

### **ВИКОРИСТАННЯ АНАЛЬЦИМУ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ВМІСТУ ФЕНОЛЬНИХ РЕЧОВИН У ҐРУНТІ ПІД ПЛОДОВИМИ РОСЛИНАМИ**

---

---

*Наведено дані щодо застосування кремнієвмісного природного мінералу анальциму в сільському господарстві. Визначено вміст фенольних речовин під різними видами плодових рослин та показано перспективність застосування анальциму для зниження вмісту фенолів у ґрунті.*

У ХХІ ст. важливим напрямом аграрного виробництва є органічне землеробство, яке ґрунтується на застосуванні природних засобів підвищення урожайності сільськогосподарських культур. У зв'язку з цим на увагу заслуговують мінерали цеоліти. Завдяки їхнім унікальним фізико-хімічним властивостям і технологічним якостям цеоліти використовують у багатьох галузях сільського господарства [1, 4, 10, 14, 22].

Цеоліти поширені в районах прояву молодого вулканізму: у США (штати Нью-Джерсі і Колорадо), Індії, Росії (Красноярський край, Якутія, Бурятія, Примор'я, Забайкалля, Сахалін, Камчатка), Вірменії, Болгарії, Угорщині, Ісландії, на Кубі, в Монголії, Новій Зеландії, Японії, Україні (Крим і Карпати). Незважаючи на те, що Україна має найбільші запаси цього мінералу в Європі, використовується він поки що мало.

Нині відомо понад 30 природних цеолітів, але тільки 8 з них (анальцим, шабазіт, кліноптилоліт, еріоніт, фер'єріт, ломонтіт, морденіт і філліпсит), які трапляються переважно в осадових породах, можуть мати промислове значення.

Дж. Рабо пропонує називати цеолітами «алюмосилікати з каркасною структурою,

в якій є порожнини, зайняті великими іонами і молекулами води, котрі характеризуються значною рухливістю, що забезпечує можливість іонного обміну і зворотної дегідратації» [16].

Цеоліти є цікавими об'єктами для наукових досліджень: вони є пористими тілами, які мають певну структуру скелета і шпарини (внутрішньокристалічні порожнини і канали) регулярної геометричної будови.

Важливою особливістю цеолітів є можливість зміни хімічного складу кристалів і геометричних параметрів (форми та розмірів) внутрішньокристалічних шпарин, тобто їхньої структурної і хімічної модифікації. Цього можна досягти, змінюючи або умови прямого синтезу цеолітів, або хімічний склад кристалів цеолітів одного і того самого структурного типу [6].

Завдяки порівняно легкій хімічній модифікації цеолітів є можливість здійснювати контрольовані зміни структури і властивостей кристалів. Ця обставина робить цеоліти зручними об'єктами для дослідження адсорбційних рівноваг, природи адсорбційних взаємодій, механізму і кінетики каталітичних реакцій, молекулярно-ситових ефектів, дифузії молекул у тонких порах контрольованих розмірів. Отримані результати можуть бути використані у різних галузях вітчизняної науки [11, 12, 15].

Цеоліти застосовують у землеробстві для підвищення врожайності різних культур, поліпшення ґрунтів, а також для зберігання товарної якості плодів. Кожний плід виділяє етилен, який відіграє роль «біологічного годинника», стимулюючи перестигання плодів і, відповідно, погіршуючи їхнє зберігання. Обробка плодів цеолітами, які поглинають етилен, запобігає утворенню гнилі [10, 18–22].

Застосування анальциму у землеробстві ґрунтується на його адсорбційній здатності. Ця властивість зумовлює поглинання не лише води, а й окремих сполук. У цьому полягає дія молекулярного сита цеолітів [6].

Додавання цеолітів сприяє аерації ґрунту, розвитку кореневої системи і росту всієї рослини. Вони утримують в зоні розташування коріння достатню кількість води — 40–70% від своєї ваги та біологічні елементи, даючи рослинам змогу більш ефективно використовувати живильні речовини ґрунту. Цеоліти є своєрідним резервуаром для зберігання найбільш важливих живильних речовин, поліпшуючи засвоєння добрив на 20–40% і знижуючи їхнє вимивання в ґрунтові води. Невелика кількість цеолітів у ґрунті дає змогу зменшити частоту поливу рослин у чотири рази, тому що ці мінерали, маючи всередині воду, дозовано віддають її рослині [1–3, 14]. Анальцим (500 мг на 500 г ґрунту) як джерело кремнію підвищує посухостійкість газонних трав [17].

А.І. Кисіль установив високу ефективність цеоліту при беззмінному вирощуванні кукурудзи на дерново-підзолистому ґрунті — середнє збільшення врожаю зеленої маси протягом 4 років після внесення цеоліту (10 т/га) становило 18,8 % [8].

У Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка НАН України встановлено, що внесенням сорбентів (активованого вугілля та катіоніту КУ-2-8) можна оптимізувати аелопатичний режим ґрунту при беззмінному вирощуванні плодкових дерев та саджанців у розсадниках і подолати

ґрунтовтому. У зв'язку з цим заслуговують на увагу цеоліти, як природні сорбенти [13].

Кремній, який міститься у цеолітах, при внесенні у дозі 2–6 г/дм<sup>3</sup> субстрату активізує фізіолого-біохімічні процеси в рослинах: стимулює їхній ріст і розвиток, підвищує адаптаційну стійкість рослин до стрес-факторів, відновлює родючість ґрунтів [7].

Таким чином, цеоліти можна ефективно використовувати як екологічно безпечні природні меліоранти, що сприятиме ресурсозбереженню, поліпшенню властивостей ґрунту, підвищенню продуктивності культурних рослин.

Мета роботи — дослідити вплив анальциму на вміст рухливих фенольних сполук у ризосферному ґрунті з-під плодкових дерев.

#### Матеріали та методи

Для з'ясування можливості подолання ґрунтовтоми в плодкових садах у 2009–2010 рр. проведено дослідження впливу анальциму на кількість рухливих фенольних речовин, які є основним аелопатичним чинником ґрунтовтоми [13], у ґрунті під деревами персика, абрикоси і горіха волоського. Пробі ґрунту з ризосфери відбирали з горизонту 30–40 см у квітні, червні, жовтні та листопаді. Контролем був ґрунт, на якому плодкові дерева не зростали. Ґрунт темно-сірий опідзолений.

Повітряно-сухі зразки ґрунту подрібнювали, просіювали крізь сито з діаметром отвору 3 мм, насипали в чашки Петрі, додавали анальцим у вигляді водної суспензії (1 : 500) і залишали на 5 діб. Сумарний вміст фенольних сполук у ґрунті визначали за загальноприйнятими методиками [5, 9]. Повторність дослідіу — 4-разова.

#### Результати та обговорення

У першому досліді порівнювали вміст фенольних сполук у прикореневому шарі ґрунту з-під плодкових дерев до та після внесення анальциму (таблиця).

З наведених даних видно, що залежно від культури зменшення рівня фенольних сполук після обробки ґрунту анальцимом відбувалося різною мірою. Так, фенольних сполук персика поглиналося з ґрунту більше, ніж фенольних сполук горіха. Це пояснюється тим, що якісний склад фенольних сполук персика і горіха значно відрізняється. У персика однією з основних фенольних сполук є нарингенін, у горіха — юглон. У ґрунті з-під дерев абрикоси ідентифіковано п-оксибензойну, протокатехову, ванілінову, о-кумарову, п-кумарову, флоретинову, ферулову кислоти [13]. Хімічна будова, реакційна здатність, дипольні моменти, лінійний розмір молекул цих сполук різні, що зумовлює неоднакову здатність до адсорбції поверхнею анальциму.

Наявність у кристалічній будові анальциму координаційно ненасичених іонів алюмінію зумовлює хемосорбцію фенольних сполук завдяки утворенню хелатних комплексів між деякими фенолами та іонами алюмінію. Між юглоном і атомом алюмінію утворюються лише донорно-акцепторні зв'язки. Для утворення хелатного комплексу необхідною умовою є наявність двох донорних функціональних груп в орто-положенні ароматичного ядра. Юглон має хіноїдну будову, тобто донорні замісники розташовані в пара-положенні один проти іншого, тому хелатний комплекс не утворюється.

Дослідження з внесенням анальциму в ґрунт, проведені навесні (квітень 2010 р.), дали позитивні результати щодо зменшення вмісту фенольних сполук у насадженнях: у горіха — на 40 %, у абрикоси — на 38 %, у персика — на 73 % (рис. 1).

Протягом вегетаційного періоду 2010 року продовжували визначати сумарний вміст фенолів під старими та молодими особинами абрикоси, горіха волоського та персика. Оскільки різні культури мають життєвий цикл різної тривалості, то старими деревами вважали рослини горіха віком 60 років, персика — 25 років, абрикоси — 50 років, а молодими — 4–6-річні дерева.

**Вплив анальциму на вміст фенольних сполук у ґрунті з-під плодових дерев (жовтень 2009 р.), мг/100 г**

Культура	Варіанти дослідів	
	без анальциму	з анальцимом
Горіх волоський	5,54	4,96
Персик	4,38	2,92
Абрикоса	8,32	6,57

Таким чином, проводили порівняння не лише між різними видами, а й між різними віковими групами.

Дослід, проведений у червні, під час найбільш інтенсивного росту рослин, показав, що під старими деревами абрикоси і персика накопичувалось фенолів у ґрунті більше (відповідно 2,2 та 2,3 мг/100 г), ніж під молодими особинами (1,7 та 1,2 мг/100 г). Під старим деревом горіха волоського цей показник становив 1,3 мг/100 г, під молодим — 2,3 мг/100 г ґрунту (рис. 2). Можливо, це пов'язано з тим, що основне тло фенольного забруднення дає коріння, яке у старих дерев розташовано на більшій глибині, ніж у молодих. Основним джерелом фенольних

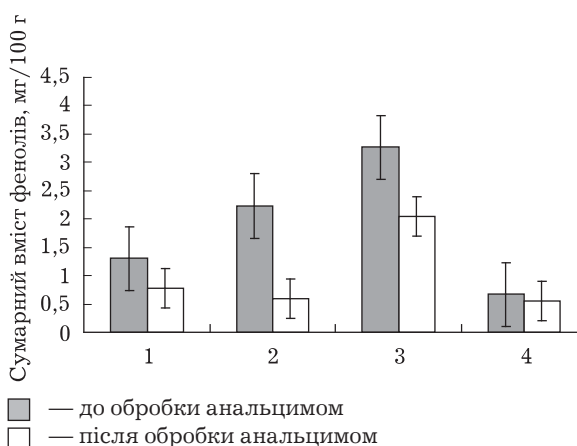


Рис. 1. Вміст фенолів у прикореневому шарі ґрунту з-під різних видів плодових рослин у квітні: 1 — горіх; 2 — персик; 3 — абрикоса; 4 — контроль

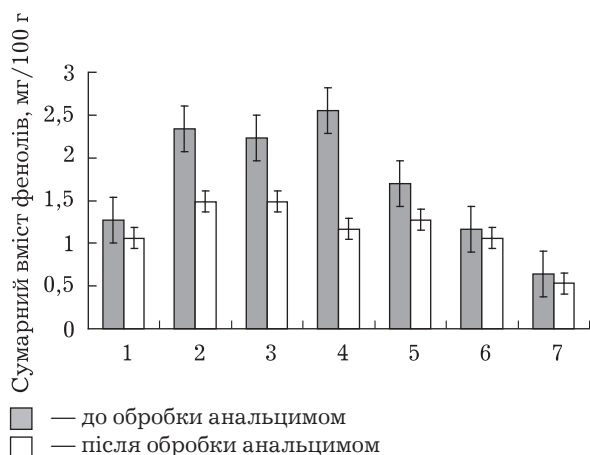


Рис. 2. Вміст фенолів у прикореневому шарі ґрунту з-під плодкових рослин у червні:  
1 — горіх (старе дерево); 2 — персик (старе дерево); 3 — абрикоса (старе дерево); 4 — горіх (молоде дерево); 5 — персик (молоде дерево); 6 — абрикоса (молоде дерево); 7 — контроль

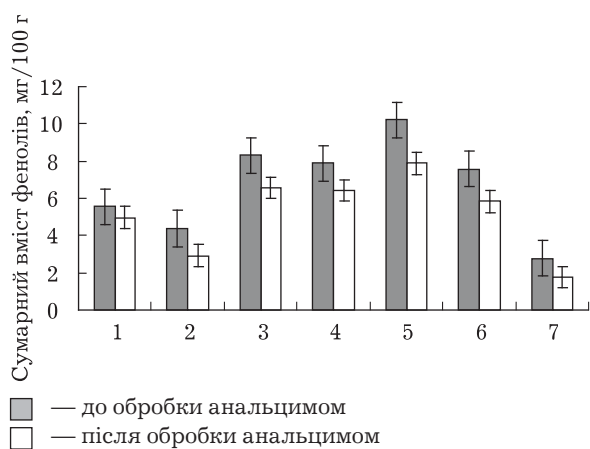


Рис. 3. Вміст фенолів у прикореневому шарі ґрунту з-під плодкових рослин у листопаді:  
1 — горіх (старе дерево); 2 — персик (старе дерево); 3 — абрикоса (старе дерево); 4 — горіх (молоде дерево); 5 — персик (молоде дерево); 6 — абрикоса (молоде дерево); 7 — контроль

сполук у ґрунті плодового саду є коренева система: власне кореневі виділення (як нормальний фізіологічний процес), відмерлі корені (так званий коренепад), продукти розкладання корневих залишків. У персика

активні корені живуть 2–6 тиж. У кінці літа, після закінчення росту кореневої системи, 80–90% дрібних коренів відмирають [13].

В усіх варіантах внесення анальциму забезпечувало значне зниження вмісту фенолів у ґрунті. В цілому сума фенольних речовин у ґрунті зменшилася: у горіха: старе дерево — на 17%, молоде — на 54%; у персика: старе дерево — на 36%, молоде дерево — на 25%; у абрикоси: старе дерево — на 33%, молоде дерево — на 9%.

Значні зміни в аделопатичному режимі спостерігали також у листопаді. Визначення суми фенолів показало, що їхня кількість зростала порівняно з червнем вдвічі і більше разів. Внесення анальциму значно знизило рівень фенольних речовин у ґрунті під деревами: у горіха: старе дерево — на 11%, молоде — на 19%; у персика: старе дерево — на 33%, молоде — на 23%; у абрикоси: старе дерево — на 21%, молоде — на 23% (рис. 3).

Отже, можна припустити, що внесення анальциму під плодкові рослини (персик, абрикоса, горіх волосський) сприятиме зменшенню ґрунтовтоми в насадженнях. Рівень фенольних речовин, які вважаються основним фактором ґрунтовтоми, знизився після внесення анальциму на 30–80%.

Можна рекомендувати анальцим для випробування в плодкових садах, що дасть змогу зменшити вміст фенольних речовин та поліпшити аделопатичний режим ґрунту. Особливо перспективним є внесення анальциму при беззмінному вирощуванні багаторічних плодкових насаджень, саджанців плодкових культур у розсадниках, зокрема, з закритою кореневою системою в емностях з невеликим об'ємом субстрату.

1. Асланов Г.А. Влияние цеолита и удобрений на баланс питательных веществ в почве // Картофель и овощи. — 2006. — № 7. — С. 16–17.

2. Асланов Г.А. Влияние совместного применения цеолита и удобрений на урожай и качество люцерны в условиях орошения // Аграрная Россия. — 2007. — № 5. — С. 57–58.

3. Асланов Г.А. Влияние совместного применения цеолита с удобрениями на массу корневой системы и химический состав люцерны // Кормопроизводство. — 2007. — № 10. — С. 17–18.

4. Брек Д. Цеолитные молекулярные сита. — М.: Мир, 1976. — 781 с.

5. Гродзинский А.М., Горобец С.А., Крупа Л.И. Руководство по применению биохимических методов в аллелопатических исследованиях почв. — К., 1988. — 18 с.

6. Жданов С.П., Хвоцев С.С., Самулевич Н.Н. Синтетические цеолиты. — М.: Химия, 1981. — 264 с.

7. Заіменко Н.В. Наукові принципи структурно-функціонального конструювання штучних біогеоценозів у системі ґрунт—рослина—ґрунт. — К.: Наук. думка, 2008. — 303 с.

8. Кисель А.И. Влияние цеолита на свойства дерново-подзолистой почвы и урожай кукурузы, выращиваемой бессменно // Земледелие. — 1985. — № 60. — С. 22–27.

9. Ксендзова Э.Н. Прием количественного определения фенольных соединений в растительных тканях // Бюл. Всесоюз. НИИ защиты растений. — 1971. — № 20. — С. 55–58.

10. Мельник Н.В. Эффективність використання мінеральної добавки анальцимом в годівлі курок-несучок: Автореф. дис. ...канд. с.-г. наук: 06.02.02 / УААН; Інститут тваринництва. — Харків, 2005. — 19 с.

11. Мельников О.К., Лобачев А.Н. и др. Рост кристаллов из высокотемпературных водных растворов. — М.: Наука, 1977. — С. 5.

12. Мирский Я.В., Пирожков В.В. Адсорбенты, их получение, свойства и применение. — Л.: Наука, 1971. — 26 с.

13. Мороз П.А. Аллелопатия в плодовых садах. — К.: Наук. думка, 1990. — 204 с.

14. Наконечный А.Г. Агроэкологическое влияние защитных лесных насаждений, применения цеолитов и вермикомпостов на свойства серых лесных почв и воспроизводство их плодородия в условиях Центральной России: Автореф. дис. ...канд. с.-х. наук: 06.01.01. — Орел, 2002. — 18 с.

15. Неймарк И.Е. Синтетические минеральные адсорбенты и носители катализаторов. — К.: Наук. думка, 1982. — 216 с.

16. Рабо Дж. Химия цеолитов и катализ на цеолитах. — М.: Мир, 1980. — Т. 1. — 502 с.

17. Росіцька Н.В. Підвищення стійкості газонних покриттів за різних умов зволоження // Інтродукція рослин. — 2011. — № 2. — С. 104–108.

18. Сендеров Э.Э., Хитаров Н.И. Цеолиты, их синтез и условия образования в природе. — М.: Наука, 1970. — 395 с.

19. Стоилов Г.П. Итоги экспериментальной оценки применения природных цеолитов в растениеводстве // Тр. 4-го болгаро-совет. симпозиума по природным цеолитам. — София: БАН, 1986. — С. 336–345.

20. Цицишвили Г.В., Андроникашвили Т.Г., Кардава М.А. Природные цеолиты в земледелии. — Тбилиси: Мецниереба, 1993. — 128 с.

21. Цицишвили Г.В., Андроникашвили Т.Г., Несторов Н., Лабутин В.Г. Природные цеолиты в сельском хозяйстве. — Тбилиси: Мецниереба, 1997. — 148 с.

22. Цицишвили Г.В., Андроникашвили Т.Г., Чивадзе Г.О. Природные цеолиты и проблемы окружающей среды. — Тбилиси: Мецниереба, 1995. — 192 с.

Рекомендував до друку  
П.Є. Булах

И.К. Кудренко, В.Ф. Левон,  
Н.В. Заіменко, П.А. Мороз

Национальный ботанический сад  
им. Н.Н. Гришко НАН Украины,  
Украина, г. Киев

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНАЛЬЦИМА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ФЕНОЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВЕ ПОД ПЛОДОВЫМИ РАСТЕНИЯМИ

Приведены данные о применении кремнийсодержащего природного минерала анальцима в сельском хозяйстве. Определено содержание фенольных веществ под разными видами плодовых растений и показана перспективность применения анальцима для снижения содержания фенолов в почве.

I.K. Kudrenko, V.F. Levon,  
N.V. Zaimenko, P.A. Moroz

M.M. Gryshko National Botanical Gardens,  
National Academy of Sciences of Ukraine,  
Ukraine, Kyiv

#### USAGE OF ANALCINITE FOR REDUCTION OF THE CONTENT OF PHENOLIC COMPOUNDS IN SOIL UNDER FRUIT PLANTS

Data about application of siliceous natural mineral analcinite in agricultural industry are cited. The content of phenolic compounds under different species of fruit plants is determined, the prospects of analcinite application for decreasing of the content of phenol in soil are shown.