

УДК 631.423.3
ЕКОЛОГІЧНА ФУНКЦІЯ БОРУ ПРИ
ВИРОЩУВАННІ
СОНЯШНИКА (HELIANTHUS L.) НА
ТЕХНОГЕННО-ПОРУШЕНИХ
ГРУНТАХ

В.І. ЧОРНА, доктор біологічних наук,
професор
І.В. ВАГНЕР, аспірант
Дніпропетровський державний
аграрно-економічний університет

Метою досліджень було встановити екологічну роль бору при вирощуванні соняшника на насипному шарі чорнозему південному на лесоподібному суглинку (далі – педозем), дерново-літогенних ґрунтах на лесоподібному суглинку, дерново-літогенних ґрунтах на сіро-зелених та червоно-бурих глинах. Встановлено, що оптимальна концентрація бору при внесенні його під соняшник на досліджуваних ґрунтах склала 0,1%. При додаванні більшої концентрації рослина відгукувалась слабше. При концентрації бору 0,4% рослина пригнічувалась, відчуваючи токсичну дію. У варіантах вирощування соняшника без додавання бору найбільше себе проявили дерново-літогенні ґрунти на сіро-зелених та червоно-бурих глинах. Бор є мікроелементом, але він приймає участь у багатьох процесах росту та розвитку соняшника, тому його присутність у оптимальній кількості на ранніх стадіях має велике значення у житті рослини. Виявлено, що екологічна роль бору полягає у його безпосередній участі у біохімічних процесах розвитку рослини та його поведінкою у системі ґрунт – рослина, і може мати як позитивний, так і негативний характер.

Ключові слова: біодоступність, біомаса, борні добрива, діаграма розмаху, дерново-літогенні ґрунти, соняшник.

Рис. 2 Літ.15

Постановка проблеми. При біологічному освоєнні техногенно-порушених ґрунтів основною метою є створення продуктивних біогеоценозів сільськогосподарського призначення.

При проведенні досліджень важливе значення надається оцінці перспектив використання техногенно-порушених ґрунтів для ведення сільського господарства.

Для нормального розвитку рослин, за законом мінімуму Лібіха, крім основних макроелементів, необхідні і мікроелементи, які неможливо замінити, тому у нашій роботі ми розглянемо та встановимо екологічну роль бору при вирощуванні соняшника на техногенно-порушених ґрунтах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Біодоступність мікроелементів найбільш важлива проблема в с/г та екологічних дослідженнях. Протягом своєї еволюції рослини виробили кілька біохімічних механізмів, які сприяють адаптації та толерантності до нових або хімічно незбалансованих

умов. Відгук рослин на вплив мікроелементного складу ґрунту і навколишнього середовища може змінюватися і завжди повинен досліджуватися стосовно відповідної системи ґрунт – рослина.

Рідка фаза ґрунту безперервно і швидко змінюється в кількості і за хімічним складом в результаті контакту з ґрунтовою фазою, що володіє більшою обмінною здатністю, і під впливом поглинання іонів і води рослинами. Рослини добре адаптуються до зміни умов вирощування: вони виробляють кілька механізмів поглинання будь-якої живильної речовини в умовах її нестачі в ґрунтах і можуть також обмежувати поглинання елемента при його високих концентраціях [1].

Бор є одним з найважливіших мікроелементів при вирощуванні рослин. Його неможливо замінити іншими елементами живлення. Він необхідний для розвитку меристем, покращує вуглеводний і білковий обмін рослин, активує діяльність ферментів, бере участь в синтезі фітогормонів. Бор позитивно впливає на розвиток генеративних органів рослин. Дефіцит та надлишок бору є суттєвою проблемою всього світу, тому розуміння механізмів засвоєння бору рослиною має теоретичне і практичне значення [2].

Сільськогосподарські культури засвоюють бор в значних кількостях - від 30 до 300 г/га. До дефіциту бору особливо чутливими є цукрові буряки, ріпак, соняшник, кукурудза, багаторічні трави; середньочутливими - горох, соя, льон, гречка; малочутливими - жито, пшениця, ячмінь, рис.

Біодоступність бору для рослин залежить від багатьох факторів: вмісту бору в ґрунті, погодних умов, внесених добрив, а також від рН розчину, з якого цей елемент поглинається рослиною [1].

Реакція ґрунтового розчину значно впливає на засвоєння елементів мінерального живлення рослинами. Бор краще засвоюється у слабокислому або близькому до нейтрального середовища.

Соняшник - є основною олійною культурою в Україні, темпи виробництва якого зростають з кожним роком. Висока рентабельність в порівнянні з іншими олійними та зерновими культурами спонукала українських аграріїв на збільшення посівних площ під соняшник практично на 20% у сезоні 2016 року. Соняшник є вимогливим до ґрунтів. Кращими ґрунтами для нього є суглинисті та супіщані чорноземи [3].

З мікроелементів саме бор має значення при вирощуванні соняшнику. Він поглинає 6,5 г бору на 1 ц врожаю, причому 22% виноситься з насінням. Основна кількість бору (80%) споживається в фазі 5-го листа до появи бутонів квіток. Недолік бору особливо проявляється на ґрунтах з лужною реакцією і на легких ґрунтах з неглибоким орним шаром, який посилюється при посухи і дефіциту вологи, а також поганій структурі ґрунту і ущільненні ґрунту і підґрунтя. Симптоми нестачі бору проявляються спочатку на листках, на краях яких утворюються пухирчасті викривлення. На стеблі виникають тріщини, він стає ламким. Утворення квіток порушується, кошики деформуються і в них

залишаються тільки стерильні квітки. Ознакою нестачі бору є також формування бічних стебел. При рН нижче 4,5 і вище 7,5 доступність бору для рослин різко знижується. Якщо рН ґрунтового розчину складно контролювати, то рН розчину для позакореневого підживлення легко підтримувати на оптимальному для засвоєння рослинами рівні. Бор має велике значення при рості та старінні сім'ядолей соняшника, шляхом регулювання нейтрального та полярного вмісту ліпідів, оксидантної ферментної активності, дихання та виробництва етилену [4].

Теоретичний аналіз літератури вказує на те, що проблема розглядалася достатньо глибоко, у той самий час ряд питань залишається не вирішеними.

Метою наших досліджень було визначити екологічну роль бору при вирощуванні соняшника на насипному шарі чорнозему південному на лесоподібному суглинку (далі – педозем), дерново-літогенних ґрунтах на лесоподібному суглинку, дерново-літогенних ґрунтах на сіро-зелених та червоно-бурих глинах.

Матеріал і методи досліджень. Відбір зразків ґрунтів проводився на дослідних ділянках науково-дослідного стаціонару з рекультивації земель Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету (м. Орджонікідзе, Дніпропетровська обл.), згідно ДСТУ 4287:2004. Для визначення оптимальної концентрації борних добрив, був закладений вегетаційний експеримент та проведені серії лабораторних дослідів з внесенням у досліджувані ґрунти борної кислоти з діапазоном концентрацій від 0% до 0,4 % (0%, 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4%) в перерахунку на бор (Далі – В).

Усі експерименти проводились на базі науково-дослідної лабораторії гідроекології Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. Основним показником оцінки була енергія проростання та біомаса однієї рослини з внесенням різних концентрацій борної кислоти по відношенню до поливу звичайною водою. Було обрано касети-розсадники з розміром комірки 40×40×60 та усереднена проба ґрунту масою 30 г, яка була оптимальною для даного розміру комірки. Експеримент тривав 14 діб, до фази виходу 5-го листка, полив проводився кожні 3 доби. Температура та вологість повітря підтримувалась у діапазоні 21-23°C та 50-70% відповідно. рН досліджуваних ґрунтів коливається від 7,1 до 7,8, що характеризує ґрунти як слаболужні. Усі отримані дані було оброблено за допомогою програми STATISTIKA 10.0.

Виклад основного матеріалу дослідження: У попередніх роботах було встановлено, що рухомі сполуки бору у просторі дуже мобільні та варіабельні і залежать від рельєфу місцевості, агрегатного складу ґрунтів, хімічного складу ґрунтів та багатьох інших факторів. Вміст рухомого бору у просторі у педоземі та дерново-літогенних ґрунтах на лесоподібних суглинках варіював від 1,5 мг/кг до 3,8 мг/кг та від 2,2 мг/кг до 6,6 мг/кг, у дерново-літогенних ґрунтах на сіро-зелених та червоно-бурих глинах змінювався від 1,6 мг/кг до 4,6 мг/кг та

від 2,0 мг/кг до 6,6 мг/кг відповідно, що перевищує у 2-4 рази вміст бору у еталонному зразку чорнозему південного.

Аналіз даних свідчить про те, що найбільші показники вмісту бору зафіксовані у дерново-літогенних ґрунтах на лесоподібному суглинку, а найменші у педоземі за профілем. Таким чином спостерігається неоднорідність вмісту за профілем з тенденцією збільшення з глибиною у 2-4,5 рази [5, с. 256].

Загальна оцінка стану досліджуваних техноземів за вмістом рухомих сполук бору за градацією зональних ґрунтів характеризується як дуже висока (>0,7 мг/кг), що свідчить про високий потенціал для перспективи вирощування с/г культур. Так як у всіх типах досліджуваних ґрунтів $pH > 7$, а соняшник борофільна культура, тому необхідне застосування борних добрив [6, с. 246].

Запропоновано внесення 0,1%, 0,2%, 0,3% та 0,4% розчину борної кислоти в перерахунку на бор.

За результатами визначених середніх біомас рослин у фазі 5-го листка були побудовані діаграми розмаху з відповідними середніми значеннями та стандартними відхиленнями на кожному типі досліджуваних ґрунтів (рис 1 та рис 2).

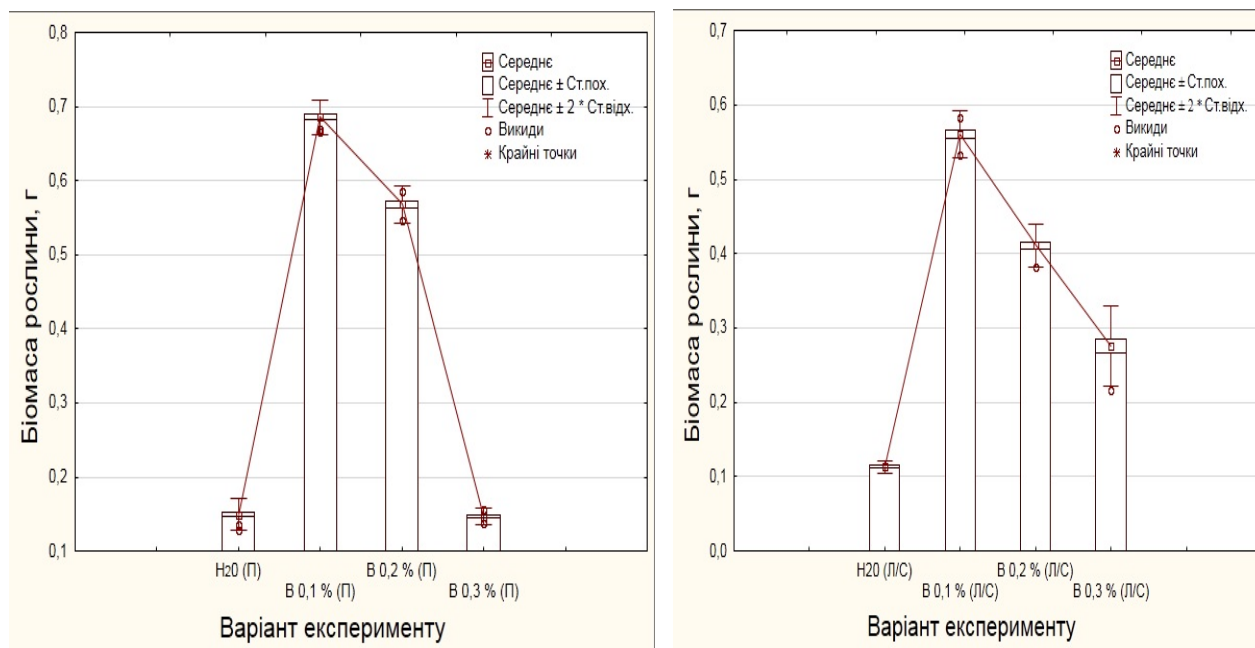


Рис. 1 Діаграма розмаху біомаси соняшника:1) на педоземі та 2) дерново-літогенних ґрунтах на лесоподібному суглинку з додавання бору

При вирощуванні соняшнику на педоземах найбільші значення біомаси було отримано при додаванні 0,1% розчину бору, найменші – при додаванні 0,3% та 0,4% розчинів, де рослина відчувала пригнічення. У роботах J. Takano et al (2008), згадується, що бор є важливим елементом для рослин, але ще є і токсичним, коли знаходиться в надлишковій кількості [7].

Зафіксоване збільшення біомаси 15 денної рослини у 4 рази по відношенню до варіанту зі звичайною водою. Показано, що 15 - денна рослина при додаванні 0,1% та 0,2% розчину бору вступила у фазу виходу 5-6 листа, а без додавання бору була у фазі 3-4 листа. Така ж сама тенденція спостерігалась при вирощуванні соняшника на дерново-літогенних ґрунтах на лесоподібному суглинку. Можливо збільшення біомаси пов'язано з тим, що існує зв'язок між бором та ауксином (гормоном росту), крім цього бор може регулювати H^+ екструзію в клітинах соняшника за допомогою дії на H^+ -АТФази плазматичної мембрани та окисно-відновні процеси [8].

N. Pandey та V. Gupta (2013) довели, що оприскування бобових культур борними добривами збільшувало врожайність: кількість стручків, розмір стручків та кількість насіння у бобових культур, за рахунок збільшення запасів білків (альбумін, глобулін, глютенін та проланін) та вуглеводів (цукрів та крохмалю) [9].

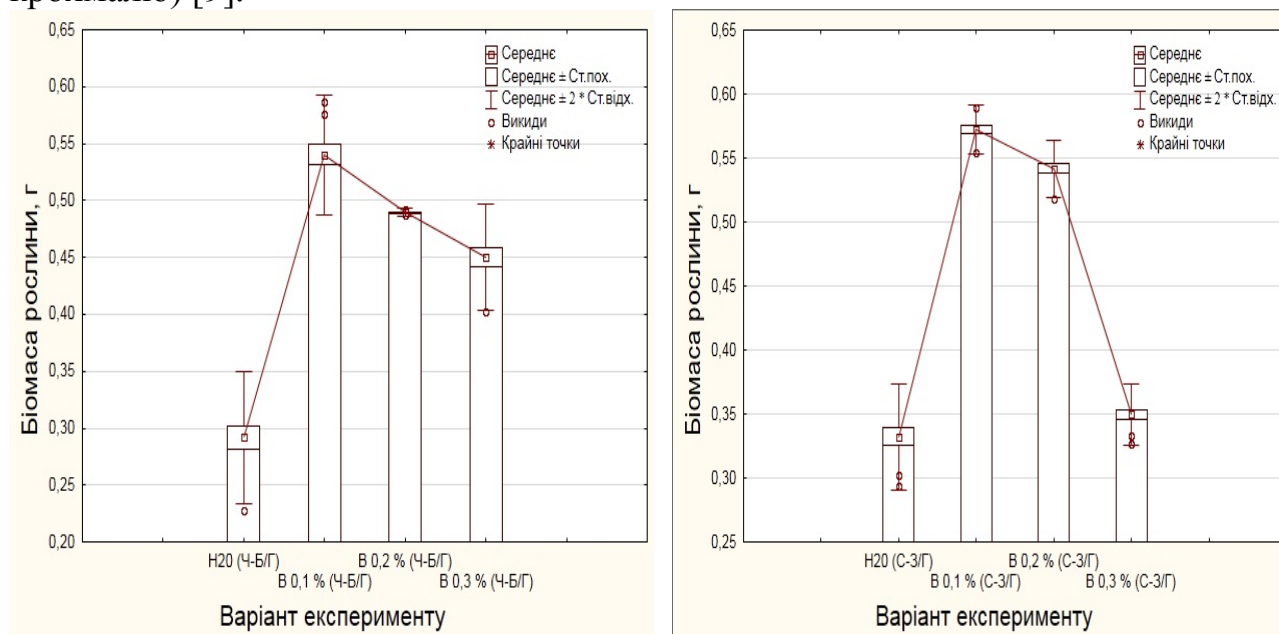


Рис. 2 Діаграма розмаху біомаси соняшника: 1) на дерново-літогенних ґрунтах на сіро-зелених та 2) на дерново-літогенних ґрунтах на червоно-бурих глинах з додавання бору

При вирощуванні соняшника на дерново-літогенних ґрунтах на сіро-зелених та червоно-бурих глинах найкращим був варіант з внесенням 0,1% розчину бору. Біомаса рослини у середньому була у 2 рази більшою ніж у варіанті без внесення бору. Варіант з 0,3 % розчином бору проявив себе лише на дерново-літогенних ґрунтах на червоно-бурих глинах, де був отриманий найменший результат у варіанті з 0,1% розчином бору ніж у інших досліджуваних ґрунтах. Варіант з 0,4% розчином бору теж виявився, ймовірно, токсичним для цих типів ґрунтів. У ґрунтах, діапазон концентрацій між

дефіцитом бору та його токсичністю дуже вузький і більш залежить від культури. Ці дві проблеми знижують врожайність та якість продукції. Питання токсичності бору є складним у контролі та вирішенні, тому що потрібно підбирати більш стійкі культури [10].

У результаті експериментальних досліджень, аналіз яких дозволив зробити наступні припущення: вміст бору у досліджуваних ґрунтах має велике значення при внесенні цього елемента для рослини, тому що він може відіграти як позитивну роль так і проявляти токсичну дію.

При вирощуванні соняшника на техногенно-порушених ґрунтах найбільший показник біомаси рослини був зафіксований на дерново-літогенних ґрунтах на сіро-зелених та червоно-бурих глинах, який перевищував середню біомасу рослин, які були вирощені на педоземах та дерново-літогенних ґрунтах на лесоподібному суглинку, у 2-а рази. Соняшник на педоземах, які мають у своєму складі найменшу концентрацію рухомого бору, найбільш реагує на додаткове внесення 0,1% розчину бору, збільшуючи свою біомасу. Бор є компонентом клітинної стінки рослини та стимулює споживання K^+ , він приймає участь у зв'язуванні пектину, що можливо і пов'язано зі збільшенням біомаси молоді рослини [11].

У ході вегетаційного експерименту було встановлено, що при внесенні 0,3% розчину бору іде пригнічення соняшника, а при внесенні 0,4% розчину бору проявляється токсична дія, яка призводить до гибелі рослини на всіх типах досліджуваних ґрунтів. Схожість складала 10% з 100 рослин. Схожі дані токсичного ефекту бору були отримані при пророщуванні ячменю звичайного з додаванням 10 мг бору на рослину. У праці D. Poulain при вирощуванні кінських бобів та додаванні концентрацій бору більше 8 мг на рослину почали жовкнутися листя з подальшим некрозом та смертю рослини, що у нас було вже виявлено при 4 мг бору на рослину [12]. Також було встановлено, що збільшення біомаси рослин насамперед пов'язано з нормальним розвитком рослини, збільшенням кількості коренів та потовщенням стебла, що підтверджується роботами P. Josten. U. Kutschera (1999), які в експерименті при вирощуванні саджанців соняшника встановили, що при відсутності бору не виникали підрядні корені, а при додаванні його виявлений розвиток численних коренів у нижній частині гіпокотилу, які повністю замінюють кореневу систему рослини. Вони припускали, що бор зіграв важливу роль у еволюції судинних рослин [13].

Frank Dannel та інші у своїх дослідках на соняшнику при живленні бором від 0,1 до 1600 $\mu\text{mol/l}^{-1}$, помітив що при збільшенні живлення у 16000 разів, концентрація у коренях та листях збільшилась у 2,8 – 22 рази відповідно, що вказує на те, що рослина не має механізмів контролю споживання бору. Рослина може контролювати бор при його кількості від 0,1 до 10 $\mu\text{mol/l}^{-1}$, а більше 10 $\mu\text{mol/l}^{-1}$ починає проявлятися пригнічення рослини [14, с. 620]. Встановлено, що дуже важливим є діагностування борного дефіциту на ранніх

етапах, так як структурні ушкодження вже є незворотними і у рослини збільшується вразливість к абіотичним стресам. Також встановили, що дефіцит бору може призвести до надмірного накопичення крохмалю, а надлишок до окисного ушкодження, зниження активності ферментів та активності процесів фотосинтезу [15].

Висновки. Техногенно-порушені ґрунти у Нікопольському марганцеворудному басейні на експериментальних ділянках науково-дослідного стаціонару з рекультивації земель Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету добре забезпечені бором по профілю та у просторі. Його вміст, перевищує значення еталонних зразків (чорнозем південний) у декілька разів, що свідчить про високий потенціал вирощування с/г культур, але також може призвести до борного засолення ґрунтів.

Встановлено, що оптимальною концентрацією бору при внесенні його під соняшник на досліджуваних ґрунтах склала 0,1%. При додаванні більшої концентрації рослина відгукувалась слабше. При концентрації бору 0,4% рослина пригнічувалась, відчуваючи токсичну дію.

У варіантах вирощування соняшника без додавання бору найбільше себе проявили дерново-літогенні ґрунти на сіро-зелених та червоно-бурих глинах.

Хоча бор є мікроелементом, але він відповідає за багато процесів, тому його присутність у оптимальній кількості на ранніх стадіях розвитку рослини дуже важлива.

Список використаної літератури

1. А. Кабата–Пендиас, 2005. Проблемы современной биохимии микроэлементов. Рос.хим.ж им. Д.И. Менделеева, т. XLIX, №3. – 2005. С. 15-19
2. J. Takano, K. Miwa, T. Fujiwara., 2008. Boron transport mechanisms: collaboration of channels and transporters. Trends in Plant Science. Volume 13, Issue 8, August 2008, Pages 451–457
3. Валерія Шаймухаметова консультант-аналітик аграрного ринку, компанія «Фенікс Агро». Соняшник 2016. <http://milkua.info/uk/post/sonasnik-2016>. Дата звернення 07.03.17
4. С. Кауа, М. Ashraf, 2015. Exogenous application of nitric oxide promotes growth and oxidative defense system in highly boron stressed tomato plants bearing fruit Scientia Horticulturae Volume 185, 30 March 2015, Pages 43–47
5. Чорна В.І., Вагнер І.В., 2016. Екологічна роль бору у техногенно-порушених ґрунтах. Вода: проблеми та шляхи вирішення. Збірник статей науково-практичної конференції з міжнародною участю, м. Рівне, 6-8 липня 2016 року. – Житомир Вид-во ЖДУ ім. І. Франка С. 251-257
6. А. Esringü, М. Turan, А. Gunes, А. Eşitken, Р. Sambo, 2011. Boron application improves on yield and chemical composition of strawberry. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science . Volume 61, Issue 3. Pages 245-252.

7. J. Takano, K. Miwa, T. Fujiwara., 2008. Boron transport mechanisms: collaboration of channels and transporters. Trends in Plant Science. Volume 13, Issue 8, August 2008, Pages 451–457

8. Juan P. Donaire, 1992. Effect of boron on plasma membrane proton extrusion and redox activity in sunflower cells. Plant Science. Volume 86, Issue 1, Pages 41-47

9. N. Pandey, B. Gupta., 2013. The impact of foliar boron sprays on reproductive biology and seed quality of black gram. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. Volume 27, Issue 1, January 2013, Pages 58–64

10. M. P. Princi, A. Lupini, F. Araniti, C. Longo, A. Mauceri, F. Sunseri, M.R. Abenavoli., 2016. Boron Toxicity and Tolerance in Plants: Recent Advances and Future Perspectives. Chapter 5. Plant. Metal Interaction Emerging Remediation Techniques 2016, Pages 115–147

11. M. Benderdour. T. Bui-Van. F. Belleville, 1998. *In Vivo* and *In Vitro* Effects of Boron and Boronated Compounds. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology Volume 12, Issue 1, March 1998, Pages 2-7

12. D. Poulain.. H. Al Mohammad. 1995. Effects of boron deficiency and toxicity on faba bean (*Vicia faba* L.) European Journal of Agronomy. Volume 4, Issue 1, 1995, Pages 127-134

13. P. Josten. U. Kutschera, 1999. The Micronutrient Boron Causes the Development of Adventitious Roots in Sunflower Cuttings. Annals of Botany. Volume 84, Issue 3, September 1999, Pages 337-342

14. F. Dannel, H. Pfeffer, V. Römheld, 1998. Compartmentation of boron in roots and leaves of sunflower as affected by boron supply. Journal of Plant Physiology. Volume 153, Issues 5–6, 1998, Pages 615-622

15. M.A. Wimmer, T. Eichert, 2013. Review: Mechanisms for boron deficiency-mediated changes in plant water relations. Plant Science. Volumes 203–204, April 2013, Pages 25–32.

Список використаної літератури у транслітерації / References

1. A. Kabata–Pendyas, 2005. Problemi sovremennoj byoxymyy mikroelementov. Ros.xym.ž ym. D.Y. Mendeleeva, t. XLIX, №3. – 2005. S. 15-19

2. J. Takano, K. Miwa, T. Fujiwara., 2008. Boron transport mechanisms: collaboration of channels and transporters. Trends in Plant Science. Volume 13, Issue 8, August 2008, Pages 451–457

3. Valerija Šajmuxamjetova konsul'tant-analytik ahrarnoho rynku, kompanija «Feniks Ahro». Sonjašnyk 2016. <http://milkua.info/uk/post/sonasnik-2016>. Data zvernennja 07.03.17

4. C. Kaya, M. Ashraf, 2015. Exogenous application of nitric oxide promotes growth and oxidative defense system in highly boron stressed tomato plants bearing fruit Scientia Horticulturae Volume 185, 30 March 2015, Pages 43–47.

5. Čorna V.I., Vahner I.V., 2016. Ekolohična rol' boru u texnohenno-porušených hruntax. Voda: problemy ta šljaxy vyrišennja. Zbirnyk statej naukovo-praktyčnoji konferenciji z mižnarodnoju učastju, m. Rivne, 6-8 lypnja 2016 roku. – Žytomyr Vyd-vo ŽDU im. I. Franka S. 251-257
6. A. Estringü, M. Turan, A. Gunes, A. Eşitken, P. Sambo, 2011. Boron application improves on yield and chemical composition of strawberry. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science* . Volume 61, Issue 3. Pages 245-252
7. J. Takano, K. Miwa, T. Fujiwara., 2008. Boron transport mechanisms: collaboration of channels and transporters. *Trends in Plant Science*. Volume 13, Issue 8, August 2008, Pages 451–457
8. Juan P. Donaire, 1992. Effect of boron on plasma membrane proton extrusion and redox activity in sunflower cells. *Plant Science*. Volume 86, Issue 1, Pages 41-47
9. N. Pandey, B. Gupta., 2013. The impact of foliar boron sprays on reproductive biology and seed quality of black gram. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. Volume 27, Issue 1, January 2013, Pages 58–64
10. M. P. Princi, A. Lupini, F. Araniti, C. Longo, A. Mauceri, F. Sunseri, M.R. Abenavoli., 2016. Boron Toxicity and Tolerance in Plants: Recent Advances and Future Perspectives. Chapter 5. *Plant. Metal Interaction Emerging Remediation Techniques 2016*, Pages 115–147
11. M. Benderdour. T. Bui-Van. F. Belleville, 1998. *In Vivo* and *In Vitro* Effects of Boron and Boronated Compounds. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* Volume 12, Issue 1, March 1998, Pages 2-7
12. D. Poulain.. H. Al Mohammad. 1995. Effects of boron deficiency and toxicity on faba bean (*Vicia faba* L.) *European Journal of Agronomy*. Volume 4, Issue 1, 1995, Pages 127-134
13. P. Josten. U. Kutschera, 1999. The Micronutrient Boron Causes the Development of Adventitious Roots in Sunflower Cuttings. *Annals of Botany*. Volume 84, Issue 3, September 1999, Pages 337-342
14. F. Dannel, H. Pfeffer, V. Römheld, 1998. Compartmentation of boron in roots and leaves of sunflower as affected by boron supply. *Journal of Plant Physiology*. Volume 153, Issues 5–6, 1998, Pages 615-622
15. M.A. Wimmer, T. Eichert, 2013. Review: Mechanisms for boron deficiency-mediated changes in plant water relations. *Plant Science*. Volumes 203–204, April 2013, Pages 25–32

АННОТАЦИЯ

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ БОРА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПОДСОЛНЕЧНИКА (*HELIANTHUS* L.) НА ТЕХНОГЕННО- НАРУШЕННЫХ ПОЧВАХ / ЧЕРНАЯ В.І., ВАГНЕР І.В.

Целью исследования было определить экологическую роль бора при выращивании подсолнечника на насыпном слое чернозема южного на лессовидном суглинке (далее – педозем), дерново-литогенных почвах на

лессовидном суглинке, дерново-литогенных почвах на серо-зеленых и красно-бурых глинах. Установлено, что оптимальная концентрация бора при внесении его под подсолнечник на исследуемых почвах составила 0,1%. При добавлении большей концентрации, растение откликалось слабее. При концентрации бора 0,4%, растение угнеталось, чувствуя токсическое действие переизбытка бора. В вариантах выращивания подсолнечника без добавления бора, больше всего себя проявили дерново-литогенные почвы на серо-зеленых и красно-бурых глинах. Бор является микроэлементом, но он принимает участие во многих биохимических процессах роста и развития подсолнечника, потому его присутствие в оптимальных количествах на ранних стадиях очень значимо в жизни растения. Выяснено, что экологическая роль бора состояла в его непосредственном участии в биохимических процессах развития растения и в его поведении в системе грунт-растение, и могла иметь как позитивный, так и негативный характер.

Ключевые слова: биодоступность, биомасса, борные удобрения, диаграмма размаха, дерново-литогенные почвы, подсолнечник.

ANNOTATION

ECOLOGICAL FUNCTION OF BORON FOR GROWING OF SUNFLOWER (HELIANTHUS L.) ON TECHNOGENIC SOIL/ CHORNA V.I., WAGNER I.V.

Object was identified ecological function of boron by growing of sunflower on pedozem layers (filling layer of black Southern soil on loess-like loam) and sod-lithogenic soils on gray-green, red-brown clay and loess-like loam. It was determined that the best concentration of boron for sunflowers was 0,1%. When using higher concentrations of boron, so plant growth slows down. When using high concentrations of boron 0,4%, the plants felt depression from toxic action of boron. When sunflower grew without boric solution, the sod-lithogenic soils on gray-green clay and red-brown clay were the best from all. Boron is micronutrient element, but it take part to a large extent biochemical processes growth and development of sunflower. So Boron's concentration in optimum quantity has been important for plants in early stages. We showed, that ecological function of boron is what he take direct part in the biochemical processes of plant's development and how it behaved in the system of soil-plant and it could have as positive and negative-image characters.

Keywords: bioavailability, biomass, boric fertilizers, a box plot, sod-litogenic soils, sunflower.

Авторські дані

Чорна Валентина Іванівна - доктор біологічних наук, професор Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету (49600, м. Дніпропетровськ, вул. ім. Ворошилова, 25)

Вагнер Ігнатій Вадимович - аспірант Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету (49600, м. Дніпропетровськ, вул. ім. Ворошилова, 25)