

MARIAN KĘPKA  
Katedra Gleboznawstwa SGGW

## WPŁYW WARUNKÓW ŚRODOWISKA NA ZAWARTOŚĆ POTASU W ROŚLINIE

### Wstęp

Pobieranie składników pokarmowych przez rośliny między innymi zależy od wzajemnego układu całego szeregu czynników (gatunku roślin, typu koloidów glebowych, kwasowości środowiska, wilgotności gleby, temperatury, światła itp.), które wpływają bezpośrednio lub pośrednio na procesy żywienia się roślin. Wyrazem układu tych czynników są zmiany, jakie zachodzą w składzie roztworu glebowego, w kompleksie sorpcyjnym i procentowej zawartości potasu w roślinie.

Potas jest między innymi podstawowym pierwiastkiem wchodzącym w skład budowy roślin. Funkcje potasu są mało poznane w porównaniu z innymi pierwiastkami. Duża zawartość potasu w roślinach i owocach wskazuje na to, że potas jest ważnym pierwiastkiem biorącym udział w procesach metabolicznych rośliny.

W pracy niniejszej zebrano literaturę dotyczącą wpływu warunków środowiska na zawartość potasu w roślinie.

Procentowa zawartość potasu w roślinach stanowi ważny wskaźnik przy ustalaniu zapotrzebowania roślin na potas, a więc ma znaczenie przy określaniu wysokości dawek nawozów potasowych.

Macy (38) zestawiał na podstawie literatury liczby graniczne procentowej zawartości potasu dla niektórych roślin. Uważa on, że jeżeli zawartość potasu w roślinach jest większa od optymalnej, to w środowisku wzrostu roślin jest dostateczna ilość tego pierwiastka, natomiast gdy procentowa zawartość potasu jest mniejsza od optymalnej, wówczas występuje niedobór potasu, co utrudnia normalny rozwój roślin.

Według Urlicha (64) krytyczną koncentrację potasu można określić eksperymentalnie, oznaczając zawartość potasu w roztworze, w którym rośliny wykazują objawy braku potasu.

Gleba, klimat, rodzaj rośliny i uprawa są według niego czynnikami wpływającymi na stopień koncentracji łatwo dostępnego potasu. Chandler, Peech i Bradfield (10) w swych badaniach stwierdzili, że stosunkowo mała ilość roślin uprawnych (od 2 do 15%) wykazuje wczesne symptomy niedoboru potasu. Z ich doświadczenia wynika, że zawartość potasu wy-

nosząca 1,25% jest liczbą graniczną dla roślin z rodziny traw, Lundergarth określał niedobór potasu za pomocą analiz zielonych liści. Uważa on, że analiza zielonych liści stanowi najlepszy wskaźnik niedoboru potasu, ponieważ są one głównym organem syntezy. Na podstawie licznych doświadczeń polowych Lundergarth stwierdził, że procentowa zawartość potasu w suchej masie zmieniała się tylko nieznacznie.

Optymalna zawartość potasu w różnych roślinach (w procentach) przedstawia się następująco:

nazwa rośliny	procent potasu w roślinach
koniczyna (liście)	0,56
kukurydza (liście)	0,80
owies (liście)	0,44
buraki cukrowe (liście)	0,83
tytoń (liście dolne)	0,50
pomidory (liście środkowe)	0,95
jabłonie (liście wierzchołkowe)	0,66
grusze (liście)	0,93
śliwy (liście)	0,68

Holt i Volk (28) wspominają, że nawożenie sodem powoduje wzrost zawartości potasu w niektórych roślinach, co wskazywałoby na częściowe zastąpienie potasu sodem. Z badań Ulricha (63) wynika, że dodanie sodu w przypadku niedoboru potasu powoduje zwiększenie wykorzystania tego ostatniego pierwiastka. Mimo że wpływ sodu na wykorzystanie potasu jest duży, to jednak w krytycznym momencie zastąpienie potasu sodem może zmienić zachwiany metabolizm potasu. Shear i Crane (54) stwierdzili także podobne zachowanie się niektórych pierwiastków w liściach. Badania ich wskazują, że w celu osiągnięcia maksymalnego wzrostu roślin musi być zachowana równowaga między poszczególnymi pierwiastkami.

### *Rola potasu w roślinach*

Potas odgrywa ważną rolę w procesach biochemicznych zachodzących w roślinach. Jest on podstawowym czynnikiem wzrostu, ale funkcje jego nie są jeszcze dokładnie zbadane. Nie stwierdzono związków organicznych w komórkach roślinnych zawierających potas. Według Robertsa i Cowie (51) duża ilość potasu występuje w komórkach, w związkach, które są stosunkowo trudno wymywane. Badania Robertsa (50) nad potasem prze-

prorowadzone z *Escherichia coli* wskazują, że szybkość syntetycznych procesów, takich jak np. włączania siarki w proteiny, fosforu w fosfolipidy lub kwas nukleinowy zależy od zawartości potasu związanego w komórkach roślin.

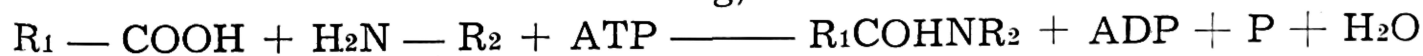
Przebieg syntezy, w którą jest włączony potas zależy od różnych czynników, np. czas trwania doświadczenia, źródła energii itd. Reakcje fosforylacji, przy których niezbędny jest potas są tak szybkie, tak specyficzne i tak jakościowo pokrewne z metabolizmem węgla, że potas wchodzący w te związki, to prawdopodobnie związki heksozo-fosforowe. Według Muntza (45) w przypadku braku jonu K lub  $\text{NH}_4$  w ekstrakcie z drożdży, rozkład glukozy do heksodifosfatu zatrzymuje się na związku pośrednim. Eddy i Hinshelwood (17) stwierdzili, że w *Bacterium lactis* potas jest aktywatorem enzymu i że rubid działa w podobny sposób. Zgodnie z opinią Hewitta (26) potas odgrywa ważną rolę w działalności komórki w procesach hydratacji i przepuszczalności. Regulująca rola potasu jest ważna ze względu na dużą ilość przebiegających w komórkach procesów enzymatycznych. Potas utrzymuje także odpowiednią ilość żelaza w formie aktywnej, wpływając tym samym na fotosyntezę.

Steinberg (57) na podstawie danych z literatury próbował przeprowadzić korelację między metabolizmem proteinowo-węglowodanowym przebiegającym w roślinach a brakiem potasu. Ze względu na to dotąd nie ustalono jednoznacznej roli potasu w roślinach, należy przeprowadzić większą ilość badań z potasem.

Badania 10 roślin uprawnych wykazały, że brak jakiegoś pierwiastka prowadzi do akumulacji kwasu aminowego i redukcji cukrów. W zależności od stopnia niedoboru potasu zawartość protein w roślinie może ulec zmniejszeniu lub nie.

Badania Webstersa i Hopkinsa (70, 29) potwierdziły, że synteza peptydów i kwasu glutaminowego z kwasu aminowego w roślinach może zachodzić tylko w obecności potasu.

Mg, K



Potas jako katalizator, w roślinach musi występować w optymalnej ilości. Rośliny szybko rosnące wymagają więcej potasu. Przykładem takich roślin mogą być ziemniaki, pomidory i buraki cukrowe. Potas w roślinach spełnia prawdopodobnie wiele różnych katalitycznych funkcji.

### Wpływ gatunków roślin

Różna procentowa zawartość potasu w roślinach wskazuje, że pobierają one różne ilości potasu. Badania Collandara (12) wykazały, że rośliny rosnące na jednakowej pożywce zawierały różną ilość potasu. Zmienność

w pobieraniu potasu przez poszczególne rośliny jest jeszcze większa. Niektórzy badacze, jak Harmer i Benne (25) zwracają uwagę na zarysowujący się stosunek między potasem i sodem przy pobieraniu tych pierwiastków przez rośliny. Na podstawie wyników otrzymanych przez Collandara (12) można wnioskować, że stosunek K do Na w poszczególnych roślinach może się wahać od 44 do 0,43.

Prace Lewisa i Eisenmengera (36) nad 22 roślinami wskazują, że rośliny niższe w porównaniu z roślinami wyższymi pobierają znacznie więcej potasu zarówno ze związków łatwo, jak i trudno dostępnych. Objawy niedoboru potasu w roślinach pojawiają się dość wcześnie. Rośliny takie, jak bawełna, jabłonie, lucerna i koniczyna należą do roślin pobierających dużo potasu. Doświadczenia Drake i Scarseth (15) nad 13 roślinami rosnącymi na glebie, której pojemność wymienna wynosiła 13 m. e., z czego na potas wymienny przypadło 0,5 m. e., wykazały, że rośliny mogą pobierać różne ilości potasu. Po nawiezieniu gleby silnie węglanowej potasem Bower i Pierre (5) stwierdzili, że poszczególne gatunki roślin pobierały różne ilości potasu. Zgodnie z badaniami Ewansa i Attoe (19), w glebach naturalnie zasobnych w wymienny potas koniczyna pobrała 1,2 raza więcej potasu niewymiennego w porównaniu z owsem, natomiast na glebach z niską zawartością potasu autorzy stwierdzili zjawisko odwrotne.

Mehlich i Reed (42) na podstawie własnych i obcych badań doszli do wniosku, że rośliny do normalnego rozwoju wymagają odpowiedniego stosunku Ca i K w glebie.

Wahania w zawartości potasu w różnych gatunkach roślin są mniejsze w porównaniu z wahaniami kationów dwuwartościowych. Różnice zawartości potasu w roślinach są powodowane różną pojemnością wymienną korzeni. Rośliny o wyższej pojemności wymiennej korzeni pobierają większą ilość kationów dwuwartościowych i dlatego wymagają wyższego nawożenia potasowego.

Drake i inni (16) stwierdzili także, że rośliny o wyższej pojemności wymiennej korzeni zawierają mniej potasu w porównaniu z roślinami o niższej pojemności wymiennej korzeni.

Jeżeli chodzi o wpływ wieku i dojrzałości roślin, to wraz z ich wiekiem i stopniem dojrzałości zawartość potasu maleje. U wielu roślin, jak np. u ziemniaków, pomidorów, kukurydzy i koniczyny maleje zawartość potasu w miarę wzrostu tych roślin. Pszenica także największą ilość potasu pobiera w młodszych stadiach rozwoju.

### *Wpływ koloidów glebowych*

Koloidy w dużym stopniu wpływają na mineralne odżywianie się roślin (Mehlich i Coleman). Ostatnio dużo uwagi zwraca się na reakcje koloidów w powiązaniu z niektórymi właściwościami chemicznymi, np. pojemnością



wymienną, stopniem nasycenia zasadami itd. Mattson (39) stwierdził zależność między dostępnością jonów a typem minerałów ilastych. Gleby zawierające minerały z grupy montmoryllonitu i illitu odznaczają się wysoką pojemnością wymienną, a tym samym zawierają większe ilości dostępnych jonów jednowartościowych.

Zgodnie z poglądami Princa i innych (4) zmniejszenie zawartości wapnia w kompleksie sorpcyjnym wpływa na zwiększenie pobierania potasu przez rośliny. Minerały z grupy montmoryllonitu i illitu (41) wpływają na wzrost wysycenia zasadami, co powoduje zwiększenie pobierania potasu.

Z badań Mehlicha i Reeda (42) wynika, że gleby cięższe wymagają wyższego nawożenia potasowego. Mc Lean i Marshall (40) badali wzajemny stosunek do siebie wapnia i potasu w montmoryllonicie. W układzie Ca-K zmniejszenie wysycenia potasem powoduje zwiększenie aktywności potasu. W układzie K-Ca potas był aktywniejszy niż w układzie K-H. Wskazuje na to fakt, że wapń w większym stopniu wpływa na aktywność potasu. Jeżeli chodzi o energię wiązania potasu, to w układzie K-H energia ta równa się 1800 kalorii, a w układzie K-Ca jest mniejsza i wynosi 1100 kalorii. Wiele badań przeprowadzono nad aktywnością jonów w różnych minerałach i przy różnym stosunku potasu do wapnia. Z badań tych wynika, że w minerałach pęczniejących aktywność potasu wzrasta wraz ze wzrostem ilości wapnia. W minerałach nie posiadających właściwości rozszerzania takich zależności nie stwierdzono. Mc Lean badał na czterech minerałach ilastych (montmoryllonit, beidelit, halloizyt i illit) wzajemne oddziaływanie na siebie potasu i magnezu. Aktywność potasu malała stopniowo wraz ze wzrostem ilości magnezu dodawanego do montmoryllonitu, natomiast w wypadku illitu aktywność potasu malała raptownie. Tak jak i poprzednio tak i tu aktywność potasu w układzie K-Mg była większa niż w układzie K-H.

Wiklander i Giesecking (72) w swych badaniach stwierdzili, że w wypadku niskiej pojemności sorpcyjnej wymiana jonowa jest bardzo ważna. W glebach o malejącej pojemności sorpcyjnej wymiana potasu staje się coraz trudniejsza, natomiast w obecności boru aktywność potasu w tych glebach wzrastała odwrotnie. Wielu badaczy zwraca uwagę na zjawisko uwstecznienia potasu w glebie. Minerały posiadające właściwości uwstecznienia przyczyniają się do zmniejszenia pobierania potasu. I tak montmoryllonit, wermikulit i illit wykazują właściwości uwstecznienia potasu, natomiast kaolinit i koloidy organiczne tych właściwości nie posiadają.

#### *Wpływ zawartości niewymiennej formy potasu*

Rośliny mogą wykorzystywać nie tylko potas przyswajalny, ale także i inne formy potasu, np. potas występujący w niektórych minerałach

pierwotnych i w formie niewymiennej. I tak Graham i Albrecht (21) badali przyswajalność potasu przez rośliny z gleby zawierającej minerały, w których potas znajdował się w formie nieprzyswajalnej. Otrzymane przez nich wyniki wskazują, że rośliny przez kilka miesięcy dysponowały wystarczającą do rozwoju ilością potasu.

Ayres i współpracownicy (2) badali w ciągu 4,5 lat pobieranie potasu przez trawy, których nie nawożono nawozami mineralnymi. W pierwszych dwóch latach procentowa zawartość potasu w tych roślinach uległa nieznacznie zmniejszeniu. W tych warunkach autorzy stwierdzili, że około 1200—2100 kg potasu było pobrane z formy występującej w postaci niewymiennej.

Na podstawie badań Stewarda i Volka (58) można sądzić, że 30—87% potasu pobranego przez rośliny występowało w formie niewymiennej przed rozpoczęciem doświadczenia.

Doświadczenia przeprowadzone przez Frapsa i Fudge (20) na 67 glebach różnych pod względem składu mechanicznego, zawartości węglanów i klimatu wykazały, że wykorzystanie K przez kukurydzę było różne. Przeciętna ilość pobranego przez tę roślinę potasu wzrastała wraz ze wzrostem w glebie ogólnego, rozpuszczalnego w HCl i aktywnego.

#### *Uwstecznienia\* potasu w glebie*

Uwstecznienie potasu zmniejsza jego koncentrację w roztworze glebowym, a tym samym i procentową zawartość tego pierwiastka w roślinach. Jak już wspomniano wyżej, gleby zawierające minerały ilaste z grupy montmoryllonitu i illitu mają właściwości uwstecznienia potasu. Rośliny rosnące na takich glebach zawierają stosunkowo mniejszą ilość potasu. Na uwstecznienie potasu wpływają warunki klimatyczne.

Z badań Volka (65) wynika, że w przypadku dużej zawartości potasu przemienne zwilżanie gleby wodą i suszenie przyczynia się do jego uwstecznienia. Stosunkowo mało potasu ulega uwsteczniению w glebach znajdujących się w stanie wilgotnym. Natomiast według Walsh'a i Cullinana (68) ciągle przemienne zwilżanie gleby wodą i suszenie przyczynia się do zwiększenia ilości potasu wymiennego. Badania Attoe (1) wykazały, że w glebach nie nawożonych potasem suszenie gleby w temperaturze pokojowej przyczynia się do wzrostu zawartości potasu wymiennego. Z innych prac wynika, że w przypadku nawożenia potasem, uwstecznienie tego pierwiastka zachodzi w glebie wilgotnej. Procent dodanego potasu, który uległ w tej glebie uwsteczniению, wahał się w granicach 11—52%. Wapnowanie gleb zwiększa uwstecznienie potasu, natomiast nie stwierdzono korelacji między pH a ilością potasu uwstecznionego.

\* Potas silniej związany i nie ulegający wymianie przy traktowaniu gleby 1n  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  o pH 6,8—7,0.

Badania Volka (66) wykazały, że frakcja ilasta ma istotny wpływ na uwstecznienie potasu, a szczególnie frakcja ilasta grupy montmoryllonitowej (Hoover i Pearson). Mortland i Gieseking (44) stwierdzili duże uwstecznienie potasu po dodaniu krzemianu potasu do próbek glebowych zawierających minerały ilaste z grupy montmoryllonitu i illitu.

Badania Stanfordsa (55) wykazały także, że minerały z grupy mik mają właściwości uwstecznienia potasu, natomiast minerały z grupy montmoryllonitu wykazują podobne właściwości tylko w wypadku suszenia w wyższej temperaturze niż pokojowej. Uwstecznienie potasu jest wynikiem przejścia formy wymiennej potasu w formę silniej związaną na drodze wymiany.

Barshad (3) na podstawie szybkości uwstecznienia potasu próbował identyfikować minerały ilaste. Wysycenie potasem gleb, które posiadają duże zdolności uwstecznienia tego pierwiastka przyczynia się do zmian siatki krystalicznej tego minerału (np. zmniejsza się średnica minerału). Gleby zawierające większe stężenie jonów wodorowych i glinowych odznaczają się mniejszymi zdolnościami uwstecznienia potasu. Wapnowanie gleb o małej pojemności wymiennej, a tym samym i małej zawartości potasu wymiennego wpłynęło na zmniejszenie zawartości potasu wymiennego o 50%. Odwrotne zjawisko zachodzi na glebach o wyższej pojemności sorpcyjnej. Według opinii wielu badaczy wapnowanie zwiększa uwstecznienie potasu.

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że gleby posiadające właściwości uwstecznienia potasu będą zawierały mniejszą ilość potasu dostępnego dla roślin w porównaniu z analogicznymi glebami, w których omawiany pierwiastek nie jest uwsteczniany. Rośliny rosnące na takich glebach zawierają tym samym mniej potasu.

### *Wpływ kationów*

Kationy, które są wprowadzane do gleby w postaci nawozów wywierają różny wpływ na zawartość potasu w roślinach. Na przykład sól zwiększa pobieranie potasu, a zmniejsza pobieranie wapnia i magnezu. W taki sposób sól przyczynia się do zwiększenia ilości potasu w glebach mało zasobnych w ten składnik i zmniejszenia występowania objawów braku potasu (Wallace, Toth i Bear). Badania Steele (56) przeprowadzone w warunkach polowych wykazały, że sól zwiększył pobieranie potasu przez pszenicę i owies, natomiast w kulturach wodnych wpływ sodu miał charakter przeciwny. Niektóre prace wskazują, że można zastąpić potas sodem. Na przykład Hopkins (31) zauważył, że w warunkach polowych w przypadku braku potasu niektóre rośliny (owies, jęczmień, proso, marchew i pomidory) pobierały sól w zastępstwie potasu. Jednak inne rośliny (kukurydza, ziemniaki, soja, sałata, cebula i szpinak) nie były w stanie pobierać sodu zamiast potasu.

Jak wykazują badania Russela (52), Lucasa i Scarseth'a (37) oraz Coila (13), duża zawartość w glebie wapnia i magnezu przyczynia się do zmniejszenia zawartości potasu w glebie. Zjawisko to występuje wyraźniej w wypadku małej zawartości potasu w glebie. Olson (46), Carolus (8) wykazali także, że zawartość potasu w grochu i ziemniakach nieznacznie wzrosła po dodaniu do gleby wapnia. Stymulujące działanie wapnia na pobieranie potasu stwierdziło wielu innych badaczy (Samuels, Capo, Overstreet, Jacobson i inni). Podobnie potas wpływa stymulująco na pobieranie wapnia. Badania Overstreeta wykazały, że stosunkowo niska koncentracja 0,001 n  $\text{CaCO}_3$  może już stymulować pobieranie potasu. Stymulujące działanie wapnia przestało oddziaływać w przypadku, gdy koncentracja roztworu chlorku wapnia była większa niż 0,05 n. Wzrost koncentracji  $\text{KCl}$  przyczynia się do zmniejszenia stymulującego działania wapnia.

Badania Collandera przeprowadzone z 21 bardzo różnymi roślinami odnośnie ich wymagań pokarmowych wykazały, że rubid i potas są antagonistyczne między sobą podczas pobierania ich przez rośliny.

Wondrausch (74) w swych badaniach stwierdził, że rośliny rosnące bez nawożenia potasowego charakteryzowały się mniejszą procentową zawartością potasu.

Z badań Byczkowskiego (7) wynika, że dodanie potasu do gleby spowodowało nieznaczne zwiększenie procentowej zawartości potasu w ziarnie jęczmienia, natomiast w słomie różnice w zawartości potasu między poletkami nawożonymi i nie nawożonymi były dużo większe.

Wyniki doświadczeń przeprowadzone przez Goralskiego (22) wskazują na antagonistyczne działanie wapnia w stosunku do potasu w przypadku zastosowania węglanu i tlenku wapnia. Nie odnosi się antagonistyczne zjawisko w przypadku stosowania wapnia w postaci siarcznu wapnia. Wszędzie tam, gdzie stosowano węglan czy tlenek wapnia, zawartość potasu w roślinach malała i to w znacznie większym stopniu niż wzrastała zawartość wapnia.

Z badań Haendschke (23) wynika, że na glebach torfowych procentowa zawartość potasu w słomie i ziarnie, w kombinacjach nawożonych potasem, była wyższa w porównaniu z kombinacją bezpotasową.

Kępka (34) w swych badaniach stwierdził, że w kulturach piaskowych wzrastające dawki potasu pomimo wzrastającej koncentracji wapnia i magnezu w roztworze wpływały na zwiększenie procentowej zawartości potasu w liściach jabłoni.

### *Wpływ anionów*

Aniony wywierają różny wpływ na pobieranie potasu. Na podstawie literatury można stwierdzić, że zwiększenie pobierania przez rośliny anionów



sprzyja jednocześnie zwiększeniu pobierania potasu, np. wyniki prac Hoaglanda (27) wykazały, że wraz ze zwiększeniem pobierania  $\text{NO}_3$  zwiększyło się znacznie pobieranie potasu. Natomiast nawożenie borem lucerny nie wpłynęło na zwiększenie zawartości potasu w tej roślinie (Schaller — 53).

### *Wpływ kwasowości środowiska*

Z wcześniejszych prac wynika, że wpływ pH na pobieranie kationów odnieszono do wapnia i magnezu. Jednak Truog (61) wskazuje, że wysoka kwasowość środowiska nie sprzyja pobieraniu potasu. Badania Padena i Garmana (48) wykazały, że bawełna rosnąca na glebie o pH 6,5 zawierała mniejszą ilość kationów zasadowych, a tym samym i potasu w porównaniu z bawełną rosnącą na glebie o pH 5,0.

Jacobson i inni (32) stwierdzili wpływ pH na pobieranie potasu w kulturach wodnych. Badania ich wykazały, że ilość pobieranego potasu przez odcięte korzenie jęczmienia zależy od stosunku K:H w roztworze. Jeżeli ten stosunek jest węższy niż 17:1, to korzenie wydzielają potas do roztworu, natomiast przy szerszym stosunku potas był gromadzony w korzeniach. Dodanie  $\text{CaCl}_2$  do kwaśnego roztworu znacznie zmniejszyło wydzielanie potasu, natomiast dodanie  $\text{NaCl}$  zmniejszyło jedynie nieznacznie. W warunkach polowych bardzo trudno udowodnić wpływ wodoru na pobieranie potasu.

### *Wpływ przewietrzania gleby*

Doświadczenia polowe Bowera, Browinga i Nortona, Page'a i Willarda wskazują, że kukurydza rosnąca na glebie uprawianej broną talerzową wykazywała objawy braku potasu, kukurydza zaś, rosnąca na glebie spulchnianej nie wykazywała ich.

Lawton (35) stwierdził, że pobieranie potasu zależy od przewietrzania gleby w większym stopniu niż pobieranie innych pierwiastków. W przybliżeniu 1,4 raza więcej potasu było pobrane z gleby dobrze przewietrzanej — spulchnionej. Chang i Loomis (11) stwierdzili także wpływ tlenu na pobieranie potasu. Większość doświadczeń została wykonana w kulturach wodnych z powodu trudności w prowadzeniu doświadczeń w warunkach polowych.

Z przeprowadzonych doświadczeń Pepkowitza i Shire (49) wynika, że pomidory i groch pobierały różną ilość potasu w zależności od zawartości tlenu w roztworze. Maksymalną ilość pobranego potasu notowano przy zawartości tlenu 8 mg/l.

Hopkins, Specht i Hendricks (31) stwierdzili wzrost zawartości potasu w wierzchołkach roślin w wypadku wzrostu tlenu w pożywce z 0,5% do 21%.



Hammond (24) wykazał, że wpływ przewietrzania na pobieranie potasu jest następstwem usunięcia szkodliwego działania CO<sub>2</sub>. W wypadku małej zawartości tlenu nawet niska zawartość CO<sub>2</sub> może być szkodliwa.

### *Wpływ wilgotności gleby*

Na podstawie całego szeregu badań można wyciągnąć wnioski o istnieniu korelacji między wilgotnością gleby i zawartością potasu w roślinach. I tak Wadleigh i Richards (67) stwierdzili zmniejszenie zawartości potasu w roślinach wraz ze zmniejszeniem się wilgotności gleby.

Badania Morse (43) wskazują, że na glebach zawierających z natury małą ilość potasu zwiększenie wilgotności gleby wpłynęło na wzrost zawartości potasu w roślinie. W wypadku dodania do tej gleby potasu zwiększenie wilgotności nie wpłynęło na wzrost zawartości potasu w roślinie. Inni badacze stwierdzili wręcz odwrotne zjawisko — więcej potasu zawierały rośliny rosnące na glebach suchszych. Doświadczenia Emmerta (18) wskazały, że pomidory uprawiane na glebach niedostatecznie uwilgotnionych zawierały większą ilość potasu w przeliczeniu na suchą masę. Natomiast Janes (33) stwierdził, że fasola rosnąca na polu nawadnianym zawierała więcej potasu w przeliczeniu na świeżą masę w porównaniu z fasolą bez nawadniania. Jednak po przeliczeniu tej zawartości na suchą masę nie stwierdzono różnic w zawartości potasu. Stosunkowo mała jeszcze liczba badań nie pozwala na wyciągnięcie ostatecznych wniosków odnośnie współzależności między wilgotnością gleby a zawartością potasu w roślinach.

### *Wpływ temperatury gleby*

Hoagland i Broyer (30) stwierdzili zależność między temperaturą a akumulacją potasu przez komórki. Koncentracja potasu w soku komórkowym w temperaturze 30°C była ponad 4 razy większa niż w temperaturze 6°C. W roztworze bardziej rozcieńczonym wpływ temperatury był znacznie większy.

Broyer i Overstreet (6) w doświadczeniu z jęczmieniem wykazali także duży wpływ temperatury na akumulację i przemieszczenie potasu w roślinie. Stosując w swoich badaniach radioaktywny potas, stwierdzili oni w temperaturze 0,5°C mniej niż 2000 impulsów, natomiast w temperaturze 20°C — 8000 impulsów.

Badania Wannera (69) wykazały, że wpływ temperatury na akumulację potasu jest coraz mniejszy w wypadku wzrastania koncentracji potasu w roztworze.

Demidenko i Colle (14) w swych badaniach stwierdzili także wpływ temperatury na pobieranie potasu przez słonecznik. Z ich doświadczenia

wynika, że ogólna ilość łądyg i nasion, a tym samym i potasu była większa w temperaturze 25—30°C niż w temperaturze 13—17°C. Bardziej widoczny wpływ temperatury na zawartość potasu uwidocznił się po nawożeniu gleby potasem i fosforem. W wypadku dodania samego potasu wpływ temperatury na zawartość potasu był nieznaczny. Przeprowadzone badania przez Wheetinga (71) wykazały, że największa aktywność soli była w próbkach w temperaturze 65°C.

Wpływ temperatury na zawartość potasu w trawach był badany przez Tharta (60). Autor ten znalazł też pewną zależność między zawartością potasu a temperaturą powietrza.

### Wpływ światła

Bardzo wielu badaczy stwierdziło istotny wpływ światła na wzrost i pobieranie pokarmów przez rośliny. Lundegarth między innymi badał znaczenie światła z punktu widzenia fizjologicznego.

Turner i Henry (62) wykazali w swych doświadczeniach, że ilość nasłonecznienia w czasie wzrostu roślin jest istotna dla utrzymania prawidłowego stosunku w pożywce między potasem i azotem. Pożywka w okresie letnim powinna zawierać więcej azotu niż potasu, natomiast w okresie zimowym — odwrotnie. Zarówno te doświadczenia, jak i inne wskazują, że maksymalną ilość potasu zawierały rośliny rosnące w okresie jesiennym i zimowym.

Badania Tanada (59) wykazały, że zawartość potasu w roślinach kawy zwiększała się wraz ze wzrostem zaciemnienia. I tak liście roślin nie zaciemnianych zawierały około 2,89% K, w zaciemnianych w 50% zawartość potasu wahała się około 3,40%, w zaciemnianych w 75% około 4,06%. Badania nad roślinami niższymi wykazały, że światło widzialne i bliskie ultrafioletu wywiera bezpośredni wpływ na zmianę pojemności roślin w stosunku do jonów. Tworzenie węglowodanów podczas fotosyntezy utrudnia pomiar bezpośredniego oddziaływania światła.

Withrow (73) w swych badaniach stwierdził, że przez zwiększenie natężenia światła zwiększa się przepuszczalność, przewodnictwo elektryczne i lepkość komórek zarówno roślin zielonych, jak i roślin nie zielonych. Na podstawie tego autor wnioskuje, że światło wywiera bezpośredni wpływ na protoplazmę. Zmiany w protoplazmie wpływają z kolei na pobieranie potasu.

### Wnioski

1. Procentowa zawartość potasu w poszczególnych gatunkach roślin jest różna. Rośliny, których pojemność wymienna korzeni w stosunku do

- kationów jest duża oraz rośliny, których korzenie wydzielają większe ilości CO<sub>2</sub> pobierają większe ilości potasu.
2. Rośliny w okresie największego wzrostu pobierają jednocześnie największe ilości potasu.
  3. Rośliny łatwiej pobierają potas z montmoryllonitu, wermikulitu, illitu niż kaolinitu. Zastąpienie wodoru wymiennego w koloidach przez wapń lub magnez wymienny powoduje wzrost aktywności potasu.
  4. Gleby charakteryzujące się wysoką pojemnością wymienną będą sprzyjały większej akumulacji potasu przez rośliny.
  5. Stosunkowo duża zawartość wapnia w roślinie wpływa obniżająco na zawartość potasu. Sole potasowe, z których łatwo są pobierane aniony wpływają jednocześnie na zwiększenie pobierania potasu przez rośliny.
  6. Wzajemna wymiana wodoru i potasu, jaka odbywa się na powierzchni korzeni wpływa na wzrost zawartości potasu w roślinie.
  7. Pobieranie potasu przez rośliny w porównaniu z innymi pierwiastkami zależy w dużym stopniu od przewietrzania gleby. Wzrost przewietrzania gleby zwiększa zawartość potasu w roślinach.
  8. Zmiany wilgotności gleby mogą powodować wzrost lub zmniejszenie zawartości potasu. W warunkach optymalnych wzrost wilgotności gleby przyczynia się do wzrostu zawartości potasu. Podobnie nadmierna susza sprzyja zwiększeniu potasu w roślinach.
  9. Wzrost temperatury do odpowiedniej granicy wpływa na wzrost procentowej zawartości potasu w roślinach. Jednak w przypadku wzrostu koncentracji potasu w pożywce wpływ temperatury jest nieznaczny.
  10. Bezpośredni wpływ światła na zawartość potasu w roślinie nie jest jeszcze dokładnie poznany. W niektórych doświadczeniach rośliny zawierały dużą ilość potasu przy minimalnej intensywności światła lub czasu naświetlania. Z drugiej strony światło sprzyja procesom fotosyntezy i tym samym powinno zwiększać pobieranie potasu.

#### LITERATURA

1. Attoe O. J.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 11, 145—149, 1947.
2. Ayres A. S., Takahashi M., Kanehiro Y.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 11, 175—181, 1947.
3. Barshad I.: Amer. Mineral. 33, 665—678, 1948.
4. Bear F, E., Prince A. L.: Jour Amer. Soc. Agrom. 37, 217—222, 1945.
5. Bower C. A., Pierre W. H.: Jour Amer. Soc. Agrom. 36, 608—614, 1944.
6. Broyer T. C., Overstreet R.: Amer. Jour. Bot. 27, 425—430, 1940.
7. Byczkowski A.: Roczn. Nauk Rol. i Les. T. XXXVII 36, 37, 1936.
8. Carolus R. L.: Plant Physiol. 13, 349—363, 1938.
9. Chandler R. F., Peech M., Bradfield R.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 10, 141—146, 1946.

10. Chandler R. F., Peech M., Chang C. W.: Jour. Amer. Soc. Agron. 37, 709—721, 1945.
11. Chang H. T., Loomis W. E.: Plant Physiol. 20, 221—232, 1945.
12. Collander R.: Plant Physiol. 16, 691—720, 1941.
13. Cooil B. J.: Plant Physiol. 23, 287—310, 1948.
14. Demienko T. T., Golle V. P.: Copt. Rend Acad. Sci. USSR 25. 324—327, 1939.
15. Drake M., Scarseth G. D.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 4, 201—204, 1940.
16. Drake M., Vengris J., Colby W. G.: Soil Sci. 72, 139—147, 1951.
17. Eddy A. A., Hinshelwood C.: Proc. Roy. Soc. B. 138, 228—237, 1951.
18. Emmert E. M.: Soil Sci. 41, 67—70, 1936.
19. Evans C. E., Attoe O. J.: Soil Sci. 66, 323—334, 1948.
20. Fraps G. S., Fudge J. F.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 4, 205—208, 1940.
21. Graham E. R., Albrecht W. A.: Univ. of Mo. Res. Bull. 510, 1—12, 1952.
22. Goralski J.: Roczn. Nauk Rol. Seria A. Tom 83, z. 1. 1960.
23. Haendschke A.: Roczn. Nauk Rol. i Leś. T. XXXVII 36, 261, 1936.
24. Hammond L. C.: PH.D. Thesis, Iowa State College, 1950.
25. Harmer P. M., Benne E. J.: Jour. Amer. Soc. Agron. 33, 952—979, 1941.
26. Hewitt A. J.: Ann. Rev. of Plant Physiol. 2, 25—52, 1951.
27. Hoagland D. R.: Plant Physiol. 11, 471—507, 1936.
28. Holt M. E., Volk N. J.: Jour. Amer. Soc. Agron. 37, 821—827, 1945.
29. Hopkins D. P.: World Crops 2, 153—156, 1950.
30. Hoagland D. R.: Soil Sci. 16, 225—246, 1, 1923.
31. Hopkins H. T., Specht A. W., Hendricks S. B.: Plant Physiol. 25, 193—209, 1950.
32. Jacobson L., Overstreet R., King H. M., Handley R.: Plant Physiol. 25, 639—647, 1950.
33. Janes B. E.: Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 51, 457—462, 1948.
34. Kępką M.: Praca Doktorska Rutgers University 1964.
35. Lawton K.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 10, 263—268, 1946.
36. Lewis C. C., Eisenmenger W. S.: Soil Sci. 65, 495—500, 1948.
37. Lucas R. E., Scarseth G. P.: Jour. Amer. Soc. Agron. 39, 887—896, 1947.
38. Macy P.: Plant Physiol. 11, 749—764, 1936.
39. Mattson S.: Ann. Agr. College 15, 308—316, 1948.
40. McLean E. O., Marshall C. E.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 13, 179—182, 1948.
41. Mehlich A., Colwell W. E., Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 8, 179—184, 1944.
42. Mehlich A., Reed J. F.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 13, 399—401, 1949.
43. Morse F. W.: Jour Agr. Res. 35, 939—946, 1927.
44. Mortland M. M., Gieseking J. E.: Soil Sci. 71, 381—385, 1951.
45. Muntz J. A.: Jour. Biol. Chem. 171, 653/665. 1947.
46. Olsen C.: Biol. Abstr. 20, 3785. 1942.
47. Overstreet R., Jacobson L., Handley R.: Plant Physiol. 27, 583—590, 1952.
48. Paden W. R., Garman W. H.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 11, 309—316, 1947.
49. Pepkowitz L. P., Shive J. W.: Soil Sci. 57, 143—154, 1944.
50. Roberts R. B.: Jour. Cell and Comp. Physiol. 36, 15—40, 1950.
51. Roberts R. B., Cowie D. B.: Jour. Cell and Comp. Physiol. 34, 259—291. 1949.
52. Russell E. J.: 8th ed. Longmans, Green and Co. London 1950.
53. Schaller F. W.: Soil Sci. 66, 335—346, 1948.
54. Shear C. B., Crane H. L.: Science in Farming 592—601, 1947.

55. Stanford G.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 12, 167—171, 1948.
56. Steele T. D.: Ph. D. Thesis Virginia Polyt. Inst. 1952.
57. Steinberg R. A.: Miner, Nutr. of Plants. Cz. 15, 1951.
58. Steward E. H., Volk N. J.: Soil Sci. 61, 125—129, 1956.
59. Tanada T.: Jour. Agr. Res. 72, 245—258, 1946.
60. T. Hart M. L.: Plant and Soil 1, 264—270, 1949.
61. Truog E.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 11, 305—308, 1947.
62. Turner W. J., Henry V. M.: Growing plants in nutr. solut. New York 1939.
63. Ulrich A.: Amer. Potash Inst. 1948.
64. Ulrich A.: Ann. Rev. of Plant Physiol. 3, 207—228, 1952.
65. Volk N. J.: Soil Sci. 37, 267—287, 1934.
66. Volk N. J.: Soil Sci. 37, 267—287, 1934.
67. Wadleigh C. H., Richards L. A.: Miner. Nutr. of Plants Cz. 17 411—450. 1951.
68. Walsh T., Cullinan S. J.: Empire Jour. Expt. Agr. 13, 203—212, 1945.
69. Wanner H.: Botan. Ges. 58, 123—130, 1948.
70. Webster G. C.: Plant Physiol. Ann. Meeting p. 30, 1953.
71. Wheeting L. C.: Soil Sci. 9, 459—466. 1935.
72. Wicklander L., Gieseck J. E.: Soil Sci. 66, 377—384, 1948.
73. Withrow R. B.: Miner. Nutr. of Plants Cz. 16, 389—410, 1951.
74. Wondrausch A.: Annales UMCS. Vol. 5, 1950.