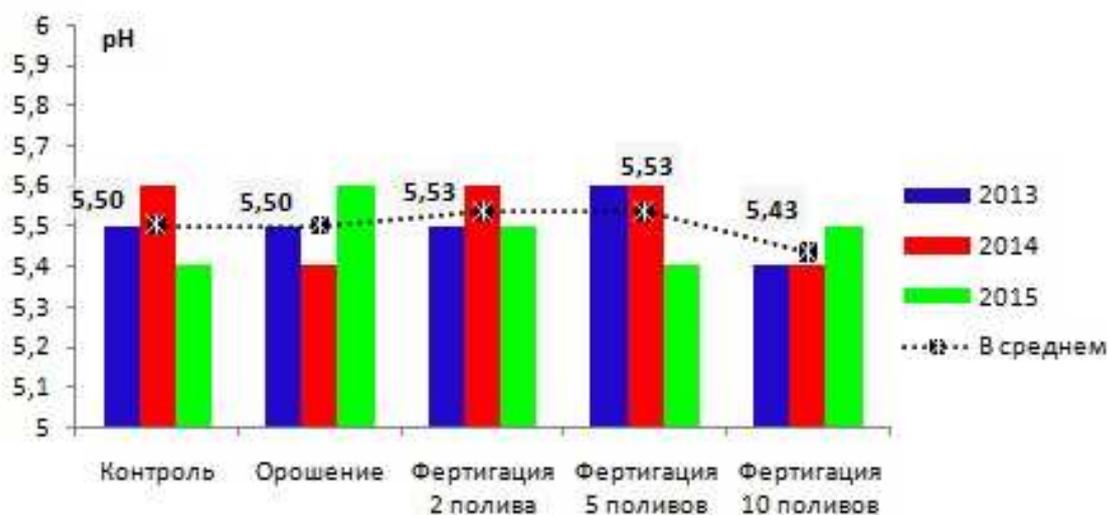


Рисунок 2 – Влияние капельного орошения и фертигации на рН почвы.

Мы можем сделать обоснованный вывод о том, что фертигация и капельное орошение за время существования насаждений (8 лет) не оказали заметного негативного воздействия на кислотность почвы. Применение капельного орошения и фертигации, которые проводились в течение достаточно длительного периода времени не оказало заметного влияния на содержание гумуса в слое почвы 0-40 см (таблица 6).

Таблица 6 – Влияние капельного орошения и фертигации на содержание гумуса и сумму обменных оснований в почве в слое 0-40 см

Варианты опыта	Содержание гумуса, %	Сумма обменных оснований, ммоль/100 г почвы
Контроль	3,0	26,2
Орошение	2,9	26,0
Фертигация 2 полива	3,1	25,0
Фертигация 5 поливов	3,0	25,3
Фертигация 10 поливов	2,9	23,9

При орошении мы также не наблюдали заметного изменения суммы обменных оснований. При фертигации, которая осуществлялась в 2 полива сумма обменных оснований уменьшилась на 4,8%, что нельзя считать зна-

чительным снижением. При осуществлении фертигации в 5 поливов мы наблюдали снижение суммы обменных оснований на 3,6%, что также не говорит о значительном негативном влиянии фертигации. Однако при фертигации в 10 поливов нами отмечено снижение суммы обменных оснований на 9,2% по сравнению с контрольным вариантом. Т.е. в условиях экспериментального сада ФНЦ им. И.В. Мичурина нами была отмечена определенная тенденция к снижению содержания суммы обменных оснований почвы при увеличении количества фертигационных поливов.

Выводы

- Максимальная урожайность была получена нами в варианте с распределением годовой нормы удобрений на десять фертигационных поливов.
- Оптимальная годовая норма фертигации составила $N_{25}P_{20}K_{30}$.
- Биохимический состав плодов съёмной зрелости в значительно большей степени зависел от погодных условий года, чем от изученных методов оптимизации минерального питания.
- Внесение удобрений в относительно низких нормах по фазам развития растений обеспечивало оптимальное содержанием азота, фосфора и калия в почве опытных делянок и в листьях деревьев. Наиболее близкое к оптимуму соотношение элементов питания в листьях было в варианте с внесением годовой нормы удобрений в десять фертигационных поливов.
- Капельное орошение и фертигация снижали содержание подвижного кальция в почве опытных делянок.
- Применение некорневых подкормок стимулировало существенное увеличение урожайности. Обе изученные системы оказывали примерно одинаковое влияние на урожайность.
- За относительно длительный период времени (8 лет) капельное орошение и фертигация не оказывало значительного негативного действия на уровень рН, содержание гумуса и сумму обменных оснований почвы.

Библиографический список

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Кузин, А.И. Распределение доступного фосфора в корнеобитаемом слое почвы под влиянием капельного орошения и фертигации в интенсивном яблоневом саду/А.И. Кузин, Ю.В. Трунов//Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2015а. – № 34(4) – С. 72-85. – Режим доступа: <http://journal.kubansad.ru/pdf/15/04/05.pdf>.
3. Кузин, А.И. Распределение обменного калия в корнеобитаемом слое почвы под влиянием капельного орошения и фертигации в интенсивном саду яблони/А.И. Кузин, Ю.В. Трунов//Плодоводство и ягодоводство России. – 2015b – Т. XXXXIII. – С. 119-128
4. Кузин, А.И. Содержание легкогидролизуемого азота в почве, как важный показатель для диагностики питания яблони в условиях Центрально-Черноземного региона/А.И. Кузин, Ю.В. Трунов, А.В. Соловьев, З.Н. Тарова// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – 2014. - № 102. – С. – 613-630. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/38.pdf>
5. Кузин А.И. Формирование некоторых компонентов продуктивности у яблони при использовании некорневых подкормок/А.И. Кузин, Ю.В. Трунов, Н.С. Вязьмикина, А.Н. Белоусов// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. –2013. – №88 . – IDA [article ID]: 0881304047. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/47.pdf>
6. Кузин, А.И. Эффективность некорневых подкормок в орошаемом интенсивном саду в условиях Центрального Черноземья/А.И. Кузин, Ю.В. Трунов, Н.С. Вязьмикина// Плодоводство и ягодоводство России: Сб. научных работ/ГНУ ВСТИСП Россельхозакадемии. – Москва, 2012. – Т. XXX. – С.64-73.
7. Методические указания по закладке и проведению опытов с удобрениями в плодовых и ягодных насаждениях/А.К. Кондаков, А.А. Пастухова. – Центральный институт агрохимического обслуживания сельского хозяйства МСХ СССР (ЦИНАО). – Москва, 1981. – 39 с.
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. Дурынина, В.С. Егоров, Е.В. Егорова, Н.Л. Едемская, Е.А. Карпова, В.Г. Прижукова. – М.: Изд-во МГУ, 2001. — 689 с.
9. Плешков, Б.П. Практикум по биохимии растений / Б.П. Плешков. – М.: Агропромиздат, 1985. – 165 с.
10. Трунов, Ю.В. Слаборослые насаждения как фактор интенсификации садоводства/Ю.В. Трунов, А.В. Никитин, Д.Г. Дядченко//Сб. рекомендаций: Система производства плодов яблони в интенсивных садах средней полосы России; под ред. Ю.В.Трунова. – Воронеж, Кварта, 2011. – С. 8-9.
11. Чупахина, Г.Н. Система аскорбиновой кислоты растений/Г.Н. Чупахина. – Калининград: Изд-во Калининградского гос. ун-та, 1997. – 120 с.
12. Alva, A.K. Potassium management for optimizing citrus production and quality/ A.K. Alva, D. Jr. Mattos, S. Patamasivam, B. Palil, H. Dou, K.S. Sajwan//Int. J. Fruit Sci. 2006. – Vol. 6, No. 1. – Pp. 3-43.
13. Cummings, G.A. Factors influencing chemical characteristics of peaches//G. A. Cummings, J. Reeves//J. Amer. Soc. Hort. Sci. – 1971. – Vol. 96, No. 2. – Pp. 320-322.

14. Fallahi, E. Predictions of Quality by Preharvest Fruit and Leaf Mineral Analyses in “Starkspur Golden Delicious” Apple/ E. Fallahi, T.L. Righetty, D.G. Richardson//J. Amer. Hort. Sci. – 1985. – Vol. 110, No. 4. – Pp. 524-527.
15. Neilsen, G. H. Irrigation frequency and quantity affect root and top growth of fertigated ‘McIntosh’ apple on M.9, M.26 and M.7 rootstock/ G. H. Neilsen, P. Parchomchuk, R. D. Neilsen// Canadian journal of plant science. – 1997. – Vol. 71, No. 1. – Pp. 133-139.
16. Neilsen, G.H. Response of soil and irrigated fruit trees to fertigation or broadcast application of nitrogen Phosphorus and Potassium/G.H. Neilsen, D. Neilsen, F. Peryea//Horttechnology. – 1999. – vol.9, No. 3. – pp. 393-401.
17. Radi, M. Influence of mineral fertilization (NPK) on the quality of apricot (cv. *Cannino*). The effect of the mode of nitrogen supply/M/ Radi, M. Mahrouz, A. Jaouad, M.J. Amiot//Agronomie. – Vol. 23, No. 8. – Pp. 737-745.
18. Ruhl, E.H. Effect of potassium and nitrogen supply on the distribution of minerals and organic acids and the composition of grape juice of Sultana vines/E. H. Ruhl//Aust. J. Exp. Agric. – 1989. – Vol. 29, No 1. – Pp. 133-137
19. Spironello, A. Pineapple yield and fruit quality effected by NPK fertilization in a tropical soil/A. Spironello, J.A. Quaggio, L.A.J. Teixeira, P.R. Furlani, J.M.M. Sigrist// Revista Brasileira de Fruticultura. – 2004. – Vol. 26, No. 1. – Pp. 155-159.
20. Šturm, K. Seasonal Variation of Sugar and Organic Acids in Apple (*Malus Domestica* Borkh.) in Different Growing Systems/K. Šturm, F. Štampar// Phytion (Austria) Special issue: “Plant Physiology”. – 1999. – Vol. 39. – Pp. 91-96.
21. Tagliavini, M. Preface/ M.Tagliavini, , W. Drahorad, J. Dalla Via//Acta Horticulturae. – 2002. – vol. 594. – P.9.

References

1. Dospheov, B.A. Metodika polevogo opyta / B.A. Dospheov. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.
2. Kuzin, A.I. Raspredelenie dostupnogo fosfora v korneobitaemom sloe pochvy pod vlijaniem kapel'nogo oroshenija i fertigacii v intensivnom jablonevom sadu/A.I. Kuzin, Ju.V. Trunov//Plodovodstvo i vinogradarstvo Juga Rossii. – 2015a. – № 34(4) – S. 72-85. – Rezhim dostupa: <http://journal.kubansad.ru/pdf/15/04/05.pdf>.
3. Kuzin, A.I. Raspredelenie obmennogo kalija v korneobitaemom sloe pochvy pod vlijaniem kapel'nogo oroshenija i fertigacii v intensivnom sadu jabloni/A.I. Kuzin, Ju.V. Trunov//Plodovodstvo i jagodovodstvo Rossii. – 2015b – T. XXXXIII. – C. 119-128
4. Kuzin, A.I. Soderzhanie legkogidrolizuemogo azota v pochve, kak vazhnyj pokazatel' dlja diagnostiki pitanija jabloni v uslovijah Central'no-Chernozemnogo regio-na/A.I. Kuzin, Ju.V. Trunov, A.V. Solov'ev, Z.N. Tarova// Politematicheskij sete-voj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU). – 2014. – № 102. – S. – 613-630. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/38.pdf>
5. Kuzin A.I. Formirovanie nekotoryh komponentov produktivnosti u jabloni pri ispol'zovanii nekornevyh podkormok/A.I. Kuzin, Ju.V. Trunov, N.S. Vjaz'mikina, A.N. Belousov// Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. –2013. – №88 . – IDA [article ID]: 0881304047. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/47.pdf>
6. Kuzin, A.I. Jeffektivnost' nekornevyh podkormok v oroshaemom intensivnom sadu v uslovijah Central'nogo Chernozem'ja/A.I. Kuzin, Ju.V. Trunov, N.S. Vjaz'miki-na// Plodovodstvo i jagodovodstvo Rossii: Sb. nauchnyh rabot/GNU VSTISP Ros-sel'hozakademii. – Moskva, 2012. – T. XXH. – S.64-73.

7. Metodicheskie ukazaniya po zakladke i provedeniju opytov s udobrenijami v plodovyh i jagodnyh nasazhdenijah/A.K. Kondakov, A.A. Pastuhova. – Central'nyj institut agrohimicheskogo obsluzhivaniya sel'skogo hozjajstva MSH SSSR (CI-NAO). – Moskva, 1981. – 39 s.

8. Mineev V.G. Praktikum po agrohimii - 2-e izd.: Uchebnoe posobie / V.G. Mineev, V.G.Sychev, O.A. Amel'janchik, 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. Pleshkov, B.P. Praktikum po biohimii rastenij / B.P. Pleshkov. – M.: Agropromizdat, 1985. – 165 s.

10. Trunov, Ju.V. Slaboslye nasazhdenija kak faktor intensivizacii sadovodstva/Ju.V. Trunov, A.V. Nikitin, D.G. Djadchenko//Sb. rekomendacij: Sistema proizvodstva plodov jabloni v intensivnyh sadah srednej polosy Rossii; pod red. Ju.V.Trunova. – Voronezh, Kvarta, 2011. – S. 8-9.

11. Chupahina, G.N. Sistema askorbinovoj kisloty rastenij/G.N. Chupahina. – Kaliningrad: Izd-vo Kaliningradskogo gos. un-ta, 1997. – 120 s.