

УДК 634.11:634.1-15:631.81

**ВЛИЯНИЕ
НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК
НА НАКОПЛЕНИЕ КАЛИЯ
И КАЛЬЦИЯ В ПЛОДАХ ЯБЛОНИ**

Столяров Максим Евгеньевич
мл. научный сотрудник
лаборатории агрохимии

*Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-
исследовательский институт
селекции плодовых культур»,
Орел, Россия*

Целью работы являлось изучение влияния отдельных и совместных некорневых подкормок калием и кальцием на накопление этих элементов в плодах яблони сортов Синап орловский и Имрус, а также изучение влияния соотношения этих элементов на лёжкость плодов. Оптимальному соотношению этих элементов в плодах яблони придается большое значение, поскольку этот показатель влияет на урожай и его качество, в том числе и на лёжкость плодов. Исследования проводились в 2014-2015 гг. в полевом опыте по изучению эффективности некорневых подкормок. Проведенными исследованиями показано, что эффект от совместных обработок растений яблони изучаемых сортов калий- и кальцийсодержащими удобрениями отличается от действия отдельных подкормок. Изучаемые сорта проявляли различную реакцию как на отдельные соединения, так и на их смеси. Наблюдались достоверные различия по годам в зависимости от сложившихся метеоусловий, а также сортовые различия. Установлено, что у изучаемых сортов яблони содержание кальция в плодах было более стабильным показателем, по сравнению с содержанием калия, которое достоверно изменялось

UDC 634.11:634.1-15:631.81

**INFLUENCE OF TOP DRESSING
ON ACCUMULATION
OF POTASSIUM AND CALCIUM
IN THE APPLE FRUITS**

Stolyarov Maxim
Junior Research Associate
of Agrochemical laboratory

*Federal State Budget
Scientific Institution
"All-Russian Scientific
Research Institute
of Fruit Crop Selection",
Orel, Russia*

The purpose of this work was to study the influence of separate and joint foliar fertilization with potassium and calcium on the accumulation of these elements in the apple fruit of the Sinap Orlovsky and Imrus varieties, as well as to study the influence of ratio of these elements on the fruits storage ability. The optimal ratio of these elements in the apple fruits is great important, since this indicator affects the yield quality, including the duration of fruits storage. The research were carried out in 2014-2015 in the field experiment on the study of the efficiency of foliar top dressings. It has been shown by the study that the effect of joint treatments of studied apple varieties by potassium and calcium-containing fertilizers differs from the effect of separate fertilization. The studied varieties manifest the different reactions, both to individual compounds and to their mixtures. There were significant differences for years, depending on the prevailing meteorological conditions, as well as difference of varieties. It was found that in the studied apple varieties the calcium content in the fruits is a more stable index, in comparison with the content of potassium, which significantly changed depending on meteorological conditions

в зависимости от метеоусловий и нагрузки деревьев урожаем. Некорневые подкормки сульфатом калия и хлоридом кальция, оказывая значительное влияние на уровень калия и кальция в тканях плодов яблони, могут увеличивать риск развития горькой ямчатости. У сорта яблони Синап орловский значимое увеличение соотношения К/Са в плодах наблюдалось при обработках 0,3% раствором сульфата калия, у сорта Имрус – при опрыскивании растений 1% раствором хлорида кальция.

Ключевые слова: ЯБЛОНЯ, МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ, НЕКОРНЕВЫЕ ПОДКОРМКИ, КАЛИЙ, КАЛЬЦИЙ, ГОРЬКАЯ ЯМЧАТОСТЬ, СООТНОШЕНИЕ К/Са

and the load of trees by harvest. Foliar top dressing with potassium sulfate and calcium chloride, having a significant effect on the level of potassium and calcium in the tissues of apple fruits, can increase in the risk of bitter pit developing. For the Sinap Orlovsky apple variety a significant increase in the K/Ca ratio was observed when 0.3% potassium sulfate solution treatment, for the Imrus apple variety – when the plants are sprayed with 1% solution of calcium chloride.

Key words: APPLE TREE, MINERAL NUTRITION, FOLIAR FERTILIZATION, POTASSIUM, CALCIUM, BITTER PIT, K/Ca RATIO

Введение. Калий и кальций являются одними из важнейших элементов в растительном организме. Калий особенно важен для образования сахаров в листьях и их транспорта в плоды, что определяет его существенную роль в формировании качества плодовой и ягодной продукции. В свою очередь, кальций вместе с магнием составляют основу пектина срединных пластинок клеток (межклеточного вещества), поскольку они образуют соединения с пектиновыми кислотами. Кальций способствует целостности клеточных мембран и водоудерживающей способности протоплазмы, участвует в строительстве клеточной стенки растений, увеличивает прочность растительных тканей и способствует повышению выносливости растений. Кроме того, кальций играет важную роль в фотосинтезе и передвижении углеводов, в процессах усваивания азота растениями [1]. Оптимальному соотношению этих элементов в плодах яблони придается большое значение, поскольку этот показатель влияет на урожай и его качество, в том числе и на лёжкость плодов [2].

В современном сельском хозяйстве некорневые подкормки растений являются достаточно популярным средством внесения необходимых пита-

тельных элементов. Механизмы некорневого питания, в отличие от корневого, в настоящее время изучены слабо. В частности, мало изучен вопрос о взаимодействии элементов, поступающих в ионном виде при обработках минеральными комплексами.

Целью работы являлось изучение влияния отдельных и совместных некорневых подкормок калием и кальцием на накопление этих элементов в плодах яблони сортов Синап орловский и Имрус, а также изучение влияния соотношения этих элементов на лёжкость плодов.

Объекты и методы исследований. Исследования проводились в 2014-2015 гг. в полевом опыте по изучению эффективности некорневых подкормок яблони, в садовом массиве ФГБНУ ВНИИСПК (Орловская область). Сад заложен в 1992 году на тёмно-серых лесных среднесуглинистых почвах на лёссовидном суглинке, схема посадки деревьев 6х3 м. Агрохимические показатели почвы в слое 0-100 см изменяются в следующих пределах: pH_{KCl} – 5,16...6,36; $N_{общ}$ – 4,22...1,16 мг-экв/100 г; гумус – 4,61...1,16 %; подвижный P_2O_5 – 170...45 мг/кг.

Объектами исследования являлись деревья яблони сортов Имрус и Синап орловский на полукарликовом вставочном подвое 3-4-98. Некорневые подкормки растений проводились 5 раз за период вегетации по фазам «розовый бутон», «полное цветение», «опадение лепестков», «грецкий орех» и за 30-40 дней до съема плодов.

Варианты опыта:

1. контроль (обработка водой);
2. Сульфат калия(K_2SO_4) – 0,3%;
3. Хлорид кальция($CaCl_2$) – 1%;
4. $K_2SO_4 + CaCl_2$.

Повторность опыта трёхкратная, в варианте 6 учётных деревьев.

Содержание калия в мякоти плодов яблони съёмной зрелости определялось на пламенном фотометре после сухого озоления при $t=450\text{ }^{\circ}\text{C}$ и растворения золы в 20 % HCl; содержание кальция – трилонометрическим методом [3]. Результаты обрабатывались методом двухфакторного дисперсионного анализа [4].

Почва исследуемого участка содержит значительные запасы доступного калия и кальция. Содержание подвижного калия (по Чирикову) в 100 см слое варьирует в пределах 194...93 мг/кг, снижаясь с глубиной.

Таким образом, уровень подвижного калия изменяется от высокого до повышенного. Количество обменных кальция и магния в 100 см слое слабо варьирует по горизонтам и составляет в среднем $14,8\pm 0,5$ и $4,3\pm 0,3$ мэкв/100 г соответственно.

Обсуждение результатов. Результаты изучения влияния некорневых подкормок на накопление калия в мякоти плодов яблони исследуемых сортов представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Содержание калия в мякоти плодов яблони, мг/100 г сырой массы

Вариант (Фактор А)	Год (Фактор В)					
	Синап Орловский		Средние А	Имрус		Средние А
	2014	2015		2014	2015	
контроль	105,30	151,55	128,43	111,60	151,50	131,55
K ₂ SO ₄ – 0,3%	101,30	204,75	153,03	109,40	133,48	121,44
CaCl ₂ – 1%	108,81	167,85	138,33	132,66	158,49	145,58
K ₂ SO ₄ +CaCl ₂	107,73	169,38	138,36	112,86	166,77	139,82
Средние, В	105,79	173,38		116,63	152,56	
НСР⁰⁵	А 30,24	В 21,38	А•В 42,76	А 18,55	В 13,12	А•В 26,23

У обоих изучаемых сортов яблони содержание калия в мякоти плодов существенно различалось по годам. Одной из причин этого могла быть периодичность плодоношения. В 2014 году урожайность сорта Имрус составляла в среднем 54,05 кг/дерево, а сорта Синап Орловский – 52,67 кг/дерево. В 2015 году не все учётные деревья плодоносили, а в среднем по опыту урожай у обоих сортов составил 2...3 кг с дерева.

Различия в метеоусловиях вегетационных периодов также могут быть причиной разного содержания калия в плодах, так как на доступность обменного калия для корней растений влияет влажность почвы [5]. Так, май и июнь 2014 года были достаточно благоприятными для жизнедеятельности яблони (ГТК 1,9 и 1,2 соответственно). Однако, июль и август 2014 г., а также вегетационный период 2015 года характеризовались недостаточным увлажнением (ГТК за июль и август 2014 – 0,3 и 0,4 соответственно, ГТК_{ср} за 2015 год – 0,6). В случае наших исследований концентрация калия в мякоти плодов яблони значительно возрастала в засушливый год с низкой урожайностью.

В 2014 году у сорта Синап Орловский достоверных различий между контрольным вариантом и некорневыми подкормками не наблюдалось, однако в 2015 отмечено достоверное увеличение количества калия в мякоти плодов данного сорта по сравнению с контролем при некорневых подкормках сульфатом калия. Обработки хлоридом кальция и смесью $K_2SO_4+CaCl_2$ в 2015 году не оказали воздействия на этот показатель.

В мякоти плодов сорта яблони Имрус в 2015 г. после некорневых подкормок сульфатом калия наблюдалась самая низкая концентрация данного элемента. Добавление $CaCl_2$ в состав удобрительной смеси привело к достоверному (на 20 %) увеличению уровня калия в плодах по сравнению с вариантом, где применялось только калийное удобрение.

В табл. 2. представлены результаты изучения влияния некорневых подкормок на накопление кальция в мякоти плодов яблони.

Таблица 2 – Содержание кальция в мякоти плодов яблони, мг/100 г сырой массы

Вариант (Фактор А)	Год (Фактор В)					
	Синап Орловский		Средние А	Имрус		Средние А
	2014	2015		2014	2015	
Контроль	6,34	6,66	6,50	7,52	7,78	7,65
K ₂ SO ₄ — 0,3%	6,33	7,68	7,05	6,82	7,94	7,38
CaCl ₂ — 1%	7,20	7,14	7,17	7,14	6,14	6,64
K ₂ SO ₄ +CaCl ₂	8,40	6,77	7,59	6,94	8,01	7,48
Средние,В	7,07	7,06		7,11	7,47	
НСР₀₅	А 1,34	В 0,95	А•В 1,89	А 0,60	В 0,42	А•В 0,85

В 2014 году у сорта яблони Синап Орловский зафиксировано достоверное увеличение содержания кальция при некорневых подкормках смесью K₂SO₄+CaCl₂. В свою очередь, двухлетние данные по изучению содержания кальция в мякоти плодов яблони сорта Имрус показали достоверное уменьшение концентрации этого элемента при обработках 1% раствором хлорида кальция.

Обработка сульфатом калия не оказала влияния на содержание кальция в плодах яблони изучаемых сортов. Достоверных различий по годам у изучаемых сортов по этому показателю не наблюдалось.

Следует отметить, что погодные условия 2015 года исследований могли негативно сказаться на формировании устойчивости плодов яблони к горькой ямчатости. Известно, что одна из причин возникновения этой болезни кроется в нарушении минерального баланса плодов – в недостатке кальция и избытке калия, магния и азота.

Согласно результатам исследований С.В.Т. Amarante, Duilio Porro и др. при возрастании величины отношения содержания калия к содержанию кальция резко увеличивается поражаемость плодов горькой ямчатостью [6-8]. Также считается, что обработка деревьев CaCl_2 уменьшает риск поражения болезнью [7, 8].

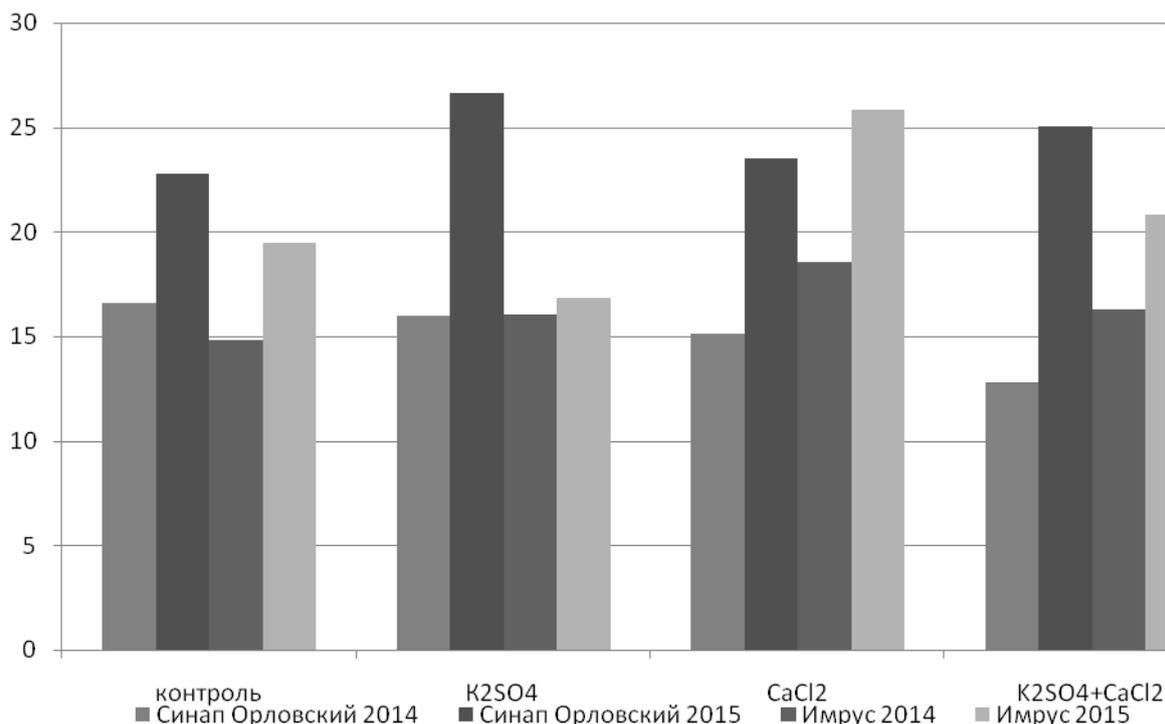


Рис. Соотношение содержания калия и кальция в плодах яблони

Как видно из гистограммы, в 2014 году некорневые обработки отдельными веществами не оказали существенного влияния на соотношение К/Са у сорта Синап Орловский (рис.).

Благодаря достоверному увеличению концентрации кальция в плодах этого сорта при опрыскивании смесью $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{CaCl}_2$, величина соотношения К/Са была на 22,8 % меньше.

В 2015 году, когда в тканях плодов обоих сортов яблони наблюдалось достоверное увеличение уровня калия, показатель К/Са во всех вариантах опыта существенно увеличился (на 23...49 %). Самый высокий риск

поражения горькой ямчатостью плодов сорта Синап Орловский в 2015 году был при опрыскивании растений сульфатом калия.

У сорта Имрус в течение двух лет мы наблюдали стабильные значения показателя К/Са при обработках сульфатом калия. В остальных вариантах данный показатель значительно увеличился в 2015 году. Как в 2014, так и в 2015 году самый высокий риск развития горькой ямчатости в плодах сорта Имрус был при опрыскивании 1 % раствором CaCl_2 .

Выводы. Установлено, что у изучаемых сортов яблони содержание кальция в плодах было более стабильным показателем, по сравнению с содержанием калия, которое достоверно изменялось в зависимости от метеоусловий и нагрузки деревьев урожаем.

Подкормки яблони хлоридом кальция и сульфатом калия не всегда обеспечивали достоверное увеличение концентрации соответствующих элементов в тканях плодов. Так, у сорта Имрус в 2015 году при обработке CaCl_2 содержание кальция в мякоти было ниже контроля.

Эффект совместных обработок калий- и кальцийсодержащими удобрениями отличался от действия моноэлементных подкормок. При этом изучаемые сорта проявляли различную реакцию как на отдельные соединения, так и на их смеси. Например, в 2015 году у яблонь сорта Синап Орловский, обработанных сульфатом калия, плоды содержали на 17,3 % больше калия, чем у растений при опрыскивании смесью $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{CaCl}_2$, у сорта Имрус наблюдалась обратная реакция.

Некорневые подкормки сульфатом калия и хлоридом кальция, оказывая значительное влияние на уровень калия и кальция в тканях плодов яблони, могут увеличивать риск развития горькой ямчатости. У сорта Синап орловский значимое увеличение соотношения К/Са наблюдалось при обработках 0,3 % раствором сульфата калия, у сорта Имрус – при опрыскивании 1 % раствором хлорида кальция.

Литература

1. Медведев, С.С. Физиология растений / С.С. Медведев. – СПб.: Издательство Санкт-Петербургского университета, 2004. – С. 18-29
2. Причко, Т.Г. Оценка эффективности новых кальцийсодержащих препаратов в борьбе с горькой ямчатостью плодов яблони / Т.Г. Причко, Т.Л. Смелик / Научные труды ГНУ СКЗНИИСИВ. – Том 7. – Краснодар: СКЗНИИСИВ, 2015. – С. 35-41.
3. Минеев, В.Г. Практикум по агрохимии / В.Г. Минеев, Е.П. Дурынина, А.В. Кочетавкин [и др.] – Москва: Издательство МГУ, 1989. – 304 с.
4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агротехиздат, 1985. – 351 с.
5. Леоничева, Е.В. Сортвые особенности калийного питания яблони при некорневых подкормках / Е.В. Леоничева, Т.А. Роева, Л.И. Леонтьева, О.А. Ветрова // Садоводство и виноградарство. – 2015. – №5. – С. 151-154.
6. D. Porro. The importance of advisory service in predicting bitter pit using early-season fruit analysis / D. Porro, T. Pantezzi // V International Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Plants — 2006 — P.273-278.
7. A.R. Biggs. Managing Bitter Pit in ‘Honeycrisp’ Apples Grown in the Mid-Atlantic United States with Foliar-applied Calcium Chloride and Some Alternatives / A.R. Biggs, G.M. Peck // HortTechnology – 2015 – vol:25 – №3 – P.385-391.
8. C.V.T. Amarante. Tissue sampling method and mineral attributes to predict bitter pit occurrence in apple fruit: a multivariate approach / C.V.T. Amarante, J.P.G. Silveira, C.A. Steffens, F.N. Paes, L.C. Argenta // VII international postharvest symposium – 2013 – P.1133-1139.

References

1. Medvedev, S.S. Fiziologija rastenij / S.S. Medvedev. – SpB.: Izdatel'stvo Sankt-Peterburgskogo universiteta, 2004. – S. 18-29
2. Prichko, T.G. Ocenka jeffektivnosti novyh kal'cijsoderzhashhih preparatov v bor'be s gor'koj jamchatost'ju plodov jabloni / T.G. Prichko, T.L. Smelik / Nauchnye trudy GNU SKZNIISIV. – Tom 7. –Krasnodar: SKZNIISiV, 2015. – S. 35-41.
3. Mineev, V.G. Praktikum po agrohonii / V.G. Mineev, E.P. Durygina, A.V. Kochetavkin [i dr.] – Moskva: Izdatel'stvo MGU, 1989. – 304 s.
4. Dospheov, B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami staticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) / B.A. Dospheov. – M.: Agrohimizdat, 1985. – 351 s.
5. Leonicheva, E.V. Sortovye osobennosti kalijnogo pitaniya jabloni pri nekornevyh podkormkah / E.V. Leonicheva, T.A. Roeva, L.I. Leont'eva, O.A. Vetrova // Sadovodstvo i vinogradarstvo. – 2015. – №5. – S. 151-154.
6. D. Porro. The importance of advisory service in predicting bitter pit using early-season fruit analysis / D. Porro, T. Pantezzi // V International Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Plants — 2006 — P.273-278.
7. A.R. Biggs. Managing Bitter Pit in ‘Honeycrisp’ Apples Grown in the Mid-Atlantic United States with Foliar-applied Calcium Chloride and Some Alternatives / A.R. Biggs, G.M. Peck // HortTechnology – 2015 – vol:25 – №3 – P.385-391.
8. C.V.T. Amarante. Tissue sampling method and mineral attributes to predict bitter pit occurrence in apple fruit: a multivariate approach / C.V.T. Amarante, J.P.G. Silveira, C.A. Steffens, F.N. Paes, L.C. Argenta // VII international postharvest symposium – 2013 – P.1133-1139.