

УДК 634.1:631.8

**ИССЛЕДОВАНИЕ
СОДЕРЖАНИЯ МЕДИ И ЦИНКА
В ПОЧВЕ И РАСТЕНИЯХ ЯБЛОНИ
В САДАХ ИНТЕНСИВНОГО ТИПА**

Ярошенко Олеся Владимировна
канд. с.-х. наук,
научный сотрудник
лаборатории экологии почв
e-mail: Olesya-yaroshenko@Yandex.ru

*Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«Северо-Кавказский зональный
научно-исследовательский институт
садоводства и виноградарства»,
Краснодар, Россия*

Обязательным элементом интенсивных технологий при возделывании яблони являются системы защиты деревьев от вредных объектов (от 14 до 18 обработок за сезон). Более интенсивно пестициды используются в садах яблони зимнего срока созревания, плоды которой предназначены для длительного хранения. Для разработки экологически безопасных агротехнологических приемов возделывания плодовых культур в современном садоводстве необходимы новые знания о динамике накопления макро- и микроэлементов в системе «почва-растение-плоды». Исследования проведены в производственном саду яблони интенсивного типа на черноземе выщелоченном с 2009 г. по 2011 г. при разных системах содержания сада. Для определения количества микроэлементов, в том числе тяжелых металлов в почве и растениях яблони, использованы методические указания по определению тяжелых металлов в почве и продукции растениеводства. В почве сада яблони, возделываемого по интенсивным технологиям, установлено высокое содержание подвижных соединений меди,

UDC 634.1:631.8

**RESEARCH OF COPPER AND ZINC
CONTENT IN THE SOIL AND
APPLE PLANTS IN THE GARDENS
OF INTENSIVE TYPE**

Yaroshenko Olesya
Cand. Agr. Sci.,
Research Associate
of Laboratory of Soil Ecology
e-mail: Olesya-yaroshenko@Yandex.ru

*Federal State Budgetary
Scientific Institution
"North Caucasian
Regional Research Institute
of Horticulture and Viticulture",
Krasnodar, Russia*

The systems of trees protection against harmful objects (from 14 to 18 processings during the season) are the obligatory element of intensive technologies of an apple-tree cultivation. Pesticides are used more intensively in the apple-tree gardens of winter maturing which fruits are intended for a long storage. The new knowledge of dynamics of accumulation macro- and microelements in the "soil-plant-fruits" system is necessary for development of ecologically safe agric-technological methods of fruit crops cultivation in the modern gardening. The research are carried out in an industrial apple-tree garden of intensive type on the chernozem leached from 2009 to 2011 at different systems of garden maintenance. For determination of minerals quantity, including heavy metals, in the soil and apple-tree plants, the methodical instructions for definition of heavy metals in the soil and crop production are used. In the soil of apple-tree garden cultivated using the intensive technologies the high content of mobile compounds of copper, exceeding threshold limit concentrations by 1,5-2 times and direct impact

превышающее предельно допустимую концентрацию в 1,5-2 раз, и прямое воздействие пестицидов на содержание подвижного цинка в почве, листьях и плодах яблони. Для сохранения плодородия чернозёма выщелоченного и ограничения миграции подвижных меди форм в экосистеме сада в условиях центральной подзоны садоводства Краснодарского края необходимо пополнение почвы органикой не менее 20 т/га и не реже одного раза в три года. Для предотвращения избыточного накопления меди и цинка в системе «почва-растение-плоды» при возделывании яблони в условиях интенсивных технологий необходимо сократить кратность обработок медь- и цинк-содержащими препаратами, заменяя их менее опасными.

Ключевые слова: ЯБЛОНЯ, ПОЧВА, ИНТЕНСИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ, ПОДВИЖНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ МЕДИ И ЦИНКА

of pesticides on the content of mobile zinc in the soil, leaves and fruits of an apple-tree are found. The preservation of fertility of the chernozem leached and restriction of migration of copper mobile forms in a garden ecosystem under the conditions of the central subzone of gardening of Krasnodar Region requires the replenishment of soil by organic substance not less than 20 t/hectare and not rarely than once in three years. For prevention of surplus accumulation of copper and zinc in the "soil-plant-fruits" system when cultivation of an apple-tree using the intensive technologies it is necessary to reduce the frequency rate of processings by preparations containing copper and zinc and to replace them less dangerous ones.

Key words: APPLE-TREE, SOIL, INTENSIVE CULTIVATION TECHNOLOGY, MOBILE COMPOUNDS OF COPPER AND ZINK

Введение. В современных условиях ведущая роль в повышении эффективности производства плодовой продукции принадлежит интенсивным технологиям, которые способствуют реализации потенциала продуктивности плодовых культур в конкретных природно-климатических условиях. Обязательным элементом интенсивных технологий при возделывании яблони являются системы защиты деревьев от вредных объектов (от 14 до 18 обработок за сезон).

Более интенсивно пестициды используются в садах яблони зимнего срока созревания, плоды которой предназначены для длительного хранения и применяемые пестициды привносят в агроценоз сада химические элементы, которые могут способствовать нарушению питания растений яблони [1, 2, 3].

Известно, что до 90 % рабочей жидкости пестицидов, применяемых при обработках плодовых насаждений, оседает на поверхности почвы, они аккумулируются ею и поглощаются корнями растений [4]. Отечественными и зарубежными учеными доказано влияние токсичных почвенных остатков на качество выращиваемой сельскохозяйственной продукции [5-8].

Ранее установлено высокое содержание меди и цинка в садовом черноземе, а также накопление цинка в листьях и плодах яблони [9, 10, 11]. Для разработки экологически безопасных агротехнологических приемов возделывания плодовых культур в современном садоводстве необходимы новые знания о динамике накопления макро- и микроэлементов в системе «почва-растение-плоды».

Объекты и методы исследований. Исследования проведены в производственном саду яблони интенсивного типа на черноземе выщелоченном с 2009 г. по 2011 г. при разных системах содержания сада.

Схема опыта

Вариант 1 – контроль (без применения удобрений и систем защиты растений).

Вариант 2 – система защиты яблони, принятая в хозяйстве.

Вариант 3 – система защиты яблони, принятая в хозяйстве на фоне внесения органических удобрений в почву сада (торфа нейтрализованного обогащенного).

Для определения содержания микроэлементов, в том числе тяжелых металлов в почве и растениях яблони, использовали методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства [12, 13].

Обсуждение результатов. В вариантах опыта в 0-40 см слое почвы определено высокое содержание подвижной меди – 4,4-5,6 мг/кг, превышающее предельно допустимую концентрацию (ПДК – 3 мг/кг) в 1,5-2

раза. Это связано с использованием медьсодержащих препаратов как в насаждениях предшествующей культуры (виноградник), так и в саду яблони. В 2010 и 2011 гг. отмечено уменьшение содержания подвижной меди за счет исключения из системы защиты яблони медьсодержащих препаратов и в связи с обильными атмосферными осадками.

Уменьшению содержания подвижной меди в слое 0-40 см на 2 мг/кг почвы способствовало также внесение органических удобрений в почву сада (рис. 1). Установлена статистически достоверная отрицательная корреляция подвижных форм этого элемента с содержанием гумуса в почве ($r = -0,7$).



Рис. 1. Содержание подвижных форм меди и цинка в черноземе выщелоченном (слой 0-60 см), мг/кг.

Содержание подвижного цинка во всех вариантах опыта в слое почвы 0-60 см было ниже оптимального уровня, который составляет 2-5 мг/кг. Выявлено прямое воздействие используемых пестицидов на содержание подвижного цинка в почве сада.

При включении в систему защиты яблони цинксодержащего препарата Полирам ДФ в 2009 году, в 2010 году зафиксировано повышение концентрации подвижного цинка во 2 и 3 вариантах опыта до 1,6-1,8 мг/кг.

Поступление цинка в почву происходило вследствие оседания рабочей жидкости на поверхности почвы, а также с листопадом. В 2011 году выявлено заметное снижение содержания цинка в исследуемых слоях почвы, особенно в варианте с внесением органики в почву сада.

Установлена статистически достоверная положительная корреляция содержания меди в листьях яблони и концентрации подвижной меди в почве сада, выражаемая уравнением: $y = 3,2904x - 0,9614$, $r = 0,85$.

Наибольшее количество меди в листьях растений яблони определено в 2009 году, когда концентрация её подвижных форм в почве сада была самой высокой. На интенсивность поступления меди в плоды яблони оказывали влияние условия увлажнения периода вегетации.

Исследования показали, что во влажных условиях в период созревания и налива плодов (с июля по август) из листьев в яблоки поступало меньшее количество меди (рис. 2).

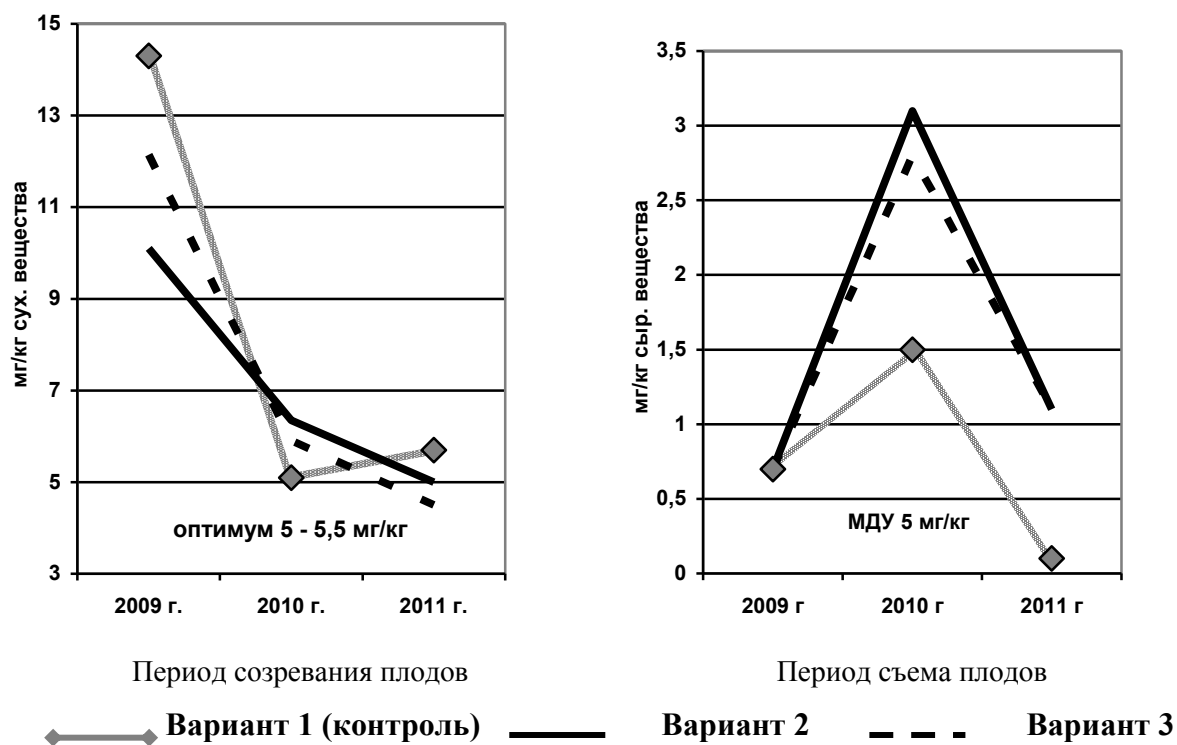


Рис. 2. Динамика содержания меди в листьях и плодах яблони сорта Айдаред (2009-2011 гг.).

По результатам наших исследований выявлена достоверная отрицательная взаимосвязь количества осадков в период созревания плодов (июль-август) и содержания меди в яблоках съёмной зрелости, выражаемая уравнением:

$$y = -0,0308x + 3,6035, r = -0,8.$$

Наибольшее содержание меди в яблоках съёмной зрелости определено в 2010 году, характеризовавшемся засушливыми условиями в период налива и созревания плодов и высокой температурой воздуха – до 35 °С.

Накопление цинка в листьях и плодах в период созревания и налива в основном зависело от интенсивности применения средств защиты яблони (рис. 3).

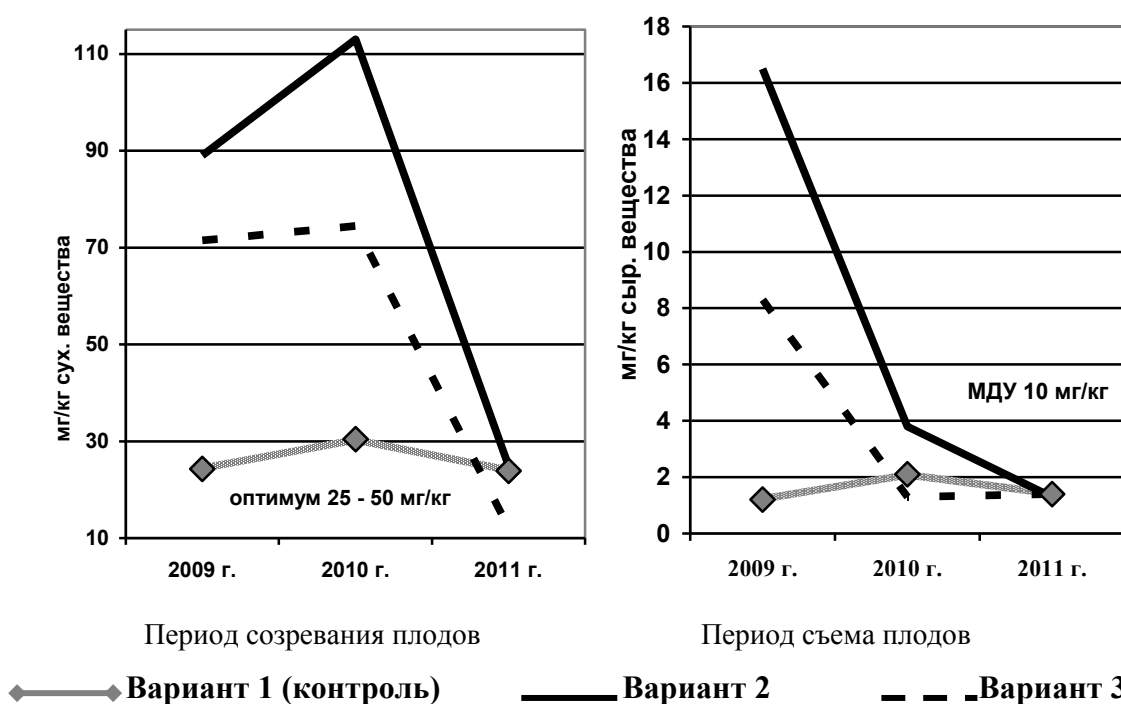


Рис. 3. Динамика содержания цинка в листьях и плодах яблони сорта Айдаред (2009-2011 гг.)

Высокое содержание цинка в листьях и плодах связано с включением в 2009 году в систему защиты яблони цинксодержащего препарата Полирам ДФ и его последствием в 2010 году.

В яблоках съёмной зрелости было зафиксировано высокое содержание цинка – 16,3 мг/кг сыр. в-ва в 2009 г., превышающее максимально до-

пустимый уровень (МДУ–10 мг/кг сыр. в-ва). Снижению поступления цинка в яблоки способствовало внесение органических удобрений.

Заключение. Для сохранения плодородия чернозёма выщелоченного и ограничения миграции подвижных форм меди в экосистеме сада в условиях центральной подзоны садоводства Краснодарского края необходимо пополнение почвы органикой не менее 20 т/га и не реже одного раза в три года.

Для предотвращения избыточного накопления меди и цинка в системе «почва-растение-плоды» при возделывании яблони в условиях интенсивных технологий необходимо сократить кратность обработок медь- и цинксодержащими соединениями, заменяя их менее опасными препаратами.

Литература

1. Deckers, T. Blattanalyse als Ergänzung zur Bodenanalyse / Rheinische Monatsschrift für Gemüse, Obst, Zierpflanzen, 1997.- №85. – P. 518-519.
2. Kerstin P. Scholz. Die Stickstoffernährung beim Apfel - 2. Teil: Erfassung des N-Versorgungszustandes und Düngungsmaßnahmen / P. Scholz Kerstin, H. – U. Helm // Erwerbsobstbau, 2001. - №43. – P. 7-14.
3. Hickey, W. J. Transformation of atrazine in soil by *Phanerochaete chrysosporium* / W. J. Hickey, D. J. Fuster, R. T. Lamar/ Soil Biol. Biochem, 1994.- Vol.26.- N 12. P.1665-1671.)
4. Иванов, В.Ф. Экология плодовых культур/ В.Ф. Иванов, А.С. Иванова, Н.Е. Опасенко. – Киев: Аграрная наука, 1998. – 406 с.
5. Erricsson, B. Faktorer av betydelse för den inre kvaliteten hos frukt (Apple-Paron) // Fruktdlaren, 1977. – №19. – S. 14-15.
6. Zhao Zheng – Yang, Zhang Cui-hua, Liu Zi-long, Liang Jun, Li Jian-rui. Xibei nonglin keji daxue xuedao. Ziran Kexue Ban J/ Northwest Sci- Tech Univ.Agr. and Forest. Nat. Sci. Ed., 2006. -V34. - № 11. - C. 153-156.
7. Евдокимова, Г.А. Влияние тяжелых металлов промышленных выбросов на микрофлору почвы / Г.А. Евдокимова, Н.П. Мозгова. – М.: МГУ, 1987. – 134 с.
8. Подгорная, М.Е. Содержание меди в плодах яблони в зависимости от сорта и кратности применения / М.Е. Подгорная // Агротехнический метод в защите растений от вредных организмов. – Краснодар, 2005. – С. 367-378.
9. Попова, В.П. Содержание макро- и микроэлементов в системе «почва-лист-плод» при интенсивных технологиях возделывания яблони / В.П. Попова, О.В. Ярошенко, Н.Г. Пестова // Плодоводство и ягодоводство России. – 2014. – Т. XXXX – Ч. 1. – С. 255-260.
10. Сергеева, Н.Н. Содержание микроэлементов в чернозёме выщелоченном под плодовыми насаждениями при внесении органоминеральных удобрений / Н.Н. Сергеева, Н.Г. Пестова, О.В. Ярошенко // Земледелие. – 2016. – № 1. – С. 11-14.

11. Ярошенко, О.В. Влияние органических удобрений на режим питания яблони / О.В. Ярошенко // Агроэкологические основы применения удобрений в современном земледелии: материалы 49-й междунар. науч. конф. молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов / ВНИИА. – М., 2015. – С. 274-277.

12. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных и продуктивных растениеводства. – М., 1992. – 61 с.

13. Минеев, В.Г. Экологические проблемы агрохимии: учебное пособие / В.Г. Минеев. – М.: МГУ, 1987. – 285 с.

References

1. Deckers, T. Blatt analyse als Ergänzung zur Boden analyse / Rheinische Monatsschrift für Gemüse, Obst, Zierpflanzen, 1997.- №85. –P. 518-519.

2. Kerstin P. Scholz. Die Stickstoffernährung beim Apfel - 2. Teil: Erfassung des N-Versorgungszustandes und Düngungsmaßnahmen / P. Scholz Kerstin, H. – U. Helm // Erwerbsobstbau, 2001. -№ 43. – P. 7-14.

3. Hickey, W. J. Transformation of atrazine in soil by *Phanerochaete chrysosporium* / W. J. Hickey, D. J. Fuster, R. T. Lamar/ Soil Biol. Biochem, 1994.- Vol.26.- N 12. P. 1665-1671.)

4. Ivanov, V.F. Jekologija plodovyh kul'tur/ V.F. Ivanov, A.S. Ivanova, N.E. Opatenko. – Kiev: Agrarnaja nauka, 1998. – 406 s.

5. Erricsson, B. Faktor av betydelse för den inre kvaliteten hos frukt (Apple-Paron) // Fruktdlaren, 1977. – № 19. – S. 14-15.

6. Zhao Zheng – Yang, Zhang Cui-hua, Liu Zi-long, Liang Jun, Li Jian-rui. Xibei nonglin keji daxue xuedao. Ziran Kexue Ban J/ Northwest Sci- Tech Univ. Agr. and Forest. Nat. Sci. Ed., 2006. -V34. - № 11. - C. 153-156.

7. Evdokimova, G.A. Vlijanie tjazhelyh metallov promyshlennyh vybrosov na mikrofloru pochvy / G.A. Evdokimova, N.P. Mozgova. – М.: МГУ, 1987. – 134 с.

8. Podgornaja, M.E. Soderzhanie medi v plodah jabloni v zavisimosti ot sorta i kratnosti primeneniya / M.E. Podgornaja // Agrotehnicheskij metod v zashhite rastenij ot vrednyh organizmov. – Krasnodar, 2005. – S. 367-378.

9. Popova, V.P. Soderzhanie makro- i mikrojelementov v sisteme «pochva-list-plod» pri intensivnyh tehnologijah vozdeľyvanija jabloni / V.P. Popova, O.V. Jaroshenko, N.G. Pestova // Plodovodstvo i jagodovodstvo Rossii. – 2014. – Т. HHHH – Ch. 1. – S. 255-260.

10. Sergeeva, N.N. Soderzhanie mikrojelementov v chernozjome vyshhelochennom pod plodovymi nasazhdenijami pri vnesenii organomineral'nyh udobrenij / N.N. Sergeeva, N.G. Pestova, O.V. Jaroshenko // Zemledelie. – 2016. – № 1. – S. 11-14.

11. Jaroshenko, O.V. Vlijanie organicheskikh udobrenij na rezhim pitaniya jabloni / O.V. Jaroshenko // Agrojekologicheskie osnovy primeneniya udobrenij v sovremennom zemledelii: materialy 49-j mezhdunar. nauch. konf. molodyh uchenykh, specialistov-agrohimikov i jekologov / VNIIA. – М., 2015. – S. 274-277.

12. Metodicheskie ukazaniya po opredeleniju tjazhelyh metallov v pochvah sel'ho-zugodij i produkcii rastenievodstva. – М., 1992. – 61 с.

13. Mineev, V.G. Jekologicheskie problemy agrohimii: uchebnoe posobie / V.G. Mineev. – М.: МГУ, 1987. – 285 с.