

Profilaktyka antystresowa w trakcie wegetacji buraka

Stosując jakiegokolwiek środki/preparaty, trzeba mieć na uwadze, że mogą one ograniczyć stres, lecz tylko pod warunkiem że spełnione są podstawowe wymagania dla prawidłowego wzrostu buraka.

W przeciwnym razie plantator winien mieć pełną świadomość, że ponosi koszty, które są w istocie zbędne w warunkach obecnie prowadzonego procesu technologicznego.

Uwarunkowania odporności buraka na stresy

Wykorzystanie potencjału plonotwórczego buraka cukrowego w warunkach glebowo-klimatycznych Polski wymaga spełnienia trzech głównych kryteriów:

- 1) dużych i równomiernie rozłożonych opadów w okresie kalendarzowego lata;
- 2) gleby zasobnej w składniki mineralne w całej strefie ukorzenienia;
- 3) umiarkowanej, wręcz niskiej dawki azotu, lecz jednocześnie łatwo dostępnej dla roślin w początkowym okresie wegetacji.

Pierwszy warunek wynika z tego, że pełnia sezonu wegetacji buraka cukrowego przypada na kalendarzowe lato, które w Polsce zazwyczaj jest zarówno umiarkowanie gorące, jak i z przeciętnymi opadami. W pierwszej części tego okresu burak cukrowy wykształca dwa podstawowe organy, decydujące o wielkości plonu. Pierwszym jest system korzeniowy, który winien sprawnie przerastać głębsze warstwy gleby, drugim – dynamicznie tworzącą się powierzchnia asymilacyjna. Podstawowym warunkiem szybkiego wzrostu liści jest sprawny system korzeniowy, o dużym potencjale do pobierania azotu w formie azotanowej. Potencjał roślin do pobierania azotu zależy nie tyle od ilości składnika w glebie, lecz od obe-

čności i dostępności szeregu innych składników mineralnych. W pierwszej kolejności dotyczy to potasu. To właśnie ten pierwiastek, jak wielokrotnie Autor opisywał na łamach PPBC, jest absolutnie krytyczny dla sprawnego pobierania azotu. Nie mniej ważnymi są fosfor i magnez, które warunkują pobieranie azotu i potasu.

Zakres działań podstawowych o charakterze profilaktycznym

Problem dla plantatora pojawia się wówczas, gdy latem – rzadziej w lipcu, a częściej w sierpniu – nastaje susza. Szczególnie niebezpieczny jest niedobór wody w lipcu, gdyż przypada na okres formowania się korzenia spichrzowego. Zahamowanie wzrostu korzeni w glebie prowadzi do spadku szybkości wzrostu liści, co w istocie rzeczy wynika z drastycznego spadku pobierania azotu, ściślej azotanów z gleby. Profilaktyka agrotechniczna w tym zakresie obejmuje trzy grupy zabiegów, w tym działania o charakterze:

- 1) strategicznym – wielosezonowym, prowadzące do wzrostu zasobności gleby w składniki podstawowe (K, P);
- 2) taktycznym – przedsezonowym:
 - a. wapnowanie, mające na celu neutralizację toksycznego glinu (stanowiska o pH < 5,5!!!),
 - b. wzbogacenie gleby w wapń;
- 3) operacyjnym – doraźnym lub interwencyjnym:
 - a. doglebowe/dolistne stosowanie magnezu i boru,

b. dolistne stosowanie środków specjalnych, zwiększających odporność roślin na stresy.

Środki antystresowe – zakresy działania

Autorzy nie podają w niniejszym artykule konkretnych preparatów (poza niezbędnymi przykładami), znajdujących się na rynku, lecz wskazują na obszary ich potencjalnego działania, wynikające z zawartych związków chemicznych. Stosując jakiegokolwiek środki/preparaty z poniżej omówionych grup, trzeba mieć na uwadze to, że mogą one ograniczyć stres, lecz tylko pod warunkiem, że spełnione są podstawowe wymagania dla prawidłowego wzrostu buraka. W przeciwnym razie plantator winien mieć pełną świadomość, że ponosi koszty, które są w istocie zbędne w warunkach obecnie prowadzonego procesu technologicznego.

Środki wspomagające odporność roślin można podzielić na trzy grupy, zasadniczo różniące się mechanizmami oddziaływania na roślinę:

- 1) preparaty mineralne (wapń, krzem);
- 2) ekstrakty roślinne, zawierające hormony, witaminy (auksyny, cytokininy, gibereliny; kwas askorbinowy – witamina C, fitoaleksyny, związki fenolowe);
- 3) preparaty mikrobiologiczne.

Związki mineralne

Wapń

Burak cukrowy jest rośliną, która wykazuje duże zapotrzebowanie na wapń. Zawartość tego pierwiastka w liściach

w pełni wegetacji mieści się w zakresie 0,2-1,0% s.m. Fizjologiczne funkcje wapnia są rozległe, a do najważniejszych należą: stymulacja podziału komórek stożków wzrostu korzeni i liści oraz zabezpieczenie integralności tkanek korzeni i liści.

Pierwsza funkcja jest kluczowa, zwłaszcza w glebach lekkich, a na takich często uprawia się buraki cukrowe. W stanowiących zasobnych w wapń rośliny są mniej wrażliwe zarówno na susze, jak i na stresy biotyczne. Mechanizm tego zjawiska nie jest znany, lecz prawdopodobnie rośliny wcześniej otrzymują sygnał o potencjalnym niedoborze wody, co prowadzi do spadku pobierania azotu azotanowego i staje się impulsem do wzrostu korzeni w głąb gleby.

Najprostszym zabiegiem jest zastosowanie jesienią nawozu wapniowego, przykładowo siarczanu wapnia. Zabiegi interwencyjne – czyli stosowanie wapnia dolistnie, najlepiej w początkowym okresie wegetacji – wymagają doboru odpowiedniego nośnika wapnia, jak i dawki, tak, aby nie zakłócić pobierania innych składników (K, Mg). Rośliny dobrze zaopatrzone w wapń wykazują nie tylko bardziej efektywną gospodarkę wodą, lecz także większą odporność na presję patogenów, zwłaszcza w latach mokrych. Nie stosuje się jednak tego typu związków w warunkach potencjalnej suszy.

Krzem

Podstawowe pytanie brzmi – czy w warunkach glebowych w Polsce potrzebne jest traktowanie buraka cukrowego specyfikami zawierającymi krzemionkę? Gleby mineralne, bogate w próchnicę, o wysokim pH, zawierają naturalnie dużo kwasu krzemowego, który jest pobierany przez rośliny w formie cząsteczkowej i przemieszczany wraz z prądem wody do liści, w który zostaje zakumulowany. Dobre zaopatrzenie roślin w krzem prowadzi do zmniejszenia straty wody z liści w trakcie upałów. Rośliny tym więcej pobierają krzemu, im gleba jest wilgotniejsza, a zaopatrzenie w azot większe.

Z drugiej strony wzrost pobierania azotu prowadzi do zmniejszenia grubości skórki liści, co sprzyja atakowi patogenów i szkodników. Natomiast poprzez wysycenie komórek skórki liścia krzemem zmniejsza się stopień porażenia rośliny

przez patogeny i szkodniki. Ponadto krzem zwiększa wytwarzanie przez roślinę związków fenolowych i ligniny. Z tego wywodu wynika jednoznaczny wniosek, że traktowanie rośliny wrażliwej na niedobór wody i presję patogenów, a takim jest burak cukrowy, krzemem winno zwiększyć jej odporność na stresy. Włączenie krzemu jako zabiegu dolistnego w technologię produkcji buraka cukrowego wydaje się zasadne, lecz pod warunkiem uzyskiwania plonów na poziomie potencjału uprawianej odmiany.

Biostymulatory

Do pozyskania ekstraktów o działaniu biostymulacyjnym poszukuje się roślin rosnących w warunkach ekstremalnych, takich jak woda morska, czy też pustynie. Duża część obecnych na rynku preparatów zawiera wyciągi z glonów morskich. Ekstrakty roślinne – niezależnie od tego, czy zostały pozyskane z rodzimych roślin, czy też ze specjalnych środowisk, czego przykładem są glony morskie – są bogate zarówno w związki mineralne (potas, fosfor, mikrośladowki), lecz zwłaszcza w substancje, które można określić mianem swoistych.

Ekstrakty roślinne o działaniu stymulującym/hamującym wzrost – fitohormony

W tej grupie produktów należy zwrócić uwagę na działanie zawartych w nich fitohormonów roślinnych, zwiększających dynamikę wzrostu rośliny uprawnej po ich najczęściej dolistnym zastosowaniu. Dominującymi związkami organicznymi są auksyny, cytokininy, gibereliny, wykazujące wieloraki wpływ na rośliny. Znajomość mechanizmu działania związku zawierającego fitohormony ułatwia podjęcie decyzji o zastosowaniu na plantacji.

W produktach rynkowych najczęściej znajdują się auksyny. Hormon ten jest produkowany przez pączki wierzchołkowe rośliny. Burak cukrowy zawiera dużą liczbę pączków wierzchołkowych, z których wypuszcza nowe liści aż do końca wegetacji, lecz pod warunkiem, że w glebie znajduje się azot i potas. W uprawie buraka cukrowego chodzi o to, aby roślina ta wytworzyła jak najszybciej dużo liści, do tego o dużej powierzchni asymila-

cyjnej. Czynnikiem żywieniowym, stymulującym produkcję liści jest azot, ściślej azot azotanowy. Warunkiem uzyskania dużego plonu korzeni i cukru jest dynamiczny wzrost powierzchni asymilacyjnej buraka na przełomie czerwca i lipca. Jest to podstawowy warunek efektywnego wykorzystania energii słonecznej i przetworzenie jej w pierwszej kolejności w masę liści. Dawka zastosowanego azotu, jak przedstawiono w nr 1 PPBC, musi być umiarkowana, lecz roślina winna dysponować mechanizmem sprawnego pobierania tego składnika. Dolistne zastosowanie auksyn w stadium od BBCH 15 do BBCH 19, w którym burak osiąga największą szybkość wzrostu blaszki liściowej, teoretycznie pozwala przyspieszyć ten proces.

Do grupy czynników warunkujących działanie auksyn – poza dawką, którą należy precyzyjnie ustalić – jest dobre zaopatrzenie roślin w potas iwapń!!! Efektywne przemieszczanie się auksyn w roślinie wymaga obecności wapnia, a komórka roślinna się nie wydłuża, gdy roślina nie dysponuje potasem!!! Dawka auksyn nie może być zbyt duża, gdyż stymulując wzrost liści, hamuje jednocześnie wzrost korzeni właściwych, co w produkcji buraka cukrowego jest wysoce niepożądane. Warto zwrócić uwagę na to, że rośliny, w tym burak cukrowy, same produkują auksyny, a wydajność tego procesu zależy w znacznym stopniu od zawartości cynku, który też można zastosować dolistnie.

W regionach o częstych suszach lub na glebach o umiarkowanych zasobach wody (lekkie) na uwagę plantatora mogą zasługiwać produkty zawierające cytokininy. Ten fitohormon jest produkowany przez korzenie, a następnie transportowany z pobieraną przez roślinę wodą do jej części nadziemnych, hamując wzrost liści, a jednocześnie stymulując wzrost korzeni. Podstawowymi warunkami działania tego fitohormonu jest umiarkowana, wręcz niska zawartość azotu azotanowego w glebie, a jednocześnie duża zawartość potasu. Jednym z bardzo dobrze rozpoznanych mechanizmów działania cytokinin jest opóźnienie procesów starzenia się liści. Takie działanie wskazuje na możliwość ich stosowania w późniejszych fazach wegetacji, celem zwiększenia produkcji cukru.

Ekstrakty roślinne, przykładowo z alg morskich (*Ascophyllum nodosum*), zawierają nie tylko wymienione wcześniej fitohormony, lecz także całą gamę witamin (B1, E, K), mikro- i ultra-mikroskładniki (żelazo, miedź, cynk, selen, kobalt, jod), a także związki o działaniu ochronnym dla rośliny, jak witamina C, czy też tokoferole. W związku z tym ich działanie wpływa dodatnio na szereg procesów fizjologicznych kształtujących plon rośliny.

Ekstrakty roślinne o działaniu ochronnym – bioregulatory

To bardzo bogata grupa produktów, zawierająca związki organiczne pochodzenia roślinnego, takie jak fenole, fitoaleksyny, kwas askorbinowy (wit. C), kwas salicylowy, brassinosteroidy, melatonina. Mechanizmy obronne działania produktów na bazie wymienionych związków są bardzo złożone. Jak przedstawiono w tab. 1, stosując produkt o nazwie Agrispon, który zawiera wyciągi z kilku roślin lądowych (*Quercus falcata*; *Opuntia lindhaeimeri*, *Rhus aromatica*) osiągnięto prawie taki sam efekt, jak dla fungicydu. Jednym z głównych mechanizmów obronnego działania wyżej wymienionych związków jest kontrola zawartości związków niepożądanych w roślinie, takich jak wolne rodniki tlenowe, czy też podtlenek wodoru (H_2O_2). Związki te roślina produkuje w odpowiedzi na stres, wywołany zarówno niedoborem wody, jak powstający w następstwie ataku patogenów.

Tabela. Efektywność Agrisponu w zwalczaniu chwościka burakowego¹ na tle fungicydów

Wariant	Efektywność zabiegu % redukcji porażenia względem kontroli	
	I	II
Agrispon	64	81
Eminent	72	90
Score	76	96

¹Gado (2007), Eyp J. of Phyto 35(2)



Fot. 1. Krawędziowe poparzenie liści buraka cukrowego – stres wywołany niedoborem potasu

Interesującym dla plantatora buraka cukrowego może być to, że obserwowane na krawędziach liści „przypalenia” w znacznym stopniu wynikają z niedoboru potasu w roślinie (fot. 1). W dodatku stres ten potęguje się w warunkach niedoboru wapnia. A zatem jednym z podstawowych elementów profilaktyki, jak zaznaczono wcześniej, jest utrzymanie w całym profilu ukorzenienia się buraka cukrowego odpowiednio wysokiego poziomu zawartości przyswajalnych form obu tych pierwiastków.

Nie mniej istotnym jest to, że rośliny dobrze zaopatrzone w żelazo, miedź i cynk sprawniej reagują na działanie czynnika stresogennego, zmniejszając jego skutki dla rośliny (dynamika wzrostu, masa) i plantatora (plon). Pierwiastki te zastosowane 2(3)-krotnie w sezonie wegetacyjnym mogą skutecznie poprawić warunki wzrostu i formowania plonu. Oczekiwana poprawa wigoru roślin w następstwie ich stosowania wynika z tego, że synteza związków fenolowych w reakcji na stres zależy od stopnia zaopatrzenia rośliny w siarkę (!!!), miedź, żelazo, czy też bor. Wytwarzanie przez roślinę fitoaleksyn jest związane z zawartością siarki i cynku.

Profilaktyka mikrobiologiczna

Wymagania zasad integrowanej ochrony roślin sprawiły, że alternatywą dla fungicydów coraz częściej są biologiczne środki ochrony roślin, w skład których wchodzi antagonistyczne względem patoge-



nów roślinnych grzyby strzępkowe oraz bakterie. Stosowanie tego rodzaju biopreparatów ma wiele zalet, do których zaliczyć można między innymi brak okresu karencji, znacznie dłuższy czas działania w porównaniu do środków chemicznych, selektywne działanie nie tylko w stosunku do patogena, ale również jego zarodników w glebie, brak kumulacji w środowisku oraz brak szkodliwego wpływu na zdrowie ludzi i zwierząt.

Zarówno siewki, liście buraków, jak również korzenie porażane są przez niektóre gatunki grzybów pleśniowych z rodzaju *Alternaria*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Rhizopus*, czy *Sclerotinia*. Silne właściwości antagonistyczne względem wyżej wymienionych patogenów wykazują grzyby pleśniowe z rodzaju *Trichoderma* uznane za biofungicydy. Na rynku polskim dostępny jest jeden preparat o nazwie Trianum zarejestrowany przez MRiRW jako biologiczny środek ochrony roślin, w skład którego wchodzi wyżej wymienione grzyby (gatunek *Trichoderma harzianum*).

W związku z tym, że grzyby pleśniowe cechuje szybkie tempo wzrostu i zarodnikowania oraz duża odporność na wiele toksycznych substancji (antybiotyki, fungicydy, metale ciężkie), bardzo szybko kolonizują korzeń, uniemożliwiając tym samym rozwój patogenów. Oprócz właściwości fitosanitarnych gatunki *Trichoderma* pobudzają mechanizmy obronne roślin, produkują witaminy oraz fitohormony przyspieszające kiełkowanie nasion, jak również zwiększają dostępność fosforu, co przekłada się na większą zdrowotność i jakość roślin.

Innym przykładem jest grzyb *Pythium oligandrum*, wchodzący w skład preparatu Polyversu. Wykazuje on działanie fitosanitarne względem takich patogenów, jak *Rhizoctonia solani*, *Alternaria alternata*, *Pythium ultimum*, *Phialophora*, *Sclerotinia sclerotiorum*. Mechanizm działania antagonistycznego *P. oligandrum* polega, analogicznie jak dla grzyba *Trichoderma*, na enzymatycznym rozkładzie strzępek patogena, konkurencji o składniki odżywcze w podłożu oraz o miejsce zasiedlenia.

Dodatkowo poprzez produkcję auksyn oraz udostępnianie roślinom fosforu *P. oligandrum* stymuluje wzrost roślin, co przekłada się na jakość plonu końcowego.

W grupie biologicznych środków ochrony roślin występują również preparaty, w skład których wchodzi bakterie *Bacillus thuringiensis*, chorobotwórcze dla niektórych owadów, nicieni, czy pierwotniaków. Ich patogenność jest z kolei wynikiem produkcji krystalicznych białek, których mechanizm działania opiera się między innymi na rozkładzie fosfolipidów wewnątrzkomórkowych, uszkodzeniu DNA lub komórek jelit owadów. ◀

prof. dr hab. Witold Grzebisz
dr hab. inż. Agnieszka
Wolna-Maruwka

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu