

РЕАКЦІЯ ФОТОСИНТЕТИЧНОГО АПАРАТУ ЯБЛУНІ НА ХІМІЧНИЙ ТА БІОЛОГІЧНИЙ ІНСЕКТИЦИДИ

А.Б. Крижанівський
аспірант

О.В. Шерстобова

доктор сільськогосподарських наук, професор

Інститут агроекології і природокористування НААН

Досліджено вплив нових ентомоцидних штамів бактерій виду *Bacillus thuringiensis* та хімічного інсектициду Конфідор Максї на фотосинтетичний апарат листя яблуні. У своїх метаболітах *B. thuringiensis* містять різний набір токсинів, які представлені специфічним β -ендотоксином та водорозчинним β -екзотоксином. Установлено, що штами, які синтезують β -екзотоксин, спричиняють негативний вплив на рослину, штами без β -екзотоксину, навпаки, стимулюють збільшення кількості зелених і жовтих пігментів, Конфідор Максї не спричиняв істотного впливу на пігментну систему яблуні.

Ключові слова: інсектициди, *Bacillus thuringiensis*, Конфідор Максї.

У світовій практиці захисту рослин *B. thuringiensis* є одним з найпоширеніших біологічних агентів інсектицидних препаратів. Його ентомопатогенні властивості зумовлені наявністю в продуктах метаболізму специфічних ендотоксинів білкового походження та водорозчинного β -екзотоксину, що являє собою нуклеотидаденінової природи, який володіє інгібуючою дією на ДНК-залежну РНК-полімеразу. Проте нещодавно з культуральної рідини *B. thuringiensis* var. *kurstaki* та var. *Dendrolimus* група вчених виділила екзогенний метаболіт. Було встановлено, що природа цієї речовини теж аденіннуклеотидна і їй властива ентомопатогенність [1].

Подальші дослідження екзогенних метаболітів *B. Thuringiensis* виявили їхню негативну дію на проростки рослин гороху [2] та картоплі [3] завдяки впливу на генетичний апарат рослин, що призводить до порушення стану пігментних систем та синтезу хлорофілу в листі.

Фотосинтезуюча система рослин безпосередньо впливає на синтез запасних органічних речовин, посилення адаптаційних властивостей до стресових чинників, які виникають у навколишньому середовищі, і від неї залежить фізіологічний стан рослини. А це впливає на продуктивність рослин та якість отриманої продукції [3].

З огляду на вищезазначене, було поставлено завдання дослідити вплив оброблення яблунь від шкідливих комах рідкими препаратами штамів *B. thuringiensis* із різним складом токсинів у метаболітах на пігментну систему рослин яблуні.

Матеріалом для дослідження були біоінсектициди штамів *Bacillus thuringiensis* (далі — *Bt*), люб'язно надані Інститутом сільськогосподарства Криму, за що автор висловлює щиру подяку Л.М. Кузнецовій та О.Л. Пархоменко. Штами *Bt 0371*, *Bt 0376* та *Bt 0408* продукують специфічний δ -ендотоксин та водорозчинний β -екзотоксин, а штам *Bt 787* — тільки δ -ендотоксин. Попередніми дослідженнями цих штамів було встановлено високу інсектицидну ефективність проти деяких шкідників плодових культур [6].

Дію штамів порівнювали з дією хімічного інсектициду Конфідор Максї 700, діючою речовиною якого є неонікотиноїд імідаклоприд.

Польовий дослід проводили на базі Інституту садівництва НААН на яблунях перспективного сорту Джонаголд. Рослини обробляли інсектицидами після цвітіння яблуні. За контроль використовували листки яблунь, оброблених водою.

Вміст зелених та жовтих пігментів вимірювали за методикою В.Ф. Гавриленко, М.Е. Ладигіної, Л.М. Хандобіної [4] при довжині хвиль 665 та 649 (хлорофіли а та в), 450 нм (сума каротинів), 445 нм (сума ксантофілів) у загальній спиртовій витяжці на спектрофотометрі СФ-2000. Концентрацію пігментів розраховували на одиницю сирової маси листків. Достовірність різниці між дослідними і контрольними варіантами оцінювали за критерієм Стьюдента.

У фазі появи зав'язі в листках яблуні, оброблених рідкими споровими культурами *Bt 0371*, *0376* та *0408*, які містять водорозчинний β -екзотоксин, спостерігали незначне зменшен-

ня суми хлорофілів, ксантофілів, каротинів та каротиноїдів (рис. 1) порівняно з контролем. Внаслідок цього рослина максимально не використовує сонячної енергії, що веде до зниження ефективності фотосинтетичних процесів. У той же час штам *Bt 787*, який не містить β -екзотоксину, навпаки, сприяв збільшенню концентрації зелених і жовтих пігментів. Це є ознакою стимулюючого впливу на пігментну систему рослини і, як наслідок, ефективніше застосування енергії Сонця, що веде до збільшення врожаю та поліпшення його якості.

Обробивши рослини яблуні хімічним інсектицидом Конфідор Максі, спостерігли помірний вплив на фотосинтетичний апарат яблуні. Концентрація всіх досліджуваних пігментів була майже на одному рівні з контролем. Отже, використання хімічного інсектициду Конфідор Максі в фенофазі появи зав'язі яблуні не

чинить значного впливу на пігментну систему рослин.

У фенофазі росту плодів яблуні спостережимо зменшення суми хлорофілів і жовтих пігментів оброблених *Bt 0371*, *Bt 0376* та *Bt 0408*, порівняно з контролем. При попередніх дослідженнях на картоплі [3] штамів, які теж синтезують β -екзотоксин, концентрація пігментів не знижувалась, а залишалась на рівні контролю. На відміну від попередньої досліджуваної фенофази яблуні, при обробленні рідкими культурами *Bt 787* який не містить β -екзотоксину, сума хлорофілів і жовтих пігментів була на рівні контролю. При обробленні яблунь хімічним інсектицидом Конфідор Максі спостерігалось збільшення суми хлорофілів і жовтих пігментів порівняно з контролем. Отже, реакція фотосинтетичного апарату залежить від виду оброблюваної рослини.

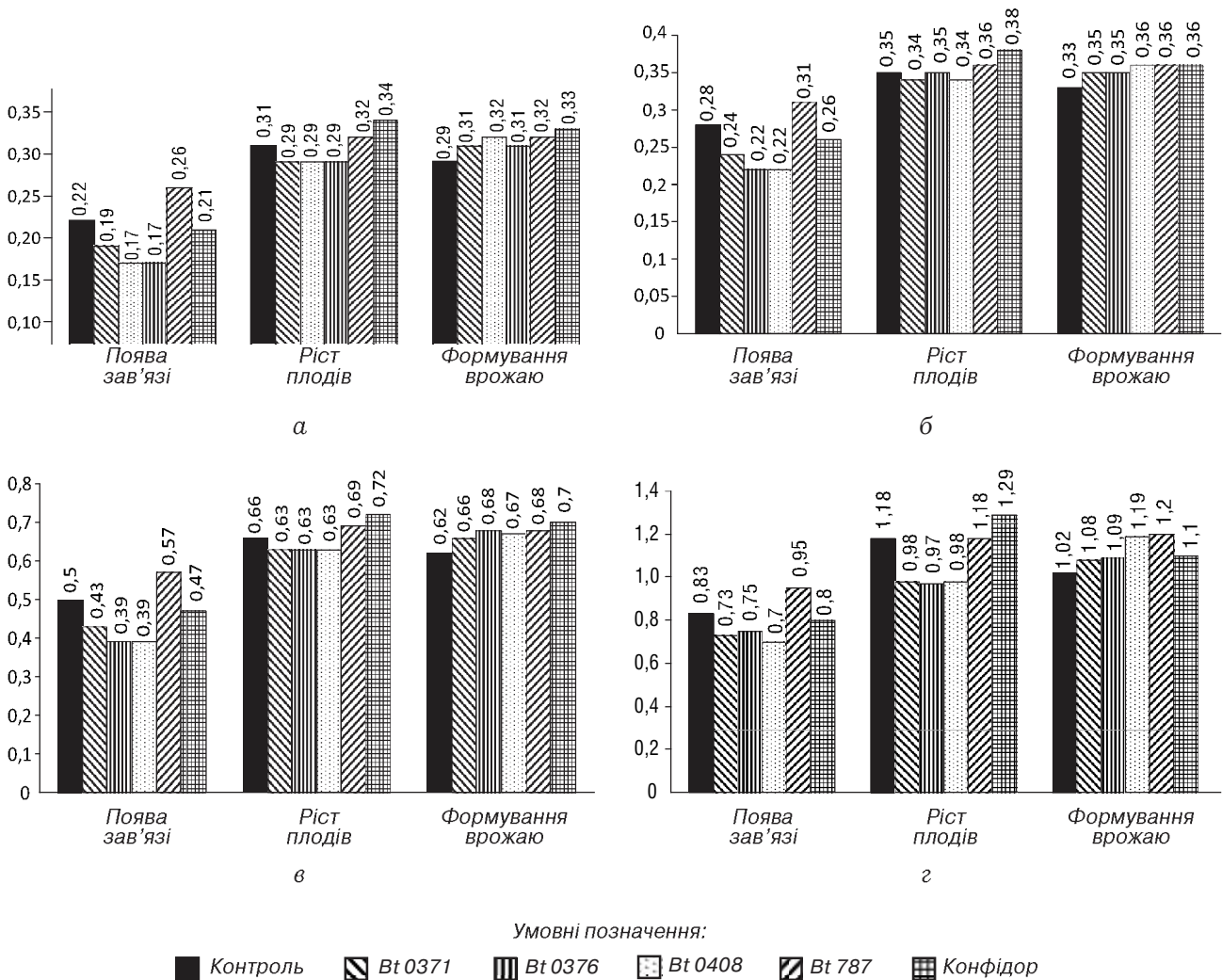


Рис. 1. Вплив інсектицидів на вміст пігментів: а — каротинів; б — ксантофілів; в — каротиноїдів; г — суми хлорофілів у листі яблуні, мг/г

У фенофазі формування врожаю яблуні спостерігали вирівнювання вмісту всіх досліджуваних пігментів при всіх досліджуваних варіантах оброблення рослин яблуні, який був вищим, ніж у контролі, що свідчить про стимулюючу дію оброблення на фотосинтетичні процеси рослини.

Досить важливим показником, який вказує на збалансованість між кількістю поглинутої енергії сонця та ефективністю її використання пігментами у фотосинтетичних реакціях, є співвідношення хлорофілів до каротиноїдів [5]. Тому в ході досліджень також вираховували співвідношення хлорофілів до каротиноїдів у листках яблуні.

При обробленні яблунь рідкими споровими культурами штамів *B.thuringiensis* у фенофазі появи зав'язі співвідношення хлорофілів до каротиноїдів перевищувало контроль у всіх варіантах, що свідчить про зменшення частки каротиноїдів (рис. 2). Це означає, що енергія, яка поглинається жовтими пігментами, не використовується в повному обсязі через низьку концентрацію жовтих пігментів.

Проте в наступній фенофазі — фазі росту плодів — усі досліджувані штами спричинювали зниження співвідношення зелених пігментів до жовтих щодо контролю, що свідчить про зменшення частки хлорофілів. При зменшенні частки хлорофілів у рослини зменшується й поглинання сонячної енергії.

У фенофазі досягання плодів співвідношення хлорофілів до каротиноїдів досягало рівня контролю для всіх варіантів, крім *Bt 0408* та *Bt 787*.

Говорячи про вплив оброблення хімічним інсектицидом Конфідор Максі на пігментний апарат листків яблуні, потрібно зазначити, що невелике збільшення співвідношення досліджуваних пігментів спостерігалось у фазі появи зав'язі. У всіх наступних фазах істотного впливу на співвідношення хлорофілів до каротиноїдів не відбувалося, тому поглинуту сонячну енергію рослина використовувала повністю.

ВИСНОВКИ

Результати досліджень засвідчують різний вплив досліджуваних штамів на вміст хлорофілів і жовтих пігментів у листках яблуні. Штами *B. thuringiensis* 0371, 0376 та 0408, які в своїх метаболітах мають водорозчинний β -екзотоксин, негативно впливають на рослину, знижуючи концентрацію пігментів, що в подальшому призведе до зменшення кількості і якості врожаю. Внаслідок оброблення хіміч-

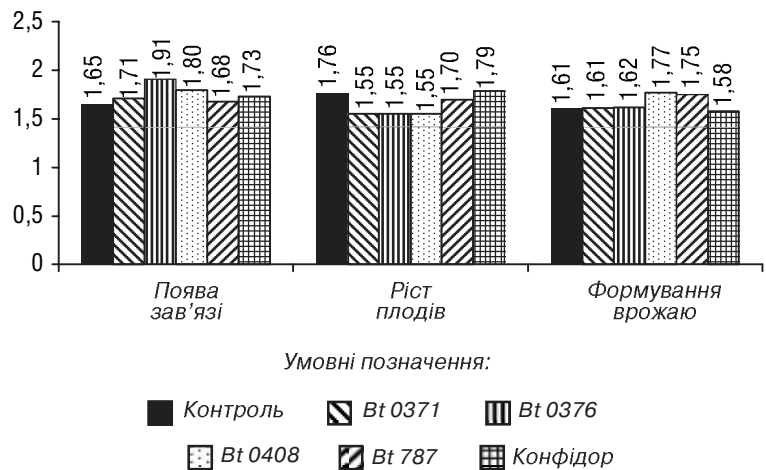


Рис. 2. Вплив інсектицидів на співвідношення концентрації хлорофілів до каротиноїдів у листі яблуні

ним інсектицидом Конфідор Максі та штамом *Bt 787*, навпаки, збільшувалася концентрація пігментів, крім того, в попередніх наших дослідженнях штам *Bt 787* також проявляв високу ефективність захисту яблунь проти брунькової листокрутки та чохликової мінуючої молі [6]. Тому використання досліджуваного штаму як з екологічної, так і з економічної точки зору, ефективніше, ніж штамів синтезуючих β -екзотоксин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Єфимцев Е.И. Регуляция метаболизма бактерий *Bacillus thuringiensis* энтомоцидными экзотоксинами / Е.И. Єфимцев, Г.П. Буров, О.Е. Воронина, Цзюнь Мао Цзе // 2-й Съезд Биохимич. общ-ва РАН, Москва, 19–23 мая, 1997 г., Пушино: Тез. стенод. сообщ. — Ч 1. — Пушино, 1997. — С. 188–189.
- Воронина О.Е. Экологические аспекты производства и применения энтомоцидных препаратов / О.Е. Воронина // Всерос. конф. «Научные аспекты экологических проблем России», посвящ. 90-летию со дня рожд. акад. А.Л. Яншина, 13–16 июня, 2001 г., Москва: Тез. докл. — СПб. 2001. — С. 277.
- Крижко А. Вплив штамів *B. thuringiensis* на пігментний апарат листя картоплі / А. Крижко // Агроекол. журн. — 2009. — № 2. — С. 111–114.
- Гавриленко В.Ф. Большой практикум по физиологии растений. Фотосинтез. Дыхание / В.Ф. Гавриленко, М.Е. Ладыгина, Л.М. Хандобина — М.: Высш. шк. 1975. — 392 с.
- Gilmore A.M. Mechanistic Aspects of Xanthophyll Cycle-Dependent Photoprotection in Higher Plant Chloroplasts and Leaves / A.M. Gilmore // Physiol. Plant. — 1997. — V. 99. — P. 197–209.
- Крижанівський А.Б. Вплив інсектицидів на основі *Bacillus thuringiensis* на шкідливу ентомофауну яблуневого саду / А.Б. Крижанівський // Агроекол. журн. — 2013. — № 4.