

ROMAN CZUBA, MARIUSZ FOTYMA
Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa

TEMATYKA KOLOKWIÓW ORGANIZOWANYCH PRZEZ MIĘDZYNARODOWY INSTYTUT POTASOWY W SZWAJCARII W LATACH 1975—1978.

CZEŚĆ II — KOLOKWIUM W YORKU (1977) I KONGRES W BERLINIE (1978)

W części pierwszej naszej informacji omówiliśmy tematykę kolokwium zorganizowanych na Bornholmie (1975) i w Izmirze (1976). Treść kolokwium zorganizowanego w Yorku i kongres w Bernie jest tematyczną kontynuacją treści zamieszczonej w części I naszego sprawozdania.

K o l o k w i u m w Y o r k u (W. Brytania) 4—7 lipca 1977 r.

W kolokwium brało udział 125 przedstawicieli nauki oraz praktyki rolniczej i przemysłu z niemal wszystkich krajów Europy, jak również niektórych krajów innych kontynentów.

Tematem kolokwium był wpływ nawożenia mineralnego na produkcję węglowodanów i tłuszczów roślinnych. Obrady toczyły się w toku sesji plenarnych, poświęconych określonym zagadnieniom, a w ostatnim dniu zorganizowano wycieczki fachowe połączone ze zwiedzaniem ferm rolniczych i kopalni soli potasowych.

Na szczególną uwagę zasługują trzy sesje, których problematyka zostanie omówiona bardziej szczegółowo.

Biochemiczne i fizjologiczne aspekty produkcji węglowodanów i tłuszczów

Pierwszym etapem w produkcji węglowodanów i tłuszczów jest absorpcja energii świetlnej i jej przemiana na energię chemiczną. Proces ten odbywa się w chloroplastach i szczególnym osiągnięciem badawczym ostatnich lat jest wyjaśnienie sposobu funkcjonowania tych organelli i ich struktury wewnętrznej. Cząsteczki chlorofilu stanowiące elementy fotosystemów I i II w wyniku rezonansu indukowanego przez światło emitują elektrony. Strumień elektronów o wysokim potencjale reduk-

cyjnym jest czynnikiem powodującym powstawanie zredukowanej formy ferredoksyny, stanowiącej pierwszy stabilny związek w łańcuchu transportu elektronów. Ferredoksyna w procesie fotofosforylacji niecyklicznej oddaje elektrony bezpośrednio do NADP^+ i ADP w wyniku czego powstają wysokoenergetyczne zredukowane związki NADPH i ATP , w stosunku po 1 cząsteczce na każde 4 fotony energii świetlnej. W wyniku fotofosforylacji cyklicznej następuje przekazywanie elektronów z ferredoksyny do plastochinonu i powstaje wówczas wyłącznie ATP . Obydwa procesy fosforylacji zachodzą łącznie i pozwalają na produkcję NADPH i ATP w ilościach i proporcjach odpowiadających fizjologicznym potrzebom roślin. Szczegóły procesów fotofosforylacji nie są do końca poznane, ale wiadomo, że miejscem lokalizacji procesów redukcji świetlnej są błony tylakoidowe w chloroplastach.

Zgodnie z teorią chemiosmozy Mitchella, mechanizmy zlokalizowane w błonach działają jak pompa protonowa powodująca wytwarzanie gradientu elektrochemicznego ($\Delta \mu_{\text{H}^+}$) pomiędzy zewnętrzną i wewnętrzną częścią chloroplastu. Energia osmotyczna wynikająca z tego gradientu jest następnie wykorzystywana w procesie fotofosforylacji. Ruch protonów wodorowych do wnętrza chloroplastu musi być równoważony wychodzeniem poprzez błony tylakoidowe innych kationów do zewnętrznej części organelli. Jak wykazały ostatnie badania, głównym jonem równoważącym protony H^+ jest Mg^{++} mimo że w chloroplastach znajdują się porównywalne ilości potasu i magnezu. Z badań nad izolowanymi chloroplastami wynika, że jony H^+ przemieszczają się do ich wnętrza w ilościach 250—600 ne H^+/mg chlorofilu. W systemie wymiany $\text{H}^+/\text{Mg}^{++}$ ta ilość protonów wodorowych musi być równoważona przez 125—300 nmol Mg^{++}/mg chlorofilu i zakładając, że objętość zewnętrznej części chloroplastu wynosi ok. $22 \mu\text{l}/\text{mg}$ chlorofilu oznacza to zwiększenie w niej zawartości magnezu o ok. 6—14 mM. Wymiana $\text{H}^+/\text{Mg}^{++}$ ma duże znaczenie w cyklu Bensona-Calvina, w procesie fotofosforylacji oraz w regulacji równowagi pomiędzy fotosystemami I i II.

ATP i NADPH są pierwszymi stabilnymi produktami, w których zostaje zakumulowana energia świetlna. Obydwa koenzymy są niezbędne w procesie syntezy niskocząsteczkowych związków, takich jak cukry, aminokwasy i kwasy tłuszczowe. Dla przykładu, asymilacja CO_2 wymaga udziału ATP i NADPH w stosunku 3:2. Dużą rolę w procesie asymilacji CO_2 odgrywa potas. Procesy fosforylacji i fotoredukcji zachodzą prawidłowo tylko przy dobrym stanie odżywiania roślin potasem. Ponadto jon K^+ działa jako aktywator enzymów biorących udział w redukcji CO_2 .

Efektywność akumulacji energii w postaci związków wysokocząsteczkowych zależy nie tylko od procesów zachodzących w organach asymilujących (source) ale także od aktywności metabolicznej organów zapa-

sowych (sink). Pomędzy procesami zachodzącymi w source i sink występują sprzężenia zwrotne i osłabienie aktywności w miejscach sink ogranicza proces asymilacji CO₂ przez rośliny. Wzrost organów zapasowych jest kontrolowany przez substancje typu fitohormonów, tj. cytokininy, gibbereliny i kwas abscysynowy. Synteza tych substancji jest z kolei uwarunkowana przez cały szereg czynników wewnętrznych (genetycznych) i zewnętrznych (środowiskowych).

Dla przykładu, za syntezę skrobi odpowiedzialne dwa układy enzymatyczne, tzn. syntetazy skrobi i fosforylazy. Względny udział obydwu układów jest uzależniony od gatunku rośliny, rodzaju organu zapasowego i jego wieku, a więc od czynników wewnętrznych. Synteza jest jednocześnie aktywowana przez jony K⁺, a w znacznie szerszym stopniu przez jony Na⁺. Z tego względu w organach zapasowych pożądany jest szeroki stosunek K⁺/Na⁺ i rośliny wykształciły efektywne systemy ograniczające daleki transport jonów Na⁺ we floemie w kierunku tych organów i ułatwiające analogiczny transport K⁺.

Jako drugi przykład może posłużyć synteza tłuszczów, która jest m.in. uzależniona od stanu zaopatrzenia roślin w azot. Przy nadmiarze azotu, duże ilości aminokwasów są transportowane we floemie do organów zapasowych i odkładane w formie białek, kosztem węglowodanów i tłuszczów. Na skład tłuszczów, duży jakkolwiek pośredni wpływ ma temperatura w okresie rozwoju organów zapasowych (nasion). Wpływ temperatury może polegać (m.in.) na regulowaniu ciśnienia cząsteczkowego tlenu w miejscach syntezy nienasyconych wielowęglowych kwasów tłuszczowych (PUFA). Enzymy katalizujące syntezę wymagają obecności tlenu i NADPH + H⁺. Przy niskiej temperaturze ciśnienie tlenu ulega zwiększeniu i synteza kwasów nienasyconych zachodzi bardziej wydajnie. PUFA ulegają łatwo utlenieniu i o wartości produktów roślinnych decyduje nie tylko zawartość kwasów nienasyconych, ale również odpowiedni poziom substancji antyutleniających, z których najbardziej aktywne są tokoferole (witamina E). Przyjmuje się, że wymagany stosunek E/PUFA powinien wynosić 1 jednostkę międzynarodową E na 1 g PUFA.

Jednym z czynników decydujących o produktywności roślin jest sprawny transport energii (zakumulowanej głównie w cukrach i aminokwasach) z miejsc syntezy (source) do organów zapasowych (sink). Wydajność transportu zachodzącego we floemie zależy zarówno od stężenia soku jak i szybkości (ilości) jego przepływu. Na wydajność transportu duży wpływ ma odpowiednie zaopatrzenie roślin w potas. Jon potasu aktywuje syntezę ATP, który z kolei jest wymagany w procesie aktywnego i selektywnego wtłaczania asymilatów do komórek sitowych. Je-

dnocześnie potas zwiększa gradient ciśnienia osmotycznego pomiędzy source i sink i tym samym zwiększa się przepływ soku we floemie.

Referat wprowadzający w tej sesji wygłosił prof. K. Mengel (RFN), a referaty uzupełniające prof. H. Beringer (RFN), dr G. Barber (W. Brytania), dr R. Pflüger (RFN), dr H. Marschner (RFN) i dr H. E. Haeder (RFN).

Wpływ nawożenia na produkcję węglowodanów

W toku sesji omawiano przede wszystkim wpływ nawożenia na plon i jakość roślin zbożowych (pszenica) i korzeniowych (burak cukrowy), gdyż gromadzą one w organach zapasowych głównie węglowodany. Obszerny referat poświęcono również kasawie (maniok) i innym roślinom korzennym klimatu tropikalnego, ale wydaje się, że zagadnienie to nie interesuje czytelnika w naszym kraju i dlatego nie będzie zamieszczone w tym sprawozdaniu.

Głównym źródłem energii dla zwierząt są węglowodany. Zwierzęta jednożołądkowe i człowiek wykorzystują węglowodany znajdujące się w cytoplazmie komórek zapasowych (głównie skrobia), natomiast zwierzęta wielożołądkowe wykorzystują również węglowodany wchodzące w skład błon komórkowych (celuloza, hemicelulozy i pektyny). Zawartość i skład węglowodanów w produktach użytkowych ulega znacznym zmianom zależnie od czynników działających w okresie wzrostu roślin jak i wynikających ze sposobu przeróbki uzyskanych surowców. Z pierwszej grupy czynników najważniejszy jest wiek rośliny. Ziarno zbóż ma największą wartość energetyczną w okresie pełnej dojrzałości. Wartość energetyczna jednostki masy traw i roślin motylkowych ulega natomiast zmniejszeniu w miarę starzenia się. Wynika to z trzech głównych przyczyn: zwiększającego się udziału łodyg w stosunku do liści, zwiększania udziału ścian komórkowych w masie łodyg, zmniejszania strawności węglowodanów wchodzących w skład ścian komórkowych — wszystko w miarę postępującego wieku roślin. Warto natomiast podkreślić, że zarówno przyswajalność węglowodanów zawartych w liściach jak i stężenie cukrów prostych w całej roślinie (łącznie liście i łodygi) są względnie stałe niezależnie od jej wieku.

Bardziej szczegółowo omówiono wpływ czynników środowiskowych na wydajność mąki i wartość wypiekową pszenicy. Wartość wypiekowa zależy głównie od ilości i jakości białka, zawartości zdenaturowanych (uszkodzonych) ziaren skrobi i aktywności α -amylazy. Omawiane cechy ziarna pszenicy są uzależnione głównie od odmiany (czynnik genetyczny) oraz temperatury i opadów w okresie wzrostu. Jedynie zawartość

białka jest w silnym stopniu modyfikowana przez poziom nawożenia azotem. W przedstawionych doświadczeniach zastosowanie ok. 200 kg N/ha powodowało przyrost zawartości białka w ziarnie pszenicy o ponad 3%. Ponieważ wartość wypiekowa jest ściśle i dodatnio skorelowana z zawartością białka, przeto jakość chleba (loaf score) ulegała wyraźnemu polepszeniu w miarę stosowania pod pszenicę wzrastających dawek nawozów azotowych.

Nawożenie azotem i potasem wykazuje również znaczny wpływ na wielkość i jakość plonów buraka cukrowego. Wysokie dawki azotu powodowały spadek przeciętnej zawartości sacharozy w korzeniach buraka oraz wzrost zawartości α -amin, co utrudniało ekstrakcję cukru w procesie przerobu buraków. Działanie potasu było w odniesieniu do wymienionych czynników przeciwstawne i wysokie dawki tego składnika zapobiegały ujemnemu wpływowi azotu na jakość buraków cukrowych. W przeprowadzonych doświadczeniach w kulturach wodnych optymalny okazał się stosunek równoważnikowy N:K jak 1:0,7 (stosunek wagowy 1:2,35). W doświadczeniach polowych za optymalne uważano dawki 200—300 kg potasu na hektar.

Wartość żywieniowa roślin ulega również pewnym zmianom w toku procesów ich przerobu (kiszzenie, suszenie, granulowanie itp.). Autorzy uważają, że różne metody technologicznego uzdatniania ziarna zbóż przeznaczonego na paszę (z wyjątkiem oczywiście rozdrabniania) tylko w nieznacznym stopniu polepszają wykorzystanie zawartej w nich energii i nie znajdują uzasadnienia ekonomicznego. Dotychczasowe metody uzdatniania (konservowania) pasz objętościowych nie mają natomiast żadnego wpływu na przyswajalność węglowodanów wchodzących w skład błon komórkowych z uwagi na stosowanie zbyt „łagodnych” środków. Konieczne jest opracowanie nowych metod, które pozwolą na naruszenie wiązań w obrębie wielocukrów i ligniny i ułatwią ich rozkład przez bakterie żwacza.

Referat wprowadzający na tej sesji wygłosił dr Ch. Mercier (Francja), a referaty i komunikaty uzupełniające przedstawili dr S. A. Evans (W. Brytania), dr B. A. Stewart (W. Brytania), prof. A. Benvenuti (Włochy), dr M. Miltcheva (Bułgaria) i inż. A. Köchl (RFN).

Wpływ nawożenia na produkcję tłuszczów

W toku sesji omawiano wpływ nawożenia na wielkość i jakość plonu rzepaku, słonecznika i soi oraz różnych roślin klimatu subtropikalnego, w tym przede wszystkim oliwek. W omówieniu przedstawiono rośliny, które mogą być uprawiane w warunkach Polski. W referatach ograni-

czono się ponadto do wartości pokarmowej lub żywieniowej tłuszczów roślinnych nie poruszając zagadnień ich przydatności do celów technologicznych. Pojęcie jakości tłuszczów nie jest jednoznaczne w poszczególnych krajach. W Europie i Ameryce Północnej dąży się do uzyskania z różnych roślin oleistych bezbarwnego i możliwie bez smaku, oleju o dużej trwałości. Z tego względu nasiona roślin powinny zawierać prawie wyłącznie trójglicerydy i wykazywać możliwie małą zawartość tioglukozydów, które w pewnych warunkach ulegają przemianom do izotiocyjanin, tj. związków nadających tłuszczom ostry smak i powodujących zatrucie katalizatorów używanych w procesach wodorowania. Na subkontynencie indyjskim cenione są natomiast tłuszcze przyprawowe o ostrym smaku i dlatego zawartość opisanych wcześniej związków może być pożądana. Wartość pokarmowa tłuszczów jest również uzależniona od rodzaju kwasów tłuszczowych. Ostatnio dąży się do zmniejszenia zawartości kwasu erukowego, który w doświadczeniach na zwierzętach powoduje niekorzystne zmiany w mięśniu sercowym oraz zmniejszenia zawartości kwasu linolenowego na rzecz kwasu linolowego.

W doświadczeniach wazonowych z nowymi, bezerukowymi odmianami rzepaku stwierdzono, że duże dawki azotu powodowały spadek zawartości tłuszczów w nasionach i pewne zwiększenie zawartości tioglukozydów. Duże dawki potasu działały przeciwnie w omawianym zakresie i powodowały tym samym poprawę jakości rzepaku. Autorzy zwracają uwagę, że wysoka zawartość tioglukozydów jest niepożądana zarówno z uwagi na pogorszenie jakości tłuszczu jak i zmniejszenie przydatności do celów żywieniowych śruty poekstrakcyjnej. Tioglukozydy ulegają w śrucie enzymatycznej hydrolizie, w wyniku której powstają produkty szkodliwe dla zwierząt.

W sposób szczegółowy omówiono wpływ czynników środowiska i agrotechniki na plony oraz zawartość tłuszczu w nasionach soi i słonecznika. Duże dawki powodowały spadek zawartości tłuszczu, natomiast fosfor i potas częściowo przeciwdziałały temu ujemnemu wpływowi. W nasionach soi występuje ujemna korelacja pomiędzy zawartością tłuszczu i białka. Nawożenie azotem zwiększając zawartość białka, tym bardziej zmniejsza zawartość tłuszczu. W referacie ogólnym stwierdzono, że ujemny wpływ azotu i dodatni fosforu i potasu na zawartość tłuszczu daje się zaobserwować w odniesieniu do wszystkich roślin oleistych. Nawożenie nie wykazuje natomiast jednoznacznego wpływu na skład kwasów tłuszczowych, a więc jakość tłuszczu.

Referat wprowadzający na sesji wygłosił dr L. A. Appelqvist (Szwecja), a referaty uzupełniające i komunikaty przedstawili dr J. Klein (Izrael), dr H. Forster (RFN), prof. D. Davidescu (Rumunia) i dr R. Ochs (Francja).

Oprócz omówionej nieco dokładniej tematyki trzech sesji problemowych, na kolokwium przedstawiono kilka interesujących referatów dotyczących wymagań człowieka i zwierząt w stosunku do węglowodanów i tłuszczów. Przedstawiono również referat ogólny, omawiający zagadnienia energetyczne w całym łańcuchu gospodarki żywieniowej. Wzorem poprzednich kolokwiów, gospodarze zapoznali uczestników ze stanem i perspektywami rozwoju rolnictwa w W. Brytanii.

Kongres w Bernie (Szwajcaria) 4—8 września 1978 r.

W obradach XI Kongresu Międzynarodowego Instytutu Potasowego (IPI) uczestniczyło ponad 250 przedstawicieli nauki i praktyki rolniczej oraz przemysłu z niemal wszystkich krajów Europy i niektórych krajów innych kontynentów. Kongres miał charakter uroczysty, gdyż przypadał w 25-lecie działania Rady Naukowej Instytutu. Głównym celem Kongresu było podsumowanie osiągnięć w dziedzinach objętych działalnością Instytutu i wytyczenie dróg badań naukowych do końca bieżącego wieku. Większość przedstawianych referatów miała dlatego charakter przeglądowy i w zasadzie nie przedstawiano wyników prac oryginalnych. Obrady toczyły się w sesjach plenarnych, poświęconych czterem głównym zagadnieniom, które przedstawiono nieco dokładniej w tym opracowaniu.

Zawartość i dostępność dla roślin potasu w glebie

Korzeń rośliny wytwarza określoną siłę ssącą w stosunku do wody glebowej, a ponadto pobiera jony z roztworu, często w ilościach przewyższających ich dopływ z wody. W wyniku tego na powierzchni korzenia wytwarza się ujemny gradient stężenia w stosunku do jonów powodujący przepływ m.in. potasu z bardziej odległych stref gleby. Stężenie potasu w roztworze glebowym jest uzupełniane w wyniku procesu uwalniania jonu z powierzchni (lub pakietów) cząstek stałej fazy gleby. Ostatecznie o stopniu zaopatrzeniu roślin w potas decydują trzy czynniki: stężenie (intensity) potasu w roztworze szybkość (mobility) uwalniania potasu z cząstek fazy stałej i jego przemieszczanie w kierunku do korzenia, ilość (quantity) potasu, który może być potencjalnie uwolniony. Wszystkie te czynniki są uzależnione od różnych cech danej gleby.

Głównym źródłem potasu są minerały pierwotne typu feldsparów i mik oraz minerały wtórne typu illitu i form przejściowych do bardzo ubogich w potas montmorylonitu i wermikulitu. W warunkach klimatu

umiarkowanego wietrzenie feldsparów jest powolne i zasadnicze znaczenie ma uwalnianie potasu z warstwowych minerałów pierwotnych typu mik. O ile miki nie tracą swojej struktury, uwalnianie potasu ma charakter odwracalny i w warunkach dużego wyczerpania tego składnika może zachodzić proces wtórnego wiązania (fiksacji) dodanego w formie nawozów potasowych w przestrzeniach międzypakietowych tych minerałów. Na ogół jednak wietrzenie mik jest związane ze zmianą ich struktury, rozmiarów cząstek, zwiększeniem ich powierzchni aktywnej i zużyciem w potas. Proces wietrzenia przebiega poprzez uwodnione miki do ilitu i następnie poprzez pośrednie minerały ilaste do montmorylonitu i wermikulitu. Na powierzchni, krawędziach i w przestrzeniach międzypakietowych minerałów wtórnych typu ilitu oraz typu przejściowego zachodzi sorpcja potasu o charakterze wymiennym i dlatego zawartość i stopień wysycenia potasem tych minerałów decyduje o wielkości potencjalnie dostępnej (quantity) puli tego składnika. Proces wymiany potasu pomiędzy minerałami i roztworem glebowym może być opisany w oparciu o badania doświadczalne, ale ostatnio coraz częściej stosuje się tutaj prawa termodynamiki i równowagi fazowej.

Bezpośredni wpływ na procesy wymiany potasu ma odczyn (pH) gleby i zawartość w niej innych kationów. W glebach klimatu umiarkowanego przy niskim pH powstają polimeryczne jony H-Al, które zajmują przestrzenie między pakietami minerałów i zapobiegają wiązaniu potasu. Przy wyższym pH gleby przeważa w niej jon Ca^{++} , który ma jednak mniejszą energię wymienną i nie zapobiega wiązaniu potasu w przestrzeniach międzypakietowych. Z opisanych względów wapnowanie na ogół zmniejsza dostępność potasu dla roślin.

Również bezpośredni wpływ na dostępność potasu ma zawartość wody w glebie. W miarę zwiększania wilgotności (do poziomu nie ograniczającego wzrostu korzeni) zwiększa się masa potasu w roztworze i wzrasta szybkość (mobility) jego uruchamiania i przemieszczania do korzeni. Rozcieńczenie roztworu pociąga również za sobą zmianę stosunku stężeń $K^+/Ca^{++} + Mg^{++}$ na korzyść tego pierwszego kationu.

Duży, jakkolwiek pośredni wpływ na dostępność potasu wykazuje zawartość substancji organicznej w glebie i stopień jej przewietrzenia. Dodatni wpływ obydwu wymienionych czynników polega na poprawie warunków wzrostu korzeni i zwiększeniu zajętej przez korzenie objętości gleby.

W opisanym cyklu tematycznym referaty przedstawił prof. D. Schroeder (RFN), prof. H. Laudelout (Belgia) i prof. dr A. van Diest (Holandia).

Fizjologiczne aspekty odżywiania roślin potasem

Potas spełnia bardzo istotne funkcje fizjologiczne i biochemiczne w roślinie. Na wstępie należy podkreślić, że kation ten ulega łatwemu przemieszczeniu zarówno przez błony półprzepuszczalne do wnętrza komórek jak i poprzez cytoplazmę i plazmodesmy do komórek towarzyszących i następnie do naczyń. Transport potasu zachodzi przy tym nie tylko w ksylemie, ale i we floemie dzięki czemu jon ten ulega łatwo redystrybucji w roślinie, a szczególnie przemieszczeniu ze starych liści do stożków wzrostu i młodych organów. Roślina ma zatem wykształcone mechanizmy zapewniające dobre i regularne zaopatrzenie wszystkich jej części w potas. Jon potasu uczestniczy w zasadniczych procesach życiowych roślin, a w szczególności w procesie regulacji osmatycznej, w fotosyntezie i oddychaniu, a wreszcie jest aktywatorem szeregu enzymów, szczególnie z grupy transfosforylaz oraz enzymów katalizujących uboczne ścieżki przemian biochemicznych.

Rola potasu w regulacji gospodarki wodnej roślin jest znana od dawna i polega zarówno na zwiększeniu gradientu osmatycznego w naczyniach jak i na regulacji ruchów komórek przyszparkowych. Za pomocą różnych technik wykazano zwiększenie koncentracji K^+ w tych komórkach w okresie otwierania szparek i spadek koncentracji przy ich zamykaniu. Ostatnio stwierdzono, że mechanizm tego zjawiska polega na wymianie jonów H^+/K^+ poprzez plasmolemę komórek przyszparkowych, której potencjał elektrochemiczny jest uzależniony od naświetlenia.

W ujęciu ilościowym znana była również od dosyć dawna rola potasu w procesach fotosyntezy i oddychania. W doświadczeniach prowadzonych na izolowanych chloroplastach wykazano znaczne zmniejszenie redukcji $NADP^+$ i spadek syntezy ATP w warunkach złego zaopatrzenia w potas (*in vitro*). Mechanizm tego procesu polega prawdopodobnie na równoważeniu przez potas strumienia jonów H^+ przemieszczających się do wnętrza chloroplastów (przez błony tylakoidowe) w procesie potasy i na zewnątrz mitochondriów w procesie oddychania. Funkcja potasu w obydwu tych zasadniczych dla metabolizmu rośliny procesach byłaby więc podobna.

Zgodnie z jego dużą rolą w procesach biochemicznych, potas zwiększa produktywność roślin i ich odporność na szkodliwe, abiotyczne i biotyczne czynniki środowiska. W szczególności zwraca się ostatnio uwagę na regulującą rolę potasu w gospodarce azotowej roślin, co pośrednio wprawdzie, ale w bardzo znacznym stopniu zwiększa efektywność działania pierwszego z wymienionych składników. Podkreślana jest również rola potasu w transporcie asymilatów do organów zapasowych. W wy-

niku zwiększenia transportu do miejsc akumulacji (sink) na zasadzie sprzężenia zwrotnego, ulega intensyfikacji asymilacja węglowodanów.

Od dawna znana jest rola potasu w zwiększaniu odporności roślin na działanie czynników abiotycznych jak niska temperatura, susza i nadmierne zasolenie gleby. Rola potasu polega prawdopodobnie na utrzymaniu właściwego uwodnienia błon półprzepuszczalnych w komórkach. Odwodnienie tych błon w wyniku działania opisanych czynników abiotycznych powoduje utlenienie ich wrażliwych składników (grup) i prowadzi do wzrostu przepuszczalności, a następnie zniszczenia komórki. Potas zwiększa również odporność roślin na czynniki biotyczne zarówno o charakterze patogenów jak i nie patogenów. W pierwszym przypadku rola potasu polega na zwiększeniu syntezy związków wchodzących w skład błon komórkowych i stymulowaniu procesu przemian prostych połączeń jak cukry i aminokwasy w jednostki strukturalne skrobi i białka. W drugim przypadku potas zmniejsza wydzielanie związków organicznych przez korzenie roślin i tym samym ogranicza aktywność mikroorganizmów i zużycie tlenu w strefie korzeniowej. W takich warunkach nie powstają szkodliwe zredukowane związki Fe i Mn i nie następuje denitryfikacja azotu.

Referaty na tej sesji wygłosili prof. O. Steineck (Austria), prof. Dj. B. Jelinić (Jugosławia) i prof. H. Beringer (RFN).

Potrzeby pokarmowe roślin w stosunku do potasu

Z opisanych wcześniej biochemicznych funkcji potasu największe znaczenie praktyczne ma jego wpływ na gospodarkę wodną roślin. Z reguły organy roślin o dużym uwodnieniu wykazują wysokie zapotrzebowanie na K. W praktyce oznacza to, że młode części roślin (zwłaszcza merystemy) jak również soczyste organy zapasowe zawierają dużo potasu w przeliczeniu na jednostkę suchej masy (do 6% K w s.m.).

Rośliny okopowe oraz rośliny sprzątane na zieloną masę wykazują duże potrzeby pokarmowe w stosunku do potasu. Obok bezwzględnych potrzeb pokarmowych roślin duże znaczenie ma szybkie pobranie potasu w różnych fazach ich wzrostu wyrażone w kg K/ha/dzień. Pobranie potasu z reguły wyprzedza nagromadzanie suchej masy i jest największe w okresie przed zawiązywaniem organów zapasowych. U niektórych roślin (np. kukurydza) maksymalne dzienne pobranie potasu może osiągać 10 kg K/ha/dzień. W odżywianiu potasem takich roślin decydujące znaczenie odgrywa nie tylko pula potencjalnie dostępnego potasu (quantity) ale przede wszystkim stężenie potasu w roztworze glebowym (intensity) i szybkość przemieszczania potasu w glebie (mobility).

Potrzeby nawozowe roślin mogą być mniejsze lub większe od ich potrzeb pokarmowych. Te pierwsze są uzależnione od zawartości potasu w glebie, pojemności buforowej gleb w stosunku do potasu i wreszcie od zdolności gatunków roślin do pobierania tego składnika z różnych form znajdujących się w glebie. Małą zdolność pobierania potasu z form trudniej dostępnych i tym samym duże potrzeby nawozowe wykazują rośliny okopowe oraz strączkowe. Wyraźnie mniejsze potrzeby nawozowe mają trawy, w tym zboża.

Dobrym wskaźnikiem stopnia zaopatrzenia w potas jest zawartość tego składnika w wegetatywnych częściach roślin. W szczególności podkreślano, że w przypadku traw zawartość 2,5—3% potasu w suchej masie liści nie oznacza luksusowego pobrania składnika, ale jest konieczna do uzyskania dużych plonów. Potrzeby nawozowe roślin w stosunku do potasu i gospodarka tym składnikiem powinny być określane w oparciu o doświadczenia wieloletnie.

Referaty na tej sesji przedstawili prof. K. Mengel (RFN), prof. P. Quijntanilla Rejado (Hiszpania) i inż. D. Fauconnier (Francja), prof. S. L. Jansson (Szwecja), prof. A. Malquori (Włochy), dr H. R. von Uexküll (Singapur), prof. G. de Beaucorps (Francja) i dr G. Drouineau (Francja).

Obecne podejście do nawożenia potasem

W doświadczeniach polowych z nawożeniem coraz większą rolę przypisuje się współdziałaniom zarówno pomiędzy składnikami nawozowymi, jak i nawozami, a innymi czynnikami środowiska i agrotechniki. W pierwszej grupie szczególnie istotne jest współdziałanie azotu i potasu wynikające z komplementarnych funkcji biochemicznych obydwu składników. W licznych doświadczeniach wazonowych i polowych wykazano, że odpowiednie zaopatrzenie roślin w potas jest warunkiem koniecznym dla uzyskania wysokiej efektywności nawożenia azotem. W warunkach Francji dodatnia interakcja azotu i potasu wynosiła: +2,3 t z ha bulw ziemniaka, +5,3 t z ha korzeni buraka, ok. 0,35 t z ha ziarna pszenicy i jęczmienia i ponad 3,4 t z ha siana traw i mieszanek koniczyny z trawami. Nawożenie potasem zapobiegało również w pewnym stopniu ujemnym skutkom nadmiernych dawek azotu na jakość plonu i roślin. Zasadnicze znaczenie dla dalszego zwiększenia plonów ma również współdziałanie nawożenia z nowymi odmianami. W zasadzie hodowla postępuje w kierunku tworzenia odmian o coraz większych wymaganiach nawozowych i tym samym bardziej produkcyjnych.

Duży postęp został dokonany w zakresie określania rezerw dostępnego dla roślin potasu w glebie. Dawne statyczne podejście w tym zakresie ustąpiło w ostatnim 20-leciu podejściu dynamicznemu z wykorzystaniem praw termodynamiki. Obecnie wiadomo, że o stopniu zaopatrzenia roślin w K decyduje zarówno stężenie składnika w roztworze (intensity) jak i wielkość potencjalnie dostępnej puli potasu w fazie stałej gleby (quantity). Badania są obecnie skoncentrowane na poznaniu elementów składowych i zależności w ogólnym równaniu:

$$K \text{ (w glebie)} \rightleftharpoons K \text{ (w roztworze)} \rightleftharpoons K \text{ (w korzeniu)} \rightleftharpoons K \text{ (w nadziemnych częściach roślin)}$$

Znaczną uwagę poświęca się również badaniu elementów bilansu potasu, zarówno w doświadczeniach jak i w układach produkcyjnych, a wreszcie na dużych obszarach całych krajów. W warunkach gospodarstw utrzymujących dużą obsadę inwentarza bilans potasu jest na ogół zrównoważony nawet przy stosowaniu niewielkich tylko dawek nawozów. W gospodarstwach bezinwentarzowych prowadzących intensywną gospodarkę, bilans potasu jest silnie ujemny i należy stosować duże dawki tego składnika. Rezerwy potasu nagromadzają się w glebie i wykazują długotrwałe działanie następcze. Badania nad bilansem potasu muszą być prowadzone w oparciu o wieloletnie doświadczenia polowe.

Referaty na tej sesji wygłosili dr G. W. Cooke (W. Brytania), dr A. Loué (Francja), prof. A. D. Kofoed (Dania), prof. J. Arnon (Izrael) i dr A. von Peter (Szwajcaria).

W toku obrad Kongresu i w trakcie wycieczek fachowych gospodarze zapoznali uczestników ze stanem i perspektywami rozwojowymi rolnictwa szwajcarskiego. Warto zwrócić uwagę, że mimo bardzo wysokiej wydajności pracy, wystarczającego poziomu koncentracji ziemi i umiejętnego stosowania środków produkcji, rolnictwo w Szwajcarii jest w znacznym stopniu deficytowe i musi być dotowane przez państwo.

Na zakończenie naszej informacji warto zaznaczyć, że kontakty z pracownikami naukowymi zajmującymi się na zachodzie tematyką chemiczno-rolniczą są dla polskich chemików rolnych bardzo cenne, ponieważ pozwalają na zapoznanie się z aktualnymi głównymi kierunkami reprezentowanymi w badaniach podstawowych.