

УДК 634.10:631.41:631.811

## **Діагностика якості мінерального живлення плодкових культур**

**Т.В. Малюк**

Мелітопольська дослідна станція садівництва

імені М.Ф. Сидоренка ІС НААН

*Наведено результати досліджень з діагностики мінерального живлення зерняткових культур на основі встановлення функціональних зв'язків між вмістом елементів у ґрунті, листках та урожайністю насаджень.*

**Ключові слова:** *діагностика живлення, оптимальний вміст елементів, урожайність, насадження яблуні і груші*

Застосування добрив є потужним заходом, який дозволяє регулювати продуктивність плодкових культур. Проте надлишкове або несвоєчасне живлення, може зумовити погіршення якості продукції, надлишковий вегетативний ріст, забруднення довкілля. Звідси витікає завдання щодо оптимізації мінерального живлення рослин для визначення реальних їх потреб в елементах живлення[1, 2].

До теперішнього часу накопичено значну кількість даних з діагностики мінерального живлення рослин на основі різноманітних методів. Проте, унаслідок того, що досліді проводилися в різних умовах і підходи до вивчення цього питання були неоднакові, наявні дані не завжди дозволяють надати конкретні рекомендації

щодооптимізації живлення плодкових культур для певних регіонів. Це пояснюється тим, що оцінка змін властивостей ґрунтів переважно проводилася за одним критерієм – урожайність або прибавка урожайності від внесення мінеральних добрив [3].

На сучасному етапі для науково обґрунтованої оцінки систем удобрення та змін під їх впливом агрохімічних властивостей ґрунтів необхідні дані з так званої «якості живлення» рослин мінеральними речовинами. Це пояснюється тим, що всі продукційні процеси рослин функціонально пов'язані з якістю живлення рослин, яке, у свою чергу, безпосередньо залежить від якості ґрунту [1–4].

Таким чином, екологічний підхід до визначення змін агрохімічних властивостей ґрунтів під впливом антропогенної дії потребує споріднених досліджень щодо змін агрохімічних властивостей ґрунтів та реакції рослин на ці зміни стосовно до кожного агроландшафту, зокрема плодового агроценозу.

Унаслідок цього виникла потреба у проведенні досліджень з діагностики мінерального живлення найцінніших промислових культур яблуні і груші, заснованих на спорідненому вивченні змін властивостей ґрунтів унаслідок удобрення та комплексу критеріїв, які характеризують якість живлення рослин.

**Методи досліджень.** Дослідження проведено на базі стаціонарних польових дослідів (2003–2014 рр.) по вивченню

особливостей тривалого застосування різних систем внесення мінеральних добрив у насадження яблуні сортів Айдаред і Флоріна та груші сортів Весільна, Пектораль, Конференція, Ізюминка Криму.

Досліджуваний ґрунт – чорнозем південний важкосуглинковий характеризується такими показниками (у шарі 0-60 см): гумус – 2,33 %, рН – 7,8, сума увібраних катіонів – 47,0 мекв/100 г ґрунту, Na+K<sub>(увібр.)</sub> – 0,9 % від суми катіонів. Вміст рухомих сполук фосфору і калію (за методом Мачигіна) у 0–40 см шарі складає 2,6 і 28,0 мг/100 г ґрунту відповідно, рН – 7,8. Система утримання ґрунту – парова.

У зразках ґрунту, відібраних у динаміці впродовж вегетації плодкових культур визначали вміст мінеральних форм азоту, фосфору і калію за загальноприйнятими методиками. У рослинних зразках (листки) встановлювали загальний вміст NPK за Гінзбург, Щегловою [5], швидкість перекисного окиснення ліпідів (ПОЛ) мембран – за накопиченням малонового діальдегіду (МДА) за реакцією з тіобарбітуровою кислотою [6]. Математична обробка даних проводилася за допомогою програм Microsoft Excel, Statistica 6.0.

**Результати досліджень.** У результаті дослідницької роботи отримано дані щодо вмісту, розподілу і співвідношення елементів у рослинах в залежності від змін ґрунтових умов унаслідок застосування добрив. Так, вміст азоту в листках дерев яблуні і груші упродовж вегетації визначався кількома факторами: він зменшувався з віком

рослин, а також залежав від вологості і температури ґрунту та вмісту в ньому поживних речовин. Найбільше надходження NPKу плоді культури відмічено за вологості 70–80 % НВ, температури ґрунту (22–26 °С) і вмісту N-NO<sub>3</sub> у ґрунті – 9,5–16,7 мг/кг, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>–3,9÷5,0 мг/100 г, K<sub>2</sub>O –29,4–37,2мг/100 г.

З метою удосконалення діагностики фосфорного режиму ґрунту, актуальність якої обумовлена слабким реагуванням яблуні на застосування фосфорних добрив, окремо проаналізовано залежність вмісту P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>у ґрунті, з відгуком рослин на удобрення. Установлено, що оптимальній якості живлення яблуні цим елементом, яка обумовлює формування понад 30 т/га плодів сортів Айдаред і Флоріна, відповідає діапазон вмісту P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>у ґрунті –3,5÷4,6 мг/100г (рисунок).

Згідно з градаціями, встановленими для плодкових культур [7], такий вміст P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> у ґрунті відповідає середньому рівню забезпеченості. Водночас, як показали дослідження, збільшення вмісту фосфору у ґрунті за рахунок добрив до підвищеного рівня не призводить до відповідного зростання врожайності яблуні. Зважаючи, на те, що урожайність є інтегрованим показником умов живлення рослин, рівень вмісту P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, що забезпечує отримання запланованого врожаю плодів високої екологічної якості, за економії матеріальних ресурсів може вважатися нормативним (оптимальним) для даних умов.

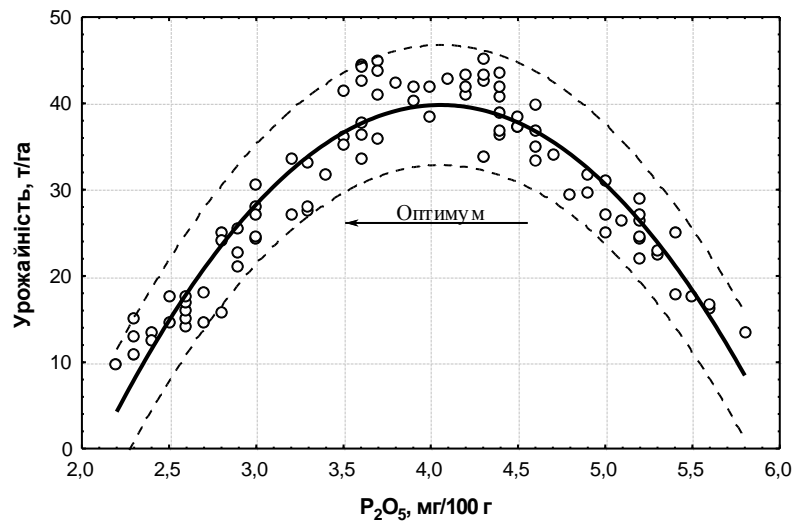


Рис. Оптимальний діапазон вмісту  $P_2O_5$ , мг/100 гу ґрунті

Крім того, результати досліджень, детальний опис яких надано у попередніх публікаціях [8, 9], свідчать, що оптимальний діапазон показників вмісту азоту і калію в листках яблуні і груші, в межах якого зберігається оптимальна якість їх живлення і досягається урожайність не менше ніж 25 т/га, не перевищує  $1,8\div 2,2\%$  і  $0,35\div 0,60\%$  відповідно по елементах. Використання у сучасних умовах раніше визначених середніх значень оптимуму концентрації цих елементів для діагностичних цілей та встановлення доз добрив може зумовити зниження ефективності добрив та зростання екологічного навантаження на ґрунт унаслідок їх надлишкового застосування.

Водночас більш інформативним показником з огляду на збалансоване мінеральне живлення, вважається визначення не тільки оптимальних діапазонів вмісту азоту, фосфору і калію, а й їх співвідношення (як усіх елементів, так і їх пар) у різні періоди онтогенезу[2]. Так, з метою поглибленого вивчення особливостей мінерального живлення визначено оптимальні співвідношення NPK у різні фази розвитку зерняткових культур.

Наприкладі груші встановлено, що підвищеною забезпеченістю (тобто слабкою потребою в азоті) характеризуються дерева сортів Пектораль і Весільна із співвідношенням  $N:P_2O_5 - 5,5-7,0$ , середньою –  $3,0-5,5$ , низькою  $< 3,0$ . Аналіз «якості живлення» за трьома елементами свідчить про те, що кращому загальному стану дерев, вищому

вміст хлорофілу, підвищеному ступеню засвоєння речовин у період активного росту відповідає співвідношення N:P:K – 4,6–5,7 : 1 : 1,1–2,3 (табл. 1). Аналогічні закономірності отримано і для двох сортів яблуні.

Таблиця 1 – Аналіз якості живлення дерев груші за співвідношенням N:P:K в листках

Співвідношення N:P:K	Діапазон концентрації хлорофілу, % а.с.р.	Діапазон середньозваженого коефіцієнта засвоєння NPK, %	Діапазон площі листової поверхні, м <sup>2</sup> /дер.
2,7–3,8 : 1 : 2,1–3,0	0,48÷0,54	4,6÷4,9	4,8÷6,4
3,8–4,5 : 1 : 1,8–2,6	0,65÷0,78	8,4÷9,0	5,9÷7,6
4,6–5,7 : 1 : 1,1–2,3	1,00÷1,12	10,3÷10,6	10,9÷11,4
5,8–6,6 : 1 : 1,0–1,6	0,81÷1,00	9,3÷10,0	10,2÷11,5
6,7–7,5 : 1 : 0,7–1,1	0,85÷0,97	6,1÷7,1	7,6÷11,1
7,6–11,1 : 1 : 0,5–1,0	0,66÷0,71	5,7÷6,9	7,8÷10,9

Ще одним критерієм оцінки змін фізіологічного стану рослин на рівні клітини унаслідок дії зовнішніх факторів, зокрема засолення, застосування агрохімікатів тощо, є інтенсивність утворення продуктів ПОЛ [10]. У дослідженнях з однорічними деревами груші сорту Весільна встановлено вплив добрив на рівень стресостійкості рослин, а саме на накопичення кінцевого продукту ПОЛ – малонового діальдегіду (МДА). Встановлено, що відразу після весняного внесення добрив рослини, очевидно, сприймають їх як стрес-фактор, оскільки рівень МДА в листках різко зростає (на 39–65 %) відносно контролю (25,4 нмоль/г сирої маси). До кінця літнього періоду вміст МДА в листках контролю та варіантах з виключенням одного або кількох елементів із поживної суміші підвищився майже втричі, що свідчить

про погіршення умов зростання (табл. 2). Водночас встановлено, що варіант із внесенням  $N_{60}P_{45}K_{60}$  характеризувався значно нижчим рівнем МДА (37,6-43,2 нмоль/г).

Таблиця 2 – Динаміка вмісту малонового діальдегіду в листках груші під дією добрив, нмоль/г, 2014 р.

Варіант досліджу	Дата визначення					
	06.05	21.05	10.06	07.07	29.07	12.08
Контроль (без удобрення)	25,4	36,4	39,6	45,4	52,4	60,1
$N_{60}P_{45}$	35,3	38,9	45,4	46,2	48,7	54,6
$N_{60}K_{60}$	40,6	42,1	46,9	46,7	54,2	61,7
$P_{45}K_{60}$	39,5	46,7	54,2	59,4	65,4	69,4
$N_{60}P_{45}K_{60}$	40,1	37,2	38,4	37,6	39,7	43,2
$N_{120}P_{45}K_{60}$	42,6	45,6	48,5	45,9	47,6	50,6
$N_{60}P_{90}K_{60}$	41,4	44,1	47,6	49,4	52,9	60,9
$N_{60}P_{45}K_{120}$	41,4	43,2	49,4	52,6	54,5	61,9
$НІР_{05}$	1,6	$F_T < F_{II}$	2,5	2,7	1,9	2,8

Тобто, за збалансованого мінерального живлення підвищується загальна стійкість плодових дерев до несприятливих факторів.

Таким чином, зерняткові культури добре засвоюють поживні речовини з ґрунту та раціонально їх використовують на активізацію продукційних процесів при певних гідротермічних умовах, відсутності нестачі окремих елементів живлення, а також збалансованої їх кількості у ґрунті. Надлишкові дози удобрення не призводять до збільшення накопичення рослинами органічних речовин, і як наслідок, збільшення врожайності. Тобто, із дослідженої взаємодії в системі «ґрунт – плодова рослина – добрива» можна зробити висновок, що для досягнення максимальної продуктивності зерняткових культур за



економного використання ресурсів для підтримання високого рівня стресостійкості рослин необхідним є досягнення оптимального рівня вмісту поживних речовин у ґрунті за рахунок раціонального застосування добрив.

### **Висновки**

1. Рівень нагромадження поживних речовин у чорноземі південному й інтенсивність їх поглинання деревами зерняткових культур залежать від зміни вмісту елементів живлення внаслідок удобрення, а також гідротермічного режиму ґрунту. Найбільше надходження NPK у рослини відмічено за вологості 70–80 %НВ, температури 22–26 °С і вмісту N-NO<sub>3</sub> у ґрунті – 14,5–21,7 мг/кг, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>–3,9÷5,0 мг/100 г, K<sub>2</sub>O –29,4–37,2мг/100 г.

2. Аналіз якості мінерального живлення яблуні і груші показав, що оптимальними параметрами для проходження фізіолого-біохімічних та продукційних процесів є вміст азоту і калію в листках яблуні та груші у межах 1,8÷2,2 % і 0,35÷0,60 % відповідно, співвідношення N:P:K – 4,6–5,7 : 1 : 1,1–2,3, вміст P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> у ґрунті – 3,5÷4,6 мг/100г.

3. Доведено, що за збалансованого мінерального живлення за трьома макроелементами підвищується загальна стійкість плодових дерев до несприятливих факторів.

### **Список літератури**

1. Кондаков А.К. О проблемах удобрения и методики их исследования / А.К. Кондаков // Научные основы эффективного садоводства : труды / ВНИИС им. И.В. Мичурина. – Воронеж: Кварта, 2006. – С. 209 – 215. (А.К. Kondakov About fertilization problems and methods of their studying / Scientific basics of effective horticulture : studies VNIIS named after I.V. Michurin. – Voronezh: Kvarta, 2006, 209 – 215) (in Russian).

2. Сергеева Н.Н. Критерии оценки эффективности применения интегрированной системы удобрения в садовых агроценозах интенсивного типа / Н.Н. Сергеева, М.Е. Захарова, Н.П. Федоркова // Оптимизация технологических параметров структуры агроценозов и регламентов возделывания плодовых культур и винограда. – Краснодар, 2008.–Т.1. – С. 253–257. (N.N. Sergeeva et al. Criteria for evaluation of effectively of use of fertilization system in garden agrocenosis of intensive type / Optimisation of technological and economical features of agrocenosis structure and regalement of fruit crop sand grapes cultivation, Krasnodar, 2008, 1, 253–257 (in Russian).

3. Ельников И.И. О разработке нормативов изменения агрохимических свойств почв / И.И. Ельников // Бюл. Почвенного института им. В.В. Докучаева. – 2008. – Вып. 61. – С. 60-65. (I.I. Elnikov. About development of norms of changes of soil agrochemical properties / Bulletin of Soil institute named after V.V. Dokuchaev, 2008, Vol. 61, 60–65 (in Russian).

4. Трунов Ю.В. Методика расчета удобрений плодовых культур балансовым методом / Ю.В. Трунов, Т.Н. Гришутина, А.Ю. Филиппов [и др.] // Повышение эффективности садоводства в современных условиях : материалы Всерос. науч. - практ. конф., Мичуринск, 22-24 декабря 2003 г. – Мичуринск – Научоград РФ, 2003. – Т. 1. – С. 237 - 243. (U.V. Trunov et al. Methods of fertilizer calculation for fruit crops using balnce method / Increase of horticulture effectiveness in

modern conditions : materials of Whole-Russia scientific and practical conference, Michurinsk, 2003, 1, 237 – 243) (in Russian).

5. Радов А.С. Практикум по агрохимии : [учеб. и учеб. пособия для высш. с.-х. заведений] / А.С. Радов, И.В. Пустовой, А.В. Корольков ; под ред. И.В. Пустового. – [4-е изд., перераб., доп]. – М.: Агропромиздат, 1985. – 312 с. (A.S. Radov et al. Agrochemistry practicum, Agropromizdat, Moscow, 1985, 312) (in Russian).

6. Стальная И.Д. Метод определения малонового диальдегида с помощью тиобарбитуровой кислоты / И.Д. Стальная, Т.Г. Гаришвили // Современные методы в биохимии / под ред. В.Н. Ореховича. – М.: Медицина, 1977. – С. 66-68. (I.D. Stalnaya et al. Method of malone dialdehyde determination using thiobarbituric acid // Modern methods in biochemistry, Medicine, Moscow, 1977, 66 – 68) (in Russian).

7. Садівництво півдня України / Ін-т зрош. садівн. ; за ред. В.А. Рудьєва. - Запоріжжя: Дике Поле, 2003. – 240 с. (Horticulture of the South of Ukraine / Institute of irrigated horticulture; under edition of V.A. Rulyev, Dike Pole, Zaporizhzhya, 2003, 240) (in Ukrainian).

8. Малюк Т.В. Діагностика параметрів взаємозв'язків мінерального живлення та формування урожайності плодових культур за інтенсивних технологій їх вирощування / Т.В. Малюк, Н.Г. Пчолкіна // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. – 2013. – Вип. 17, Т. II. – С. 63 – 67. (T.V. Malyuk et al. Diagnostics of parameters of interrelations of mineral nutrition and formation of yield of fruit crops for intensive technologies of their cultivation / Scientific works of the Institute of bioenergetic crops and sugar beet, Vol. 17, II, 63 – 67.) (in Ukrainian).

9. Малюк Т.В. До питання про рослинну діагностику калійного живлення яблуні і груші на півдні України / Т.В. Малюк, Н.Г. Пчолкіна // Науковий вісник НУБіП України. Серія «Агрономія» . – Вип. 180. – С. 138 – 143. (T.V. Malyuk et al. On the question of plant

diagnostics of potassium nutrition of apples and pears in the South of Ukraine / Scientific herald of NUBiP of Ukraine, Vol. 180, 138 – 143.) (in Ukrainian).

10. Кузнецов М.Н. Особенности перекисного окисления липидов мембран в листьях яблоки в условиях техногенного загрязнения / М.Н. Кузнецов, П.С. Прудников // Сельскохозяйственная биология. – 2009. – № 5. – С. 69 – 72. (Kuznetsov M.N., Prudnikov P.S. Features of superoxide oxidation of membrane lipides in apple leaves in the conditions of technogenic pollution // Agricultural biology, 2009, 5, 69 – 72.) (in Russian).

T.V. Malyuk

Melitopol Research Fruit Growing Station named after M.F. Sydorenko of  
the Institute of Horticulture, NAAS

99 Vakulenchuk St., Melitopol, Zaporizhzhaya Region, 72311

Tel.:(0619) 431320, (097)9940161

fax: (0619) 431320, E-mail: [iosuaan@zp.ukrtel.net](mailto:iosuaan@zp.ukrtel.net)

### **Quality diagnostics of mineral nutrition for pome crops**

*Results of the research on diagnostics of mineral nutrition for pome crops based on determination of functional links between of elements contents in the soil, leaves and yield of the orchard are given.*

*Key words: diagnostic of nutrition, optimum contents of elements, yield, orchards of apples and pears*

Дослідження присвячені діагностиці мінерального живлення плодових культур, зокрема яблуні і груші, заснованих на спорідненому

вивченні змін властивостей ґрунтів унаслідок удобрення та комплексу критеріїв, які характеризують якість живлення рослин.

Дослідження проводили на базі польових дослідів по вивченню систем мінерального живлення груші та яблуні з урахуванням особливостей ґрунтових умов півдня України, вікових періодів та технології вирощування насаджень на землях Мелітопольської дослідної станції садівництва імені М.Ф. Сидоренка ІС НААН. Схемами дослідів передбачено вивчення дії застосування різних доз, форм, способів та співвідношень НРКв насадженнях чотирьох сортів груші (Весільна, Пектораль, Ізюминка Криму, Конференція) та двох сортів яблуні (Айдаред та Флоріна).

Установлено, що рівень нагромадження поживних речовин у чорноземі південному й інтенсивність їх поглинання деревами залежать від зміни вмісту елементів живлення внаслідок удобрення, а також гідротермічного режиму ґрунту. Найбільше надходження НРК у рослини відмічено за вологості 70–80 % НВ, температури 22–26 °С і вмісту N-NO<sub>3</sub> у ґрунті – 14,5–21,7 мг/кг, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>–3,9÷5,0 мг/100 г, K<sub>2</sub>O – 29,4–37,2 мг/100 г.

За результатами аналізу якості мінерального живлення яблуні і груші визначено, що оптимальними параметрами для проходження фізіолого-біохімічних та продукційних процесів є вміст азоту і калію в листках яблуні та груші у межах 1,8÷2,2 % і 0,35÷0,60 % відповідно, співвідношення N:P:K – 4,6–5,7 : 1 : 1,1–2,3, вміст P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> у ґрунті – 3,5÷4,6 мг/100г. Також доведено, що збалансоване мінеральне живлення підвищує загальну стійкість плодових дерев до несприятливих факторів.

Исследования посвящены диагностике минерального питания плодовых культур, в том числе яблони и груши, и основаны на сопряженном изучении изменений свойств почв под влиянием

удобрений и комплекса критериев, характеризующих качество питания растений.

Исследования проводились на базе полевых опытов по изучению систем минерального питания груши и яблони с учетом особенностей почвенных условий юга Украины, возрастных периодов и технологий выращивания насаждений на землях Мелитопольской опытной станции садоводства имени М.Ф. Сидоренко ИС НААН. Схемами опытов предусмотрено изучение действия разных доз, форм, способов и соотношений NPK в насаждениях четырех сортов груши (Весильная, Пектораль, Изюминка Крыма, Конференция) и двух сортов яблони (Айдаред и Флорина).

Установлено, что уровень накопления питательных веществ в черноземе южном и интенсивность их поглощения деревьями зависят от изменения содержания элементов питания вследствие применения удобрений, а также гидротермического режима почвы. Наибольшее поступление NPK в растения отмечено при влажности 70–80 % НВ, температуре 22–26 °С и содержании N-NO<sub>3</sub> в почве – 14,5–21,7 мг/кг, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>–3,9÷5,0 мг/100 г, K<sub>2</sub>O –29,4–37,2 мг/100 г.

По результатам анализа качества минерального питания яблони и груши определено, что оптимальными параметрами для прохождения физиолого-биохимических и продукционных процессов является содержание азота и калия в листьях яблони и груши в пределах 1,8÷2,2 % и 0,35÷0,60 % соответственно, соотношение N:P:K – 4,6–5,7 : 1 : 1,1–2,3, содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> в почве – 3,5÷4,6 мг/100г. Также доказано, что сбалансированное минеральное питание повышает общую стойкость плодовых растений к неблагоприятным факторам.

The research is devoted to diagnostics of mineral nutrition of fruit crops, particularly apples and pears, based on related study of soil properties

changes as a result of fertilization and complex of criteria that characterise the quality of plants nutrition.

The research was held on the basis of field experiments that studied systems of mineral nutrition of pears and apples, taking the features of soil conditions of the South of Ukraine, age periods, and technology of growth in the lands of Melitopol fruit growing research station named after M.F. Sidorenko of IH of NAAS into consideration. Schemes of the experiments reckon for the study the effect of application of different doses, methods, and ratios of nitrogen, phosphorus, and potassium in orchards on 4 pear varieties (Vesilna, Pektoral, Izuminka Krimu, Conference) and 2 apple varieties (Idared and Florina).

It has been determined that the level of nutrients accumulation in southern chernozem and intensity of their absorption by the trees depend on changes of contents of nutrients as a result of fertilization, and hydrothermal regime of the soil as well. The largest income of NPK in the plants has been observed in case of humidity of 70-80% of field capacity, temperature of 22–26 °C and the contents of N-NO<sub>3</sub> in the soil – 14.5–21.7 mg/kg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>– 3.9÷5.0 mg/100 g, K<sub>2</sub>O – 29.4–37.2 mg/100 g.

As a result of the analysis of apple and pear mineral nutrition quality it has been determined that optimal parameters for passage of physiological and biochemical processes are: contents of nitrogen and potassium in the leaves of apples and pears within 1.8÷2.2 % i 0.35÷0.60 % respectively, N:P:K ratio – 4.6–5.7 : 1 : 1.1–2.3, contents of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in the soil – 3.5÷4.6 mg/100g. It has been also proved that balanced mineral nutrition increases overall resistance of fruit trees against unfavourable factors.