

^{1,2}А. И. Кузин, к.с.-х.н, доцент,

³С. Д. Каракотов, д.х.н, академик РАН,

³А. Д. Денисов, к.б.н

¹ФГБНУ «Федеральный научный центр им. И. В. Мичурина»,

²ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет»

³АО Щелково Агрохим

kuzin@mgau.ru, denisov.ad@betaren.ru

УДК 634.11:631.816

РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ 2-Х ПОФАЗНЫХ СИСТЕМ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК АО «ЩЕЛКОВО АГРОХИМ» НА ЯБЛОНЕ

Резюме. Показано влияние некорневых подкормок на формирование некоторых компонентов продуктивности яблони. Изучено содержание азота, фосфора, калия и кальция в листьях и плодах яблони под действием агрохимикатов АО «Щелково Агрохим». Проведена оценка влияния различных систем некорневых подкормок, составленных из агрохимикатов АО «Щелково Агрохим», на минеральный состав листьев и плодов, а также урожайность деревьев яблони в условиях интенсивного сада. Отмечено позитивное влияние таких агрохимикатов как Биостим универсал, Ультрамаг калий, Ультрамаг кальций, а также микроэлементов в хелатной форме.

Ключевые слова: некорневые подкормки, хелатные соединения, урожайность, содержание элементов питания в листьях и плодах яблони.

Summary. The influence of foliar fertilizing on the development of certain components of apple tree productivity is presented. The content of nitrogen, phosphorus, potassium and calcium in the leaves and fruits was studied under the action of agrochemicals of Shchelkovo Agrokhim JSC. There is done the evaluation of impact of various foliar fertilizing systems, composed of Shchelkovo Agrokhim JSC agrochemicals on the mineral composition of leaves and fruits as well as on the yield of apple trees in an intensive orchard. There is marked positive effect of such agrochemicals as Biostim universal, Ultramag potassium, Ultramag calcium, as well as microelements in chelate form.

Keywords: foliar nutrition, chelate compounds, yield, content of nutrients in apple leaves and fruits.

Введение

Некорневые подкормки растений имеют исключительно большое значение для оптимизации ключевых стадий продукционного процесса, таких как цветение, оплодотворение и завязывание в интенсивных насаждениях яблони [7]. Обеспечение растений микроэлементами — особенно важная задача, даже в условиях их достаточного содержания в почве. Например, потребность в боре в момент цветения возрастает настолько, что при нормальной обеспеченности почвы может быть дефицит в надземных органах [18].

Ценность плодов как продуктов питания в зимний период в значительной степени определяется содержанием витаминов и минералов, в частности, кальция, что очень важно и для хранения плодов [2]. Наиболее изучено влияние кальция на повышение устойчивости плодов к физиологическим и грибковым заболеваниям при хранении [2, 15]. Хорошая обеспеченность растений кальцием играет огромную роль в стабилизации структуры клеточных стенок и мембран [16, 17]. Лежкоспособность плодов в первую очередь определяется генотипической спецификой сорта, но для ее реализации необходимо соблюсти баланс всех элементов питания. Однако наибольшее влияние на качество плодов и развитие физиологических расстройств оказывают такие элементы, как азот, фосфор, калий, кальций [14].

Объекты и методика исследования

Исследования проводили в 2015–2017 гг. в экспериментальном саду ФНЦ им. И. В. Мичурина. Объекты исследования — яблони сорта Жигулевское, привитые на подвой 62–396. Схема посадки 4,5 × 1 м, год закладки 2007. Повторность трехкратная, делянка 5 деревьев. В листьях и плодах определяли содержание азота, фосфора, калия и кальция. Анализы проводили общепринятыми методами [9], математическую обработку по методам, изложенным Б.А. Доспеховым [3].

Почва опытного участка — выщелоченный чернозем, с содержанием гумуса 2,6–3,2% мощностью 40–50 см. Реакция почвы слабокислая (рН=5,7–5,9). В слое 0–40 см содержание легкогидролизуемого азота по Тюрину и Кононовой составляет 152,8 мг/кг почвы, подвижного фосфора 146,0 мг/кг почвы, обменного калия 167,6 мг/кг почвы по В.Ф. Чирикову, содержание подвижного кальция составляет 17,9 ммоль/100 г почвы.

Зимы в период проведения исследований были достаточно мягкими, весенние заморозки не наблюдались. Лето 2015 г. не отличалось резкими перепадами температур, и количество осадков было обычным. В 2016 г. основной проблемой стало переувлажнение почвы в весенний период и обильные осадки во время цветения с последующим понижением температуры, что затруднило нормальную активность корневой системы и опыление ряда сортов яблони, а также усилило осыпаемость завязей. В июле в отдельные дни влажность воздуха опускалась до 26–34%, а количество осадков в первой половине июля составило всего 12,3 мм. При этом 19–20 июля выпало 26,3 мм осадков, а затем засушливый период продолжился. Это негативно повлияло на процессы дифференциации и формирования плодовых почек.

В 2017 г. зима была несколько прохладнее чем обычно, устойчивый снежный покров наблюдался с 3-й декады ноября до конца марта. Основной проблемой были отдельные резкие колебания температуры зимой,

которые приводили к зимним повреждениям однолетней древесины и цветковых почек (в основном, зачатков плодолистиков), что ухудшило весеннее развитие части плодовых почек, снизило эффективность опыления и впоследствии вызывало сбрасывание поврежденных плодов (данные лаборатории защиты и стрессустойчивости растений ФНЦ им. И. В. Мичурина). Сложные погодные условия в 2017 г. в период цветения затруднили опыление яблонь сорта Жигулевское и также усилили осыпаемость завязей. Это привело к достаточно резкому снижению урожайности в 2017 г. в целом.

Для некорневых подкормок использовали следующие агрохимикаты:

Ультрамаг Хелат Fe-13 — кристаллическое, растворимое в воде хелатное микроудобрение на основе хелата Fe (ЭДТА);

Ультрамаг Хелат Cu-15 — кристаллическое, растворимое в воде микроудобрение на основе хелата Cu (ЭДТА);

Биостим Универсал — органоминеральное удобрение, произведено из сырья растительного происхождения. Содержит свободные аминокислоты, способствует улучшению роста побегов, цветения, образования завязи и созревания урожая;

Ультрамаг Бор — жидкое удобрение, содержащее 11% бора в легкоусвояемой форме (бороэтаноламин) и 3,7% азота;

Ультрамаг Кальций — жидкое, концентрированное, безхлорное удобрение с высоким содержанием кальция в легкоусвояемой форме (CaO 17,0%; N 10,0%; MgO 0,8%, Zn 0,02%; Cu 0,02; B 0,05%, Mo 0,001%);

Ультрамаг Калий — жидкое концентрированное, легкоусвояемое калийсодержащее удобрение K_2O — 22,0%;

Ультрамаг Хелат Zn-15 — кристаллическое, полностью растворимое в воде микроудобрение на основе хелата Zn.

Схема опыта

Контроль

Вариант 1. Система 1

Вариант 2. Система 2

Некорневые подкормки выполняли по фазам развития, расход рабочей жидкости на одну обработку 600–800 л/га (табл. 1).

Результаты и обсуждение

Некорневые подкормки оказали достаточно заметное влияние на образование плодов (табл. 2). Наибольший эффект был получен при использовании Системы 1, что было следствием увеличения кратности обработок агрохимикатом БИОСТИМ УНИВЕРСАЛ и его более высокой концентра-

ции (2 л/га) при обработках в баковой смеси с УЛЬТРАМАГ БОР. Агрохимикаты с высоким содержанием аминокислот могут выступать в качестве поверхностно активных веществ и усиливать поступление в листья действующих компонентов других агрохимикатов [6, 12, 18].

Таблица 1. Программы листовых подкормок

Вариант	Фаза развития	Наименование агрохимиката	Норма расхода, л/га
Система 1	Зеленый конус	Ультрамаг Хелат Cu-15 + Ультрамаг Хелат Fe-13	1+1
	Розовый бутон	Биостим Универсал, 1,5	1,5
	Начало цветения	Биостим Универсал + Ультрамаг Бор	2+1
	Развитие плодов	Ультрамаг Кальций	3
	Рост плодов	Ультрамаг Кальций + Ультрамаг Калий	3+3
	Рост плодов	Ультрамаг Кальций + Ультрамаг Калий	3+3
	Созревание плодов	Ультрамаг Кальций	3
	После сбора урожая	Ультрамаг Бор + Ультрамаг Хелат Zn-15	0,5+0,5
Система 2	Зеленый конус	Ультрамаг Хелат Cu-15 + Ультрамаг Хелат Fe-13	1+1
	Начало цветения	Биостим Универсал + Ультрамаг Бор	1,5+1
	Рост плодов	Ультрамаг Кальций	3
	Созревание плодов	Ультрамаг Кальций	3
	После сбора урожая	Ультрамаг Бор + Ультрамаг Хелат Zn-15	0,5+0,5
Контроль	Без обработок		

Средняя масса плода практически не различалась по вариантам опыта. Увеличение плодовой нагрузки в вариантах с использованием некорневых подкормок не вызвало уменьшения средней массы плодов.

Максимальная урожайность была получена при проведении обработок по Системе 1, где было больше подкормок агрохимикатом БИОСТИМ УНИВЕРСАЛ. Основной причиной повышения урожайности было повышение завязываемости плодов, снижение осыпаемости вплоть до уборки и сохранение их средней массы, несмотря на увеличение плодовой нагрузки.

Считается, что некорневые подкормки могут покрыть только до 10% потребности в основных элементах питания [10]. Но главное то, что они обеспечивают растения микроэлементами и биологически активными веществами в момент высокой потребности.

Таблица 2. Формирование некоторых компонентов продуктивности деревьев яблони Жигулевское/62-396 при обработках различными системами пофазных некорневых подкормок в среднем за 3 года (2015-2017)

Вариант	Количество цветков, шт./дер.	Количество плодиков после опадения завязей, шт./дер.	Количество плодов при уборке, шт./дер.	Завязываемость плодов от свободного опыления, %	Средняя масса плода, г	Урожайность, т/га
Контроль	371	71	55	14,8	181,3	22,4
Система 1	367	118	108	29,4	192,7	46,2
Система 2	385	113	92	23,9	194,3	39,7
НСР ₀₅	73	17	16	–	23,2	5,4

Применение некорневых подкормок в нашем опыте повышало содержание азота в листьях растений практически до уровня оптимума (табл. 3). Поглощение азота корнями находится в тесной связи с обеспеченностью растений такими микроэлементами, как Cu, Fe, Zn. Мы считаем, что оптимизация содержания азота в листьях является следствием усиленного его поглощения из почвенного раствора за счет улучшения баланса микроэлементов вследствие применения медь- и железосодержащих препаратов.

Содержание фосфора в листьях яблони было также у нижней границы оптимума, но оно оказалось весьма низким в 2017 г.: Контроль и Система 2 – 0,21% с.в., Система 1 – 0,29% с.в. Мы считаем, что в основном это связано с увеличением количества обработок кальцием. В наших исследованиях с различными системами некорневых подкормок отмечено, что повышение содержания кальция в листьях, как правило, сопровождается увеличением количества фосфора (неопубликованные данные).

Содержание валового калия в листьях яблони очень сильно зависит от плодовой нагрузки и погодных условий [8]. Оно было относительно низким в урожайные 2015 и 2016 гг., но превысило уровень оптимальных значений в 2017 г. при относительно небольшой плодовой нагрузке, что обеспечило относительно высокое содержание в среднем за 3 года.

Позитивное влияние на его концентрацию оказало применение Системы 1, которая предусматривала более высокую кратность обработок агрохимикатом УЛЬТРАМАГ КАЛИЙ. Повышение содержания калия в листьях, по нашему мнению, было итогом некорневых подкормок растений этим агрохимикатом, которых было больше в составе Системы 1. Обеспечение плодов калием в период роста плодов имеет огромное значение для обеспечения их высокого качества, особенно накопления углеводов [4].

Таблица 3. Влияние обработок различными системами пофазных некорневых подкормок на содержание основных элементов питания в листьях и плодах яблони Жигулевское/62–396, % в среднем за 3 года (2015–2017)

Варианты	Листья				Плоды			
	Азот	Фосфор	Калий	Кальций	Азот	Фосфор	Калий	Кальций
Контроль	1,69	0,30	1,47	1,39	0,29	0,064	0,70	0,027
Система 1	1,74	0,33	1,66	1,97	0,35	0,074	0,85	0,042
Система 2	1,79	0,31	1,54	1,77	0,36	0,068	0,85	0,033
Оптимальное содержание элементов	1,80-2,50	0,30-0,50	1,30-1,50	1,50-2,00	0,30-0,40	0,070-0,100	0,8-1,2	0,040-0,060
	По А. К. Кондакову [5]				По В. В. Церлинг [11]			

Позитивное влияние на оптимизацию содержания кальция в листьях оказали подкормки агрохимикатом УЛЬТРАМАГ КАЛЬЦИЙ. Несмотря на относительно высокое содержание кальция в черноземных почвах, его поглощение растениями ограничивается целым рядом факторов: его вытеснение из почвенного раствора в ППК, а также затруднение его поглощения ионами бария, цезия и стронция [1]. Поэтому некорневые подкормки кальцием – важное средство оптимизации кальциевого питания яблони.

Некорневые подкормки за три года исследований повышали содержание азота в плодах, но оно было в пределах оптимальных значений. Содержание фосфора в плодах увеличивалось только при обработках по Системе 2 (см. выше). Содержание калия в плодах повышалось под влиянием обработок до оптимального уровня

Кальций улучшает функциональную деятельность мембран и снижает развитие заболеваний при хранении (в т.ч. горькой ямчатости), замедляет процесс старения плодов [13]. Более высокая кратность применения агрохимиката УЛЬТРАМАГ КАЛЬЦИЙ в варианте Система 1 обеспечила и более высокое содержание кальция в плодах. Увеличение содержания кальция в плодах позитивно влияет на их лежкоспособность и способствует сохранению твердости мякоти [2, 6].

Заключение

Завязываемость плодов от свободного опыления в варианте Система 1 была выше, чем в контроле и при некорневых подкормках по Системе 2, что и обеспечило максимальную урожайность. Применение обеих изученных систем некорневых подкормок повышало содержание азота и кальция в листьях до оптимального уровня. Применение Системы 1 заметно повышало содержание кальция в плодах. Отмеченный нами позитивный эффект по ряду по-

казателей, таких как повышение урожайности и качества плодов, в первую очередь, связываем с увеличением кратности применения агрохимикатов БИОСТИМ УНИВЕРСАЛ, УЛЬТРАМАГ КАЛИЙ и УЛЬТРАМАГ КАЛЬЦИЙ, а также комплекса микроэлементов.

Список использованной литературы

1. *Водяницкий Ю.Н.* Об опасных тяжелых металлах/металлоидах в почвах // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева, 2011. – Вып. 68. – С. 56-82.
2. *Гудковский В.А.* Система сокращения потерь и сохранения качества плодов и винограда при хранении: методические рекомендации. – Мичуринск, ВНИИС им. И.В. Мичурина, 1990. – 119 с.
3. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. *Дорошенко Т.Н., Остапенко В.И., Дубравина И.В., Чумаков С.С.* Формирование качества плодов яблони под влиянием некорневого питания калием // Доклады РАСХН, 2005. – № 3. – С.38-40.
5. *Кондаков А.К.* Удобрение плодовых деревьев, ягодников, питомников и цветочных культур. – Мичуринск, 2006. – 254 с.
6. *Кузин А.И., Трунов Ю.В.* Влияние различных способов применения удобрений на минеральный состав и твердость мякоти плодов яблони // Плодоводство и ягодоводство России, 2014. – Т. XXXX. – С. 185-190.
7. *Кузин А.И., Трунов Ю.В.* Влияние пофазных систем некорневых подкормок яблони на формирование компонентов продуктивности в интенсивном саду // Достижения науки и техники АПК, 2016. - Т.30, №5. – С. 61-63.
8. *Кузин А.И., Трунов Ю.В.* Особенности почвенно-лиственной диагностики калийного питания яблони // Вестник российской сельскохозяйственной науки, 2016 – № 1. – С. 16-17.
9. *Минеев В.Г, Сычев В.Г., Амелянчик О.А., Большева Т.Н., Гомонова Н.Ф., Дурьнина Е.П., Егоров В.С., Егорова Е.В., Едемская Н.Л., Карпова Е.А., Прижукова В.Г.* Практикум по агрохимии — 2-е изд.: учебное пособие. – М.: Изд-во МГУ, 2001. — 689 с.
10. *Трунов Ю.В., Кузин А.И., Грезнев О.А.* Применение удобрений в садах // Система производства плодов яблони в интенсивных садах средней полосы России: рекомендации/ под ред. Ю.В. Трунова. – Воронеж: Изд-во «Кварта», 2011. – С. 63-77.
11. *Церлинг В.В.* Диагностика минерального питания сельскохозяйственных культур: справочник. – М.: Агропромиздат, 1990. – 235 с.
12. *Colla G., Rouphael Y., Canaguier R., Svecova E., Cardarelli M.* Biostimulant action of a plant-derived protein hydrolysate produced through enzymatic hydrolysis [Electronic resource] // *Frontiers in Plant Science*, 2014. – Vol. 5. URL : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4158787/pdf/fpls-05-00448.pdf>.
13. *Gudkovski V.A., Kuznetsova L.V., Ponomariova N.P.* Prognosis of storage quality of apples based on their chemical composition // *Acta Horticulturae*, 1990. – Vol. 274. – Pp. 175-177.

14. *Fallahi E., Fallahi B., Neilsen G.H., Neilsen D., Peryea F.J.* Effects of Mineral Nutrition on Fruit Quality and Nutritional Disorders // *Acta Horticulturae*. – 2010. – Vol. 868. – Pp. 49-59.
15. *Marcelle R.D.* Mineral nutrition and fruit quality // *Acta Horticulturae*, 1995. – Vol. 383. – Pp. 219-226.
16. *O'Neill M.A., York W.S.* The composition and structure of plant primary cell walls // In: *The Plant Cell Wall* : J.K.C Rose (eds.). – Blackwell, Oxford, 2003. – Pp. 1-54.
17. *Picchioni G.A., Watada A.E., Conway W.S., Whitaker B.D. Sams C.E.* Cell membrane stability and the role of calcium infiltration in postharvest quality of apples // *HortScience*, 1995. – Vol. 30, No.4. – P. 815.
18. *Saa S., Olivos-Del Rio A., Castro S., Brown P.H.* Foliar application of microbial ant plant based biostimulants increases growth and potassium uptake in almond (*Prunus dulcis* [Mill.] D.A. Webb) [Electronic resource] // *Frontiers in Plant Science*, 2015. – Vol. 6. : URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2015.00087/full>
19. *Sánchez E.E., Righetti T.L.* Effect of postharvest soil and foliar application of boron fertilizer on the portioning of boron in apple trees // *HortScience*, 2005. – Vol. 40, No. 7. – pp. 2115-2117.

^{1,2}**A.I. Kuzin**, ³**S.D. Karakotov**, ³**A.D. Denisov**

¹«I.V. Michurin Federal Scientific Centre», ²«Michurinsk State Agrarian University»,
³JSC Schelkovo Agrohim

RESULTS OF A COMPARATIVE TEST OF 2 FOLIAR FERTILIZING SYSTEMS OF SHCHELKOVO AGROKHIM JSC ON APPLE