

# БОР: ФУНКЦІЇ ТА ПІДХОДИ ДО ЗБІЛЬШЕННЯ ЙОГО ДОСТУПНОСТІ РОСЛИНАМ

Сергій Полянчиков, директор із розвитку, Ольга Капітанська, канд. біол. наук, керівник науково-дослідного відділу НВК «Квадрат»

Значна потреба у борних добривах обумовлена низьким його вмістом на 25% орних земель України та значною часткою площ під культурами, чутливими до бору (соняшник і ріпак). Крім того, коефіцієнт засвоєння цього елемента із ґрунту, за різними даними, становить лише 3–10 %, що залежить від цілої низки чинників (кислотність ґрунту, вологість, вміст органічної речовини, гранулометричний склад ґрунту, високий вміст у ньому кальцію та калію тощо). Так, на піщаних ґрунтах із низьким вмістом органічних речовин часто проявляється дефіцит бору через його значну мобільність у ґрунті та високу схильність до вимивання.

За умови високого рівня рН ґрунту (понад 7,5) утворюються борати, і бор переходить у недоступні для рослин форми. Він утворює стійкі сполуки із залізом та алюмінієм, органічною речовиною та глинистими мінералами ґрунту. Його надходження в рослину залежить від вологозабезпеченості ґрунту. Тому критичним є вплив посухи у фази, які потребують оптимального забезпечення бором, наприклад, період закладання генеративних органів та цвітіння. Низька мобільність бору в рослині також пояснює необхідність періодичних позакорневих підживлень.

## ФІЗІОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ БОРУ

Важливість бору в мінеральному живленні рослин беззаперечна. Бор сприяє росту та розвитку меристематичної тканини; за його нестачі, особливо у борофільних культур, спостерігається затримка росту кореня та стебла, а у разі сильного дефіциту відбувається повне відмирання точок росту як верхівкових, так і бокових пагонів. Бор сприяє нормальному проходженню процесів запилення та запліднення квіток, визначаючи кількість плодів і насіння; за його нестачі може відбуватися опадання зав'язей і пустозерність. Бор регулює синтез і транспорт вуглеводів, підвищуючи вміст крохмалю в бульбах картоплі та цукру в коренях цукрових буряків. Входячи до складу клітинної стінки, бор сприяє поліпшенню товарного вигляду продукції, її кращій лежкості та транспортуванню. За достатнього забезпечення бором рослини краще засвоюють кальцій, азот і фосфор, оптимізуються процеси синтезу амінокислот і білків. При вирощуванні бобових культур бор необхідний для нормального формування та функціонування бульбочок симбіотичних азотфіксуючих бактерій на коренях (рис. 1).

Чинники, що зменшують транспірацію, такі як висока вологість повітря та низька – ґрунту, негативно впливають на транспортування бору по ксилемі (з водою вгору, від коренів до стебла та листя). Тривалі періоди посухи суттєво обмежують поглинання В, ослаблюють ріст коренів, обмежуючи надходження В із запасів органічної речовини та пригнічуючи дифузію і транспортування В до коренів. Існує також обернена



Рис. 1. Функції бору в рослині

залежність: дефіцит В може суттєво вплинути на поглинання, транспортування або втрату вологи рослиною.

У рослин основна частина В міститься в клітинній стінці, де він зв'язується з пектиновими полісахаридами рамногалактуронатом II (RGII). Саме тому в більшості сільськогосподарських культур бор демонструє дуже слабку мобільність у флоемі (транспорт води і органічних речовин, отриманих у процесі фотосинтезу в напрямку від листків до кореня), а отже, погано транспортуватися в новоутворені тканини та репродуктивні органи (меристеми пагонів, квіти, насіння тощо) за дефіциту бору. Тому симптоми нестачі переважно проявляються саме на молодих органах рослин і плодах (рис. 2).

Низька ефективність транспорту бору до квіток обумовлена також анатомічними причинами (відсутність прямого контакту з судинами ксилеми) та слабким пасивним транспортом бору по ксилемі при низькій швидкості транспірації. В цілому архітектоніка розташування репродуктивних органів на рослині лімітує швидкість транспірації води і, як наслідок, їх забезпечення бором.

У зв'язку з цим та вище зазначеними фізіологічними особливостями забезпечення дефіцитних тканин і генеративних органів рослин бором способом позакореневого підживлення може бути дуже ефективним прийомом підвищення якості та врожайності культур.

## ВИДИ ФОЛІАРНИХ БОРНИХ ДОБРИВ

Асортимент борних добрив для позакореневого підживлення дуже широкий, представлені вони сухою препаративною формою у вигляді чистої борної кислоти та боратів натрію (динатрій октоборат, тетраборат натрію та ін.) або рідкою, в якості органічних форм бору, переважно боретаноламіну.

Саме форма бору впливає на ефективність застосування цих добрив. Тобто не всі борні добрива забезпечують однакову якість або концентрацію доступного бору, а ціна продукту не завжди є найкращою мірою справжньої рентабельності застосування добрива.

Більшість сухих форм бору погано засвоюються листковою поверхнею, тому є малоефективним джерелом бору і містять суттєвий ризик фітотоксичності. Швидка та повна розчинність гарантує доступність бору для рослини й забезпечує технологічність внесення. Наприклад, борна кислота і тетраборат натрію (бура) мають відносно низьку розчинність, особливо за низьких температур робочого розчину, що може призвести до нерівномірного розподілу діючої речовини у баку. В цьому випадку на листову поверхню потрапляють різні концентрації робочого розчину, в тому числі дуже високі, що може спричинити опіки. До того ж, на листку борна кислота швидко висихає та кристалізується, що повністю блокує надходження бору в рослину й підвищує ризик фітотоксичності.

## ПЕРЕВАГИ ОРГАНІЧНИХ ПОЛІБОРАТІВ

Для підвищення розчинності та біодоступності бору найчастіше використовують композиції з моноетаноламіном. Ці сполуки повністю розчинні у воді та рідких NPK добривах, не містять хлоридів, натрію або важких металів, що зводить до мінімуму ризик забруднення, опіків або фітотоксичності. Ці поліборатні органічні комплекси бору забезпечують відмінні змочуючі та вологотримуючі властивості, що сприяє рівномірному покриттю листової поверхні, проникненню та адсорбції бору у рослину.

Зокрема, це досягається значним зниженням значення гігроскопічної точки добрива, тобто відносної воло-

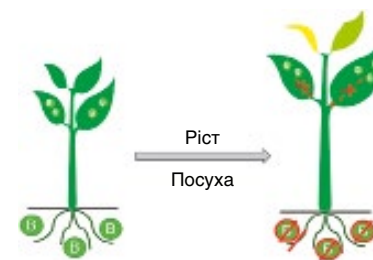


Рис. 2. Обмеження доступності та транспорту бору при дефіциті вологи

гості повітря, за якої нанесений на листя розчин залишатиметься вологим.

Для порівняння: борна кислота має гігроскопічну точку на рівні 98%, тобто з розчину, який потрапив на листову поверхню, в чистому вигляді вона буде засвоюватися рослинами лише за відносної вологості повітря понад 98%.

## ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ДОСТУПНОСТІ БОРНИХ ДОБРИВ

Як було зазначено вище, у більшості видів рослин бор є флоемно немобільним, оскільки зв'язується із пектинами клітинної стінки. Однак висока здатність до транспорту В спостерігається у низки видів рослин, які продукують значну кількість поліолів у листках. Цукрові спирти (багатоатомні спирти, або поліоли), присутні у флоемному соці цих видів, утворюють стійкі комплекси з бором і сприяють його ремобілізації від старих до нових рослинних органів, таких як меристематичні тканини, молоде листя та плоди. Отже, доведено, що перерозподіл В у рослині тісно пов'язаний із поліолами.

Ці наукові здобутки успішно впроваджено у практичні розробки з метою покращення борного живлення рослин. Так, дослідженнями Гюгенгеймського університету (Німеччина) встановлено, що позакореневе внесення бору на сої в поєднанні з поліолами збільшує абсорбцію на 18–25% порівняно з варіантами застосування чистого бору. Низька іноземних комерційних продуктів, що містять у своєму складі комплекси бору з багатоатомними спиртами, демонструють високу ефективність при позакореновому підживленні польових, овочевих і плодкових культур.

Вже багато років науково-виробнича компанія «Квадрат» при виробництві рідких борних добрив **Квантум БОР АКТИВ** використовує легкодоступні біологічно активні форми органічних поліборатів, тобто комплекси бору з етаноламіном. У своєму складі добриво містить 14% бору, мідь і молібден, що сприяє отриманню мультиплікативного стимулюючого ефекту. Для бобових культур спеціально розроблено препарат **Квантум БОР АКТИВ+МОЛІБДЕН** із підвищеним вмістом молібдену та кобальту, які сприяють росту симбіотичних бактерій і активують процеси азотфіксації.

Для досягнення максимальної ефективності добрив, покращення по-



Рис. 3. Підвищення мобільності бору за рахунок додавання поліолів

глинання та транспортування бору в рослинах НВК Квадрат розробила інноваційну технологію підвищення флоемної мобільності поживних речовин – APT technology (Active phloem transport).

Спеціальний комплекс поліолів APT technology забезпечує утворення сполук у рослині з високою транспортною здатністю. Зазначені комплекси попереджають фіксацію елемента в клітинних стінках та утворення нерозчинних сполук у цитоплазмі, що забезпечує безперешкодне переміщення В у молоді тканини рослин (рис. 3). Це, у свою чергу, забезпечує більш тривалий ефект за позакореневого внесення бору, що особливо важливо в фазу генеративного розвитку.

Крім того, Квантум Бор Актив збагачений комплексом амінокислот, які покращують поглинання бору листовою поверхнею, стимулюють метаболізм і підвищують стресостійкість рослин, що особливо важливо у критичну фазу генеративного розвитку.

**Отже, можемо виділити такі підходи у підвищенні ефективності підживлення бором:**

- врахування чинників, що обмежують поглинання бору кореневою системою, та своєчасна ліквідація спричиненого позакореневими підживленнями дефіциту;
- застосування правильної форми добрив із високою біодоступністю та низькою фітотоксичністю, які сприяють рівномірному покриттю листової поверхні та проникненню бору в рослину;
- вибір добрив, що додатково містять біологічно активні компоненти, які підвищують коефіцієнт використання поживних речовин із добрив за рахунок високої здатності до повторного використання бору.

Подбай про врожай, використовуй якісні добрива!

моб. т.: (067) 826 00 45  
моб. т.: (067) 826-00-41  
т./факс: (057) 736-03-43  
www.quantum.ua

