

КЛЮЧОВІ ФАКТОРИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЛИСТКОВИХ ДОБРИВ***Альвін Александр, ** Ю.Н. Гобеляк, ** О.П. Бугро*****Aglukon Spezialdünger GmbH & Co. KG******Одеський державний аграрний університет**

З описаних результатів наукових досліджень видно, що для проведення ефективних листових підживлень, необхідно враховувати знання про проникність кутикули, вірно обирати поживні речовини з оптимальною розчинністю і розміром молекул. Погано розчинні поживні речовини або речовини з великим розміром молекул не відповідають необхідним вимогам.

Ключові слова: листові добрива, кутикула, врожайність.

Вступ. У сучасному садівництві та землеробстві широко поширені листові підживлення мінеральними добривами. З моменту відкриття здатності листками поглинати мінеральні речовини, в середині 19-го століття, було накопичено багато знань і досвіду про теоретичні принципи листової абсорбції. Важливою віхою в цьому напрямку став перший міжнародний симпозіум в Берліні в 1985 р., присвячений позакореновому підживленню, де зібралися вчені і технічні консультанти з усього світу, щоб вперше обговорити як теоретичні основи, так і практичні перспективи позакоренових підживлень [1]. Після цього інтерес до позакоренового підживлення неймовірно виріс. Про це свідчать численні наукові публікації, які були опубліковані з тих пір. Зовсім недавно Міжнародна Асоціація Індустріальних Добрив (IFA) видала нове підсумкове зібрання «V. Fernandez, T. Sotiropoulos, P. Brown. Foliar Fertilization: Scientific Principles and Field Practices. International Fertilizer Industry Association, Paris (France), 2013», в якому узагальнені всі знання про листові підживлення, починаючи з того періоду до теперішнього часу. Так що ж нового стало відомо про проникнення та абсорбцію поживних речовин листками рослин? Як впливають ці знання на оцінку вже наявних продуктів і на подальшу розробку ще більш ефективних позакоренових добрив?

Проникнення через кутикулярну мембрану.

Будь-яке дослідження механізму мінерального живлення рослин через листя повинно розглядати процес проникнення елементів живлення через кутикулу. Це перший бар'єр, який повинен бути пройдений перед тим, як поживні речовини зможуть потрапити в цитоплазму.

Кутикула це напівпроникна ліпідна мембрана, яка має водні пори, через які можуть проникати іони поживних речовин або гідрофільні сполуки біостимуляторів [6]. Наявність цих водних пор у кутикулі не можна було підтвердити за допомогою електронного мікроскопа, проте їх існування було доведено опосередковано, шляхом складних досліджень іонної проникності.

Щоб проникнути через ці пори всі сполуки або живильні речовини повинні бути водорозчинними. В. Фернандес пише у своїй книзі: «водорозчинність речовин, є ключовим фактором листової абсорбції. Тому що поглинання буде відбуватися тільки тоді, коли використовуються речовини які розчиняється в рідкій фазі поверхневого шару рослин, яка згодом проникає в органи рослин» [4].

Вибірковість кутикулярних мембран «за розміром».

Ще одним важливим параметром поживних речовин листових добрив, крім розчинності у воді, є розмір їх молекул. Це означає, що молекули лише певного розміру можуть проникнути через водні пори кутикулярної мембрани. Це характерно як для кутикулярних пор так і для пор продихів - ще одного шляху проникнення розчинів в листок.

Найвні наукові знання свідчать про те, що водні пори кутикулярної мембрани мають діаметр до 4-5 нм (залежно від виду рослин), продихові пори - приблизно до 45 нм. Виходячи з розміру пор продихів, можна стверджувати, що речовини діаметром 1 мкм явно не можуть проникнути в продихові пори, в той час як речовини розміром до 45 нм проникають [3].

Перейдемо до вибору добрив для листового підживлення. Наразі абсолютно ясно, що немає сенсу використовувати добрива поживні речовини, яких мають великі молекули або нерозчинні у воді сполуки, так як такі речовини не здатні проникнути в листок рослини. На противагу їм, водорозчинні поживні речовини (іони) швидко абсорбуються через кутикулярні або продихові пори. До водорозчинних сполук можна віднести, наприклад, метал - ЕДТА - хелати.

Сьогодні на ринку України присутні добрива для листових підживлень, які містять нерозчинні у воді сполуки, такі як карбонат марганцю або оксид цинку. Повертаючись назад до сучасних знань про розчинність і розмірі компонентів, можна зробити висновок, що поживні речовини даних добрив не здатні проникнути в листки рослин, вже тільки тому, що розмір їх молекул значно більше розміру пор кутикулярної мембрани.

Наприклад, карбонат марганцю має розмір часток 10-20 мкм. Це свідчить про те, що його молекула не може проникнути через пори кутикули з розміром 5 нм або навіть через пори продихів з максимальним розміром близько 45 нм. Для отримання будь-якого агрономічного ефекту від застосування таких поживних речовин в якості листових добрив, необхідно попередньо розчинити їх, чого неможливо добитися через дуже погану розчинність даних сполук. Навіть підкислення розчину не дало позитивних результатів у розчиненні карбонату марганцю.

Експеримент з ізольованими кутикулами.

Лабораторний дослід в Університеті Бонна підтвердив те, що говорилося у науковій літературі, а саме, що нерозчинні сполуки не можуть проникати через пори кутикули. Для цієї мети була ферментативно ізольована кутикула. Перед кожним експериментом кутикула була перевірена на цілісність за допомогою стереомікроскопу. Проникнення елементів живлення, таких як Mn-ЕДТА і карбонату марганцю (комерційний продукт YaraVita Mantrac) проводилося в спеціальній камері (рис. 1).

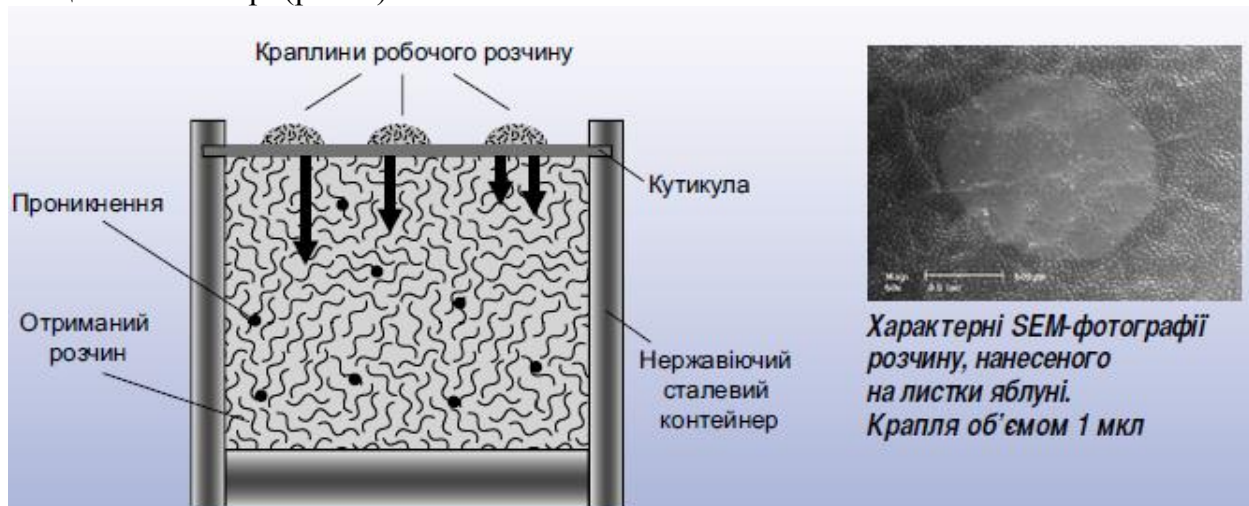


Рис. 1. Схематичне зображення дослідження. Нержавіюча сталева коробка заповнена деіонізованою водою, яка є приймачем розчину [5]. Експеримент проводився в Боннському університеті (Німеччина) доктором Хунше в 2012 р.

Для коректного порівняння продуктів була протестована однакова кількість марганцю.

Результати досліджу показали, що тільки незначна частина нерозчинних частинок карбонату Mn пройшла через мембрану (табл. 1).

Таблиця 1

Проникнення різних форм Mn.

| Форма Mn | % абсорбції | |
|--------------------------------|----------------|-----------------|
| | через 4 години | через 24 години |
| Карбонат Mn (YaraVita Mantrac) | < 1% | < 1% |
| Mn-EDTA | 9,2% | 37,8% |

Цей експеримент ще раз підтверджує важливість розчинності та розміру молекул речовин для ефективного проникнення через кутикулу листка будь-якої рослини.

Така ж тенденція (як і в досліді з ізольованими кутикулами) була виявлена у оксиду цинку в польових умовах. Дослідники Каліфорнійського департаменту продовольства та сільського господарства дійшли висновку, що запатентований продукт, з вмістом цинку 700 г/л (Zintrac), який описується як "молочна суспензія нерозчинного ZnO", був найменш ефективним з продуктів із вмістом цинку які тестувалися [2].

Слід зазначити, що Вуксал добре проявляє себе в усіх ґрунтово-кліматичних умовах України та на всіх культурах.

Наприклад, розглянемо застосування Вуксалу на таких стратегічних культурах як кукурудза, соняшник та цукрові буряки, де ми проводили дослідження разом з науковцями Інституту цукрових буряків, Інституту землеробства УААН, Одеського селекційно-генетичного інституту УААН.

Таблиця 2

Результати досліджень Одеського селекційно-генетичний інституту УААН (в середньому за 2008-2010 рр.)



Схема застосування: 1) Контроль; 2) Вуксал Мікроплант 1,0 л/га ф. 5-6 листків; 3) Вуксал Мікроплант 1,0 л/га ф. 5-6 листків + Вуксал Борон 2,5 л/га ф. 8-10 листків; 4) Вуксал Мікроплант 1,0 л/га ф. 5-6 листків + Вуксал Борон 3,0 л/га ф. 8-10 листків; 5) Вуксал Мікроплант 1,0 л/га ф. 5-6 листків + Вуксал Борон 2,5 л/га ф. 8-10 листків + Вуксал Борон 2,5 л/га через 10 днів.

Так у дослідженнях, проведених на соняшнику Одеським селекційно-генетичним інститутом, високу ефективність виявили Вуксал Мікроплант та Вуксал Борон при застосуванні їх протягом вегетації (табл. 2). Незважаючи на жорсткі умови Степу України, в середньому за 2008-2010 рр., урожайність була на рівні 25-30 ц/га. Водночас вміст жиру підвищився з 48% до 52%.

На цукрових буряках найкращі результати досягнуто при внесенні Вуксалу Борон або Вуксалу Комбі Б у два строки із загальною дозою 6 л/га і 8 л/га відповідно (табл. 3). Суттєво зростає також і цукристість. Так, наприклад, як що на контролі вміст цукру був 13,8%, то у варіанті №2 він становив вже 14,7% і 15,0% у третьому варіанті. Це відповідним чином дало змогу підвищити збір цукру з гектару з 6,8 т до 8,8 т або на 28%.

Таблиця 3

Результати досліджень Інституту цукрових буряків УААН (2007 р.)



Схема застосування: 1) Контроль; 2) змикання листків в рядкові, Вуксал Борон 2 л/га + змикання листків в міжрядді, Вуксал Борон 2 л/га; 3) змикання листків в рядкові, Вуксал Борон 3 л/га + змикання листків в міжрядді, Вуксал Борон 3 л/га; 4) змикання листків в рядкові, Вуксал Комбі Б 4 л/га + змикання листків в міжрядді, Вуксал Комбі Б 4 л/га.

Що стосується кукурудзи, то тут, за результатами досліджень Інституту землеробства УААН, високу ефективність виявили Борон у поєднанні з Макроміксом (табл. 4).

Висновки. Як бачимо, застосування нових технологій та препаратів у позакореновому живленні рослин, таких як суспензія Вуксал, дає можливість підвищити врожайність культур та отримати продукцію високої якості. Це дає змогу суттєво знизити собівартість продукції та підвищити рівень рентабельності виробництва.

Результати досліджень Інституту землеробства УАН (2010 р.)



Схема застосування: 1) Контроль; 2) Вуксал Борон 2,5 л/га, ф. 4-6 листків; 3) Вуксал Борон 2,5 л/га, ф. 4-6 листків + Вуксал Макромікс 4 л/га, ф. 8-10 листків; 4) Вуксал Макромікс 2 л/га, ф. 4-6 листків; 5) Вуксал Макромікс 4 л/га, ф. 4-6 листків.

Література

- Alexander, A. (ed.): Foliar Fertilization. Proceedings of the First International Symposium on Foliar Fertilization, Berlin 1985. M. Nijhoff, Dordrecht 1986.
- California Department Food and Agriculture, 2007: Comparing the efficiency of different foliarly-applied Zinc formulations on Peach and Pistachio trees by using ^{68}Zn isotope. Final Report. Grant 07-0669.
- Eichert, T. and H. Goldbach, 2008: Equivalent pore radii of hydrophilic foliar uptake routes in stomatous and astomatous leaf surfaces – further evidence for a stomatal pathway. *Physiol. Plant.* 132: 491-502
- Fernandez, V., T. Sotiropoulos and P. Brown, 2013: Foliar Fertilization: Scientific Principles and Field Practices. International Fertilizer Industry Association, Paris (France), 2013
- Krämer, T., Hunsche, M. and G. Noga, 2009: Selected calcium salt formulations: Interactions between spray deposit characteristics and calcium penetration with consequences for rain-induced wash-off. *Journal of Plant Nutrition* 32, 1718-1730.
- Schönherr, J. 2000: Calcium chloride penetrates cuticles via aqueous pores. *Planta* 212:112-118

Аннотация

Александр Альвин, Гобеляк Ю.Н., Бугро О.П. Ключевые факторы эффективности листовых удобрений. Из описанных результатов научных исследований видно, что для проведения эффективных листовых подкормок, необходимо учитывать знания о проницаемости кутикулы, правильно выбирать питательные вещества с оптимальной растворимостью и размером молекул. Плохо растворимые питательные вещества или вещества с большим размером молекул не соответствуют необходимым требованиям.

Ключевые слова: листовые удобрения, кутикула, урожайность.

Summary

Alvin Alexander, Gobelyak Y.N., Bouguereau O.P. Key factors in the effectiveness of leaf fertilizers. Described results of research shows that for effective foliar application, it is necessary to take into account the knowledge of the permeability of the cuticle, to choose the right nutrients with optimal solubility and molecular size. Poorly soluble nutrients or substances with large molecular size does not meet the requirements.

Keywords: leaf fertilizer, cuticle, productivity