

Polemika

W poprzednim numerze Poradnika Plantatora Buraka Cukrowego ukazał się artykuł Pana dr. inż. Dariusza Górskiego z IOR-PIB TSD w Toruniu pt. „Efektywność stosowania krzemu w uprawie buraka cukrowego”. Autor zarzucił w nim błędy w metodyce doświadczeń i błędną interpretację wyników. Jednocześnie omawiając wybiórczo wyniki moich doświadczeń, nie podał mojego nazwiska i nie zacytował moich publikacji, co jest niezgodne z zasadami dyskusji naukowej. Wyrażam więc głębokie zdziwienie faktem opublikowania przez Redakcję artykułu w takiej formie.

Wyniki moich badań zostały poddane rygorystycznej ocenie światowej klasy Recenzentów i opublikowane w renomowanych czasopismach: *Plants*; *Plant, Soil and Environment*; *Sugar Tech*; *Turkish Journal of Field Crops* oraz Listy Cukrovarnické a Řepařské. Podważając treść moich publikacji, Autor jednocześnie podważa opinie Recenzentów o ich opublikowaniu.

Wyniki badań z aplikacją dolistną produktów zawierających krzem były podstawą do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego w 2018 roku. Mój dorobek naukowy został drobiazgowo oceniony przez Komisję, w tym przez wybitnej klasy Recenzentów, a następnie przyjęty przez Radę Wydziału Rolnictwa i Biologii SGGW w Warszawie.

Poruszając temat wpływu krzemu na wzrost i rozwój oraz plonowanie buraka cukrowego, Autor wspomina, że „W ostatniej dekadzie, głównie w południowo-wschodniej części Polski, testowano kilka produktów zawierających m.in. krzem”. Szkoda, że Autor nie powołał się wprost na moje publikacje, jak to się czyni w nauce. Następnie podkreśla, że „żaden z badanych produktów nie zawierał czystego krzemu, który był tylko jednym ze składników”. Po pierwsze, nie znam określenia „czysty krzem”. Po drugie, o czym wspominał Autor na początku swojego artykułu, krzem nie jest uznawany za makro- lub mikroelement (jest składnikiem korzystnym), a w związku z tym nie można wprowadzać na rynek nawozów dolistnych zawierających wyłącznie krzem. W nawozie musi być obecny co najmniej jeden pierwiastek uznany za podstawowy lub drugorzędny makroskładnik lub mikroskładnik. Drugą ścieżką wprowadzania do sprzedaży produktów do aplikacji dolistnej zawierających krzem jest ich rejestracja jako stymulatory, w tym przypadku nie ma potrzeby wykazywania obecności makro- lub mikroelementu.

Autor podaje przykład kalcytu morskiego, który był przeze mnie badany, zawierającego oprócz krzemu także inne składniki, w tym wapń. Do wpływu wapnia odniosę się w późniejszej części polemiki. W publikacjach naukowych prezentujących wyniki badań precyzyjnie określono, że chodzi o kalcyt morski, często już w tytule publikacji (Artyszak i in. 2014; 2016 a, b, c i 2018).

W tekstach popularyzujących trudno jest uszczegóławiać, że dany produkt jest drobno zmielonym kalcytem morskim, krzemianem potasu, zawiera stabilizowany kwas ortokrzemowy

czy też mieszaninę stabilizowanego kwasu orto- i polikrzemowego. Zgadzam się z Autorem, że na rynku nie ma obecnie produktu, który zawierałby jedynie krzem w formie przyswajalnej. Dlatego nie można w doświadczeniach zastosować kombinacji obejmującej stosowanie wyłącznie krzemu. Na tym polega specyfika tego pierwiastka. Nie zgadzam się natomiast ze stwierdzeniem „Nie jest to argument, który usprawiedliwia nadinterpretację wyników”.

Autor jako argumentu o braku skuteczności stosowania dolistnego krzemu zawartego w produktach aplikowanych dolistnie przedstawia wyniki badań własnych z kalcytem morskim (Górski i in. 2017). Nie udało mi się znaleźć więcej publikacji Autora na ten temat. Są natomiast publikacje innych Autorów dowodzące korzystnego wpływu tego samego kalcytu morskiego na plonowanie i jakość bulw ziemniaka (Trawczyński 2013), nasion rzepaku ozimego (Artyszak i Kucińska 2016), jakość ziarna pszenicy i kukurydzy (Prifti i Maçi 2017), zdrowotność chmielu (Weihrauch i in. 2011) czy też plonowanie mieszanek traw z koniczynami (Mastalerczuki i in. 2020).

Technologiczny plon cukru jest w największym stopniu uzależniony od plonu korzeni. Plon korzeni jest determinowany przez średnią masę korzenia i obsadę roślin podczas zbioru, przy czym wpływ pierwszej składowej plonu jest nieco większy niż drugiej (Wyszyński 2003). Jeśli więc chcemy zwiększyć plon cukru, trzeba zwiększać plon korzeni, a to można uzyskać przy optymalnej obsadzie roślin podczas zbioru przez wzrost świeżej masy korzenia. W publikacji własnej, na którą powołuje się Autor, brak jest jednej z podstawowych informacji, tzn. obsady roślin podczas zbioru. Nie można więc stwierdzić, czy uzyskane plony korzeni, a w efekcie cukru, były wynikiem aplikacji dolistnej kalcytu morskiego czy też zróżnicowania liczby roślin na polu? Na uzyskane wyniki mogły też mieć wpływ nieodpowiednie pH gleby w poszczególnych lokalizacjach (np. pH 5,0), czy też niewłaściwe nawożenie (np. 236 kg N/ha). Czy w związku z tym wniosek „Synteza wyników z trzech lat badań i pięciu lokalizacji w żadnej z testowanych miejscowości nie wykazała istotnego wpływu dolistnego nawożenia krzemem na plon i jakość korzeni oraz plon cukru technologicznego w porównaniu do wariantu kontrolnego” nie jest nadinterpretacją? Badania zostały przepro-

wadzone na pięciu plantacjach produkcyjnych na terenie województwa kujawsko-pomorskiego w latach 2011-2013 i mogły tylko wyrazić zdziwienie, że tamtejsze służby surowcowe producenta cukru nie dopilnowały, aby plantatorzy prawidłowo wykonali tak podstawowe zabiegi jak: regulacja odczynu gleby, prawidłowe nawożenie mineralne buraka cukrowego fosforem i potasem, a szczególnie azotem.

Zachęcam Autora do prowadzenia dalszych doświadczeń nie tylko z kalcytem morskim, ale także produktami zawierającymi krzemian potasu, stabilizowany kwas ortokrzemowy czy też nanocząsteczki krzemu.

Następnie Autor zarzuca mi „pochopne uogólnienia w przypadku wielu innych produktów zawierających krzem, chociaż już w zdecydowanie mniej liczny „towarzystwie”. Jako przykład podaje wyniki moich doświadczeń z produktem zawierającym 2% Ca i 0,6% Si w postaci kwasu ortokrzemowego stabilizowanego choliną (Artyszak 2017). Zadaje też pytanie „Skoro dominującym składnikiem w nawozie jest wapń (Ca), to dlaczego zaobserwowane pozytywne efekty wykonanych zabiegów przypisuje się krzemowi?” Odpowiedzi na to pytanie Autor dostarcza sobie sam w dalszej części artykułu, szeroko omawiając znaczenie wapnia dla buraka cukrowego. Następnie podkreśla, że „Burak cukrowy ma bardzo wysokie potrzeby pokarmowe w stosunku do wapnia. Na wytworzenie jednej tony korzeni z odpowiednią masą liści potrzebuje 5 kg Ca.” Omawiany produkt był stosowany przez mnie w dawce 0,5 l na 1 ha, co jak łatwo policzyć, powodowało dostarczenie w jednym zabiegu roślinom 10 g Ca na 1 ha! Jak wobec tak dużych potrzeb buraka, tak niewielka ilość wapnia mogła spowodować istotne przyrosty plonu korzeni i cukru? Można też dodać, że w jednym z doświadczeń omawiany produkt korzystnie wpłynął także na jakość bulw ziemniaka (Wróbel 2012).

Jest dla mnie zastanawiające, dlaczego z omawianej publikacji (Artyszak 2017) Autor wybrał tylko ten produkt, skoro doświadczenie obejmowało jeszcze kalcyt morski, a także nawóz zawierający stabilizowany kwas ortokrzemowy oraz kwas polikrzemowy (94 g Si), a także 24 g żelaza w 1 litrze? Czyżby ten drugi nie pasował do tezy, że to inne pierwiastki mają znaczenie, a nie krzem? Stosując bowiem produkt w dawce 0,5 l na 1 ha, wprowadzano 47 g Si i 12 g Fe. Czy trudno jest wytłumaczyć, że zadziałało 12 g żelaza na 1 ha? Pobranie żelaza przez burak cukrowy wynosi 1,9 kg na 1 ha (Draycott i Christenson 2003). Dysproporcje są więc olbrzymie. Żelazo w produkcji nie znajduje się też w formie chelatu, czyli najbardziej dostępnej dla roślin, a niedobory żelaza obserwuje się u nas sporadycznie, głównie na glebach o odczynie zasadowym lub przewapnowanych.

Gdy były prowadzone przeze mnie badania (2015-2016) produkt ten był sprzedawany jako nawóz, a obecnie jest oferowany jako stymulator i producent nie podaje, że zawiera żelazo. Z korzystnymi wynikami badań ze stosowaniem tego produktu można się zapoznać także w innej naszej publikacji (Artyszak i in. 2015). O korzystnych efektach stosowania tego produktu na ograniczenie porażenia przez choroby i żerowania szkodników, a w efekcie na plon nasion rzepaku, ziarna kukurydzy i pszenicy świadczą wyniki badań przeprowadzone w IOR-PIB w Poznaniu (Zamojska i in. 2018). Są też publikacje

z innych ośrodków naukowych o korzystnym wpływie tego samego produktu na plonowanie łubinu białego i grochu (Sulewska i in. 2018), ograniczanie stresu suszy u soi (Kalandyk i in. 2014), wielkość i jakość plonu nasion tymotki łąkowej (Radkowski i Radkowska 2018), plon mieszanek traw z koniuczynami (Mastalerczuk i in. 2020) czy też jakość mleka i wydajność mleczną krów żywionych sianokiszonką z łąk opryskanych tym preparatem (Radkowski i in. 2017). Inny produkt zawierający krzem w formie kwasu ortokrzemowego oraz mikroelementy poprawiał plon ziemniaka i jakość bulw (Trawczyński 2018). Jeszcze inny, który zawiera stabilizowany kwas ortokrzemowy, korzystnie wpływał na cechy roślin pszenicy jarej (Kowalska i in. 2018), oraz plon ziarna (Kowalska i in. 2020). Opublikowana niedawno publikacja badaczy z Austrii informuje o korzystnym wpływie koloidalnej krzemionki na ograniczenie porażenia winorośli przez choroby grzybowe (Schabl i in. 2020).

Autor myli się pisząc, że nie ma ustalonych potrzeb pokarmowych buraka cukrowego co do krzemu. W naszych badaniach średnie pobranie krzemu wyniosło 37,5 kg Si na 1 ha, co daje 0,37 kg Si na 1 t korzeni wraz z odpowiednim plonem liści (Artyszak i in. 2018) i 32,6 kg Si na 1 ha (0,32 kg Si na 1 t korzeni + plon liści) (Artyszak i in. 2019). Oznaczenie zawartości krzemu w liściach i w korzeniach buraka cukrowego wykonano w laboratorium Instytutu Badawczego Leśnictwa w Sękocinie.

Korzystny efekt aplikacji dolistnej krzemu w formie nanocząsteczek w uprawie buraka cukrowego obserwowano w badaniach przeprowadzonych w Czechach (Hřivná i in. 2017, Urban i Pulkrabek 2018).

O celowości stosowania dolistnego krzemu w profilaktyce antystresowej w trakcie wegetacji buraka cukrowego pisałem w nr 2/2019 Poradnika Plantatora Buraka Cukrowego Pan prof. dr hab. Witold Grzebiś i Pani dr hab. inż. Agnieszka Wolna-Maruwka w artykule pt. „Profilaktyka antystresowa w trakcie wegetacji buraka”. Autorzy ci wyraźnie stwierdzili, że „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 jego odporność na stresy”.

Nigdy nie powiedziałem i nie napisałem, że stosowanie „krzemu” jest cudownym lekiem na wszystkie błędy w uprawie. Wszyscy, którzy czytają moje teksty w prasie rolniczej, w internecie czy też słuchają mnie podczas spotkań na szkoleniach, doskonale znają moją opinię w tym zakresie. Zawsze podkreślałem, że w każdym gospodarstwie powinna być stworzona lista rankingowa zakupów i na pierwszym miejscu powinno być wpisane wapnowanie. Jeśli chociaż jedno pole wymaga wapnowania, a rolnik go nie przeprowadza, to nie powinien wydawać pieniędzy na inne środki do produkcji.

Stosowanie dolistne produktów zawierających krzem należy uważać za nowoczesny i bezpieczny dla środowiska naturalnego sposób ograniczania skutków stresów abiotycznych i biotycznych u roślin uprawnych.

Nikommu nigdy nie zalecałem stosowania konkretnego produktu. Zależy mi bowiem na promowaniu stosowania dolistnego pierwiastka, z korzyścią przede wszystkim dla plantatorów, a nie danej firmy. Zachęcam rolników, aby na połowie plantacji wykonali aplikację dolistną produktem zawierającym krzem, a połowę pozostawili nieopryskaną i sami porównali uzyskane efekty. Zawsze cieszę mnie wizyty rolników

na moich doświadczeniach w Sahryniu. Nie ma dla mnie większej satysfakcji, gdy później plantatorzy mówią mi, że przekonali się do „krzemu” i będą go stosować. ◀

dr hab. inż. Arkadiusz Artyszak
SGGW w Warszawie