

WŁ. BYSZEWSKI, K. MOLDOVANY, A. SADOWSKA

## DOLISTNE ŻYWIENIE ROŚLIN

### *Znaczenie dolistnego żywienia roślin*

Przez dolistne żywienie roślin rozumiemy uzupełniającą formę nawożenia doglebowego, przy czym składniki nawozowe wprowadzamy do roślin poprzez pędy — głównie przez liście. Celem tego zabiegu jest zwiększenie zdrowotności roślin i wysokości plonu oraz poprawienie jego jakości.

Stosując dolistne żywienie uzyskuje się większą efektywność nawozów mineralnych, unika się uwsteczniania chemicznego i biologicznego użytych składników pokarmowych (rys. 1).

Dolistne żywienie pozwala na znaczne obniżenie zużywanych ilości mikro- i makroskładników oraz stwarza możliwość nawożenia interwencyjnego. Przy doglebowym nawożeniu mikroelementami równomierne rozprowadzenie małych ilości nawozów jest trudne i znaczna ich część ulega niekorzystnym przemianom. Dolistne żywienie wpływa na fizjologiczne procesy zachodzące w roślinie.



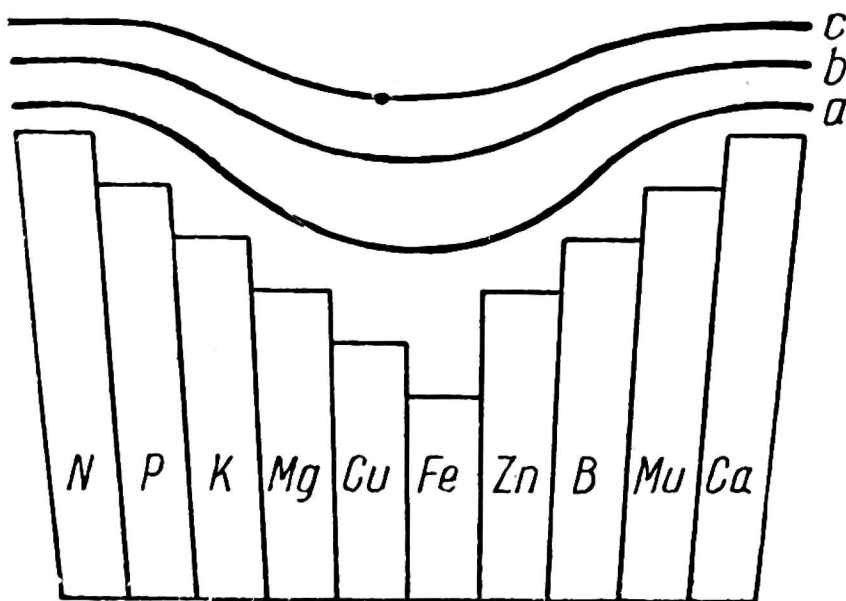
Rys. 1. Wzrost efektywności nawożenia mineralnego uzyskiwany w wyniku dolistnego żywienia roślin

Serbin zaobserwował, że oprysk buraków cukrowych pod koniec wegetacji powoduje wzrost intensywności oddychania i żywotności organizmu. Pozakorzeniowe dożywanie buraków obniża aktywność katalazy w młodych liściach, a zwiększa w starszych, przedłużając w nich procesy życiowe.

Aktywność peroksydazy wzrasta przy oprysku roztworem saletry amonowej i fosforanu potasu, a maleje przy opryskiwaniu chlorkiem potasu. Jednak zwiększona aktywność procesów fizjologicznych już po 10—12 dniach zanika. Oprysk buraków w końcowym okresie wegetacji roztworami soli mineralnych przyspiesza transport cukru z liści do korzeni. Jednakże dodatnie wyniki daje jedynie stosowanie roztworów o niskim stężeniu. Niektóre związki jak np. mocznik szybciej przekształcają się na substancję białkową w liściach anizeli przy pobieraniu ich przez korzenie.

Dadykin (21) wykazał, że na glebach ciężkich i podmokłych azot zastosowany doglebowo w małym stopniu był pobierany przez rośliny. Zastosowany dolistnie powodował wyraźną zwyżkę plonów. Tak samo dolistne żywienie roślin daje bardzo dobre efekty na glebach wyraźnie suchych, gdzie pobieranie składników pokarmowych z gleby jest utrudnione (Sergejew).

W przypadku doglebowego nawożenia roślina pobiera roztwór glebowy, w którym znajdują się różne składniki, przy czym wzajemny stosunek ich jest często przypadkowy. Znacznie łatwiej jest uzyskać harmonijne nawożenie stosując opryski ustalonym roztworem (rys. 2). Pobieranie składników z gleby może być zakłócone przez wiele czynników jak np. pH, temperaturę gleby, wilgotność, właściwości fizyczne gleby.



Rys. 2. Schemat ilustrujący wyrównywanie braku różnych składników pokarmowych za pomocą oprysków:

- I — oprysk — a
- II — oprysk — b
- III — oprysk — c

Ważny jest stosunek  $K_2O : MgO$  a jeszcze ważniejszy  $K : Ca$  i  $Mg : Ca$ . Wapń jest zarówno regulatorem pH jak i bardzo ważnym składnikiem odżywczym. Coraz większego znaczenia nabierają mikroelementy. Silne nawożenie fosforowe powoduje powstawanie niedostępnych dla rośliny związków fosforowych żelaza i cynku. W związku z tym należy mikroelementy wprowadzać przez liście. Zwłaszcza przy silnym nawożeniu NPK i Mg konieczne jest uzupełniające dolistne żywienie. Rośliny posiadają dwa okresy szczególnie nadające się do dolistnego żywienia: wczesna faza rozwojowa oraz na krótko przed osiągnięciem maksymalnej bujności roślin. Najbardziej ekonomiczne jest stosowanie żywienia dolistnego jednocześnie z herbicydami lub środkami ochrony roślin. Jest to możliwe, gdy termin oprysku jest kompromisem między optymalnym okresem dla dolistnego żywienia a terminem zabiegu z zakresu ochrony roślin. Wuchsal zastosowany równocześnie z herbicydami zwiększa skuteczność ich działania a ponadto ogranicza zjawisko szoku u roślin wywoływane często przez herbicydy. Wuchsal nie tylko zwiększa aktywność fungicydów, ale ponadto sam działa hamująco na kiełkowanie spor grzybów.

Zabieg dolistnego żywienia w wielu przypadkach poprawia jakość uzyskiwanych produktów. Powoduje np. powiększenie rozmiarów owoców, poprawia ich aromat, zwiększa zawartość składników odżywczych. Ponadto zmniejsza występowanie chlorozy, powoduje bardziej intensywny wzrost roślin i bardziej równomierne wytwarzanie owoców. Ogranicza opadanie liści, co przedłuża okres asymilacji. Zmniejsza zawartość białka powodując jednocześnie wzrost zawartości skrobi u zbóż i ziemniaków oraz wzrost zawartości cukru w burakach. Ponadto u wielu roślin zwiększa się ich zimotrwałość.

Zagadnienie dolistnego żywienia nie jest nowe, jednak w ostatnich latach znacznie nasiliły się zarówno badania z tego zakresu jak i zakres praktycznego stosowania. W miarę jak plony i nawożenie wzrastały, coraz częściej występowały braki jakiegoś składnika w glebie (makro- lub mikroelementu), co najłatwiej i najszybciej można było uzupełnić poprzez dolistne żywienie. Około roku 1950 w wielu krajach nasiliły się badania nad dolistnym żywieniem roślin. Jednak i w tym okresie mimo pozytywnych wyników metoda omawiana nie znalazła szerszego zastosowania. W praktyce dużą trudność stanowi przygotowanie właściwego roztworu do oprysku, zależność uzyskiwanych wyników od przebiegu pogody, trudności związane z techniką stosowania oprysku itp.

Dopiero w ostatnich latach omawiane zagadnienie nabrało większego znaczenia praktycznego. Wpłynęły na to — wprowadzenie do użytku gotowych preparatów, udoskonalenie techniki oprysku łącznie z wykorzystaniem do tego celu samolotów, możliwość łączenia zabiegu dolistnego żywienia z opryskiem herbicydami i środkami ochrony roślin itd.

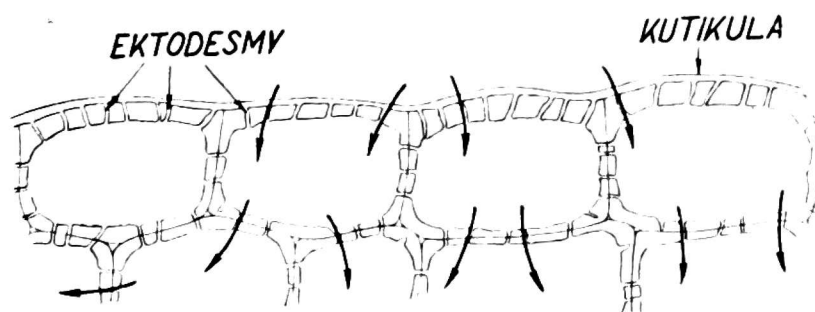
### Mechanizm pobierania składników pokarmowych przez liście

Pobieranie składników pokarmowych przez liście rośliny jest zjawiskiem bardzo złożonym. Istnieją dwie zasadnicze możliwości przenikania składników pokarmowych do wnętrza liścia:

- 1) przez szparki oddechowe,
- 2) przez kutykulę.

Zdania na ten temat są podzielone, a uzyskiwane wyniki zależą od rośliny, która była obiektem badań.

W olbrzymiej większości przypadków kutykula dolnej powierzchni liścia jest zwykle cieńsza niż górnej. Obok znanych dróg, którymi roztwór przenika do wnętrza liścia ostatnio duże znaczenie w tym procesie przypisuje się ektodermie (rys. 3). U niektórych roślin jak np. u jabłoni substancje pektynowe znajdujące się w zewnętrznych warstwach epidermy tworzą kanały do wiązek przewodzących, którymi roztwory mogą przenikać do wnętrza liści. Jednak wnikanie roztworu nie jest identycz-



Rys. 3. Wnikanie roztworu do liścia i przenikanie do wnętrza rośliny

ne z absorpcją. Roztwór może być bowiem wewnątrz liścia, ale mimo to nie wnika jeszcze do komórki. Przenikanie roztworu do wnętrza rośliny jest znacznie ułatwione dzięki temu, że tkanka roślinna jest systemem o dużej wewnętrznej powierzchni. Składa się na to zewnętrzna powierzchnia plazmy, tonoplast wokół wodniczki, plazmolena wokół ścian komórkowych itp. Przy wnikaniu roztworów rozróżnia się przejścia interkutykularne i intrakutykularne.

Stosuje się różne metody dla sprawdzenia wniknięcia badanego roztworu do wnętrza rośliny. Najczęściej obserwuje się nasilenie objawów braku badanych składników, przeprowadza analizę liścia lub stosuje znakowane pierwiastki.

Dowodem na przykład wnikania roztworu żelaza jest możliwość usunięcia lub zmniejszenia objawów chlorozy. Po zastosowaniu oprysku żółknięte liście odzyskują zieloną barwę. Również w przypadku braku wapnia lub magnezu objawy są wyraźne. Inną metodą jest analiza liści.

Obecnie coraz częściej stosuje się radioaktywne izotopy. Pierwsze badania przeprowadzono przy użyciu znakowanego fosforu. Badania S.H. Wittwera (1969) wykazały, że  $P^{32}$  wprowadzany na liście już po 2—3 godzinach znajduje się w korzeniach. Przeniknięcie fosforu do wnętrza liścia obserwowano po 5—15 minutach. Badania prowadzone na izolowanych liściach wskazują, że jest to proces aktywny, niezależny od temperatury i światła. Tego typu badania wykazały, że pobieranie składników przez liście zależy od odczynu, bilansu energetycznego i inhibitorów przemiany materii.

Początkowy okres pobierania jonów zaczyna się krótką, szybko przebiegającą fazą (ca 1/2 godziny). Kationy i aniony przenikają przez powierzchnię zewnętrzną komórki za pomocą dyfuzji. Kationy wnikają szybciej niż aniony. Przy czym ilość jonów wnikających do komórki jest większa niż wychodzących. Ilość wnikających różnych kationów jest funkcją związania jonów, zdolnością ich do wymiany i zdolnością wymiany jonów przez zewnętrzną powierzchnię kutykuli. Szybkość wnikania związków amidowych przez błonę komórkową jest 10—20 razy większa niż innych składników odżywczych. Są dowody na to, że mocznik nie tylko sam ma zdolność szybkiego wnikania, ale również ułatwia to innym składnikom. Dla szeregu jonów, a w szczególności dla wapnia i potasu można było wykazać, że ich zdolność wnikania jest ściśle związana z powierzchnią hydratyacyjną. To jest tym bardziej interesujące, że obecnie posiadamy chemiczne związki wpływające na tę właściwość poszczególnych jonów. Istnieje wyraźny związek między wielkością molekuly albo łańcucha związku a szybkością przenikania. Proces pobierania jonów jest procesem związanym z przemianą materii. Np. dla żelaza wykazano, że jest on pobierany proporcjonalnie do syntezy białka.

Proces pobierania jonów wymaga energii — pozostaje więc w związku z oddychaniem. Jony są w komórkach pobierane przez specjalne „noszące” molekuly i przenoszone przez błonę, a następnie z drugiej strony błony są rozładowywane. Bierna dyfuzja w odwrotnym kierunku jest niemożliwa. Niskie pH hamuje pobieranie kationów. Wyraźnie występuje to zjawisko przy braku jonu Ca. Zahamowanie przemiany materii białkowej redukuje pobieranie jonów. Aby roztwór mógł przeniknąć przez kutykulę albo szparki oddechowe, powierzchnia liści musi być wilgotna ale samą wodą bardzo trudno zwilżyć powierzchnię liścia, dopiero dodatek mydła, saponiny, kazeiny oraz alkoholu o długich łańcuchach węglowych zwiększa zdolność zwilżającą wody. Wielu autorów uważa, że istnieje związek między pH roztworu a pobieraniem składników pokarmowych przez liście. Cook i Boynton znaleźli liniową zależność między temperaturą a pobieraniem oraz między odpowiednią wilgotnością a pobieraniem. Na przykład liście tytoniu pobierają od 3 do 10 razy więcej mocz-

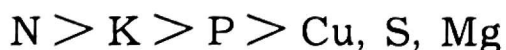
nika w nocy niż w dzień a rano 3 razy więcej niż wieczorem — Volk i McAuliffe (10). Boynton (11) przypuszcza, że stare liście mogą pobierać składniki pokarmowe jedynie za pomocą sztucznych otworów wywołanych żerowaniem szkodników czy chorobami. Młode liście ze względu na dużą liczbę szparek wykonują tę czynność znacznie energiczniej niż stare. Duży wpływ na pobieranie składników pokarmowych mają również właściwości gleby. Pewne jest, że najlepiej jest pobierany i najlepsze działanie wykazuje ten element, brak którego roślina najbardziej odczuwa. Duże znaczenie ma np. zasobność gleby w azot, gdyż powoduje to kształtowanie się dużej masy liściowej. Z prac Kaindla (42) wynika, że wszystkie substancje, które są pobierane przez korzeń, mogą być jeszcze bardziej efektywnie pobierane przez liście, pomijając fakt, że oprysk magnezem działa już po kilku tygodniach, podczas gdy efekt dokarmiania do gleby występuje dopiero po roku.

Reasumując liczne badania dotyczące mechanizmu pobierania składników pokarmowych przez liście można stwierdzić, że zależy ono od:

- 1) sposobu zwilżania liści,
- 2) chemicznego składu oraz pH roztworu,
- 3) temperatury i wilgotności powietrza oraz warunków świetlnych,
- 4) wielkości i wieku liści oraz zawartości w nich azotu,
- 5) właściwości glebowych,
- 6) kąta brzegowego fazy płynnej i stałej.

#### *Pobieranie przez liście poszczególnych składników pokarmowych*

Szybkość pobierania przez liście roślin różnych składników można scharakteryzować następująco: szybko absorbowane są azot, sól, potas, chlor i cynk. Średnio szybko — wapń, siarka, fosfor, mangan i bor, zaś wolno absorbowane są magnez, stront, miedź, żelazo i molibden. Azot jest najszybciej pobierany ze wszystkich składników przez liście roślin. Przy czym pobieranie to jest mało zależne od formy użytego związku. Szybkość pobierania różnych składników można uszeregować następująco:



#### A z o t

Najłatwiejszą i często stosowaną formą dokarmiania azotem jest mocznik. Jest to łatwo rozpuszczalny w wodzie, łatwo wchłaniany przez liście i przy jego stosowaniu występują najłabsze objawy poparzenia. Dawka do 65 kg/ha mocznika w roztworze wodnym nie powoduje jeszcze uszkodzenia liści. U niektórych roślin (np. u jabłoni) cała ilość potrzeb-

nego azotu może być dostarczona przez liście. U innych tylko część i dlatego niezbędne jest wtedy nawożenie doglebowe tym składnikiem.

Liczne doświadczenia krajowe i zagraniczne wykazały, że dolistne żywienie zbóż mocznikiem zwiększa głównie plon ziarna, a w mniejszym stopniu plon słomy. Nawożenie doglebowe w większym stopniu wywiera wpływ na plon słomy (1, 94).

Nawożenie dolistne zbóż mocznikiem powoduje wzrost plonu ziarna (35, 66, 94), zwiększa w ziarnie zawartość aminokwasów i białka ogólnego (35, 66, 94), a obniża zawartość skrobi (1, 56, 75, 94, 99). Stwierdzono ponadto, że opryskiwane rośliny wytwarzają dłuższe kłosa i tworzą więcej chlorofilu w liściach (35, 88). Najlepsze efekty uzyskuje się przy stosowaniu oprysku mocznikiem we wcześniejszych fazach wzrostu zbóż (kłoszenie i strzelanie w źdźbło) (66, 88, 94).

Kukurydza opryskana roztworem mocznika odpowiednio wcześniej wyraźnie zwiększa plon zielonej masy, nie zmieniając jednak zawartości białka (9, 82, 84, 85). Jeżeli natomiast dolistne żywienie zastosuje się w okresie dojrzałości mleczej, wówczas zwiększa się zawartość białka przy niezmienionym plonie (9, 82, 84, 85). Ponadto stwierdzono korzystny wpływ dokarmiania mocznikiem ogórków (24), pomidorów (89), truskawek (17).

Bardzo dobre wyniki daje dokarmianie mocznikiem drzew owocowych. Można w ten sposób w pełni zaspokoić zapotrzebowanie tych roślin na azot, a tym samym eliminować nawożenie doglebowe. Ma to szczególne znaczenie np. w sadach z murawą. Oprysk mocznikiem poprawia wybarwienie owoców w znacznie większym stopniu niż azotowe nawożenie doglebowe (11, 60), zwiększa ilość owoców i ich ciężar (18). Jakkolwiek dokarmianie mocznikiem daje bardzo dobre wyniki to jednak wskazane jest stosować je z dodaniem innych substancji. Działanie mocznika zwiększa się, jeżeli do roztworu dodamy kwasu aktywizującego przemianę azotu (np. kwas jabłkowy) (48). Zastosowanie połączonego oprysku roztworem mocznika i związków fosforowych zwiększa w roślinach zawartość białka (61), intensywność fotosyntezy i aktywność katalazy. Wniesione dolistnie kationy metali razem z azotem zwiększają intensywność fotosyntezy. Powoduje to wzrost zawartości ciał zapasowych, np. cukru w burakach cukrowych. Nie ma wątpliwości, że poszczególne gatunki roślin różnie reagują. Dlatego też nie wszystkie rośliny w tym samym stopniu zdolne są do wykorzystania mocznika. W niektórych roślinach pod wpływem mocznika powstają kompleksowe bardzo stabilne związki zawierające aldehyd benzoesowy.

Szczególnie wyraźnie reagują np. zboża na siarczan amonu i azotan potasu. Związki te bardzo silnie wpływają na zawartość białka w ziarnie

zbóż. U wielu roślin wykazano, że ładunek i wielkość różnych jonów związków azotowych decyduje o pobieraniu i transporcie asymilatów.

Skuteczność działania dolistnego żywienia związkami azotu zależy między innymi od terminu stosowania tego zabiegu. Jednak najbardziej ekonomiczne jest stosowanie tego zabiegu łącząc go z opryskiem herbicydów lub środków ochrony roślin.

## F o s f o r

Fosfor jest łatwo pobierany przez liście, można więc w tym przypadku stosować stosunkowo małe dawki. Szybkość przemieszczania się fosforu w roślinie jest stosunkowo niewielka. Jednak jest on transportowany bez trudności od liści do korzeni i do wszystkich tkanek merystematycznych.

Eggert, Kardos i Smith w badaniach nad pozakorzeniowym dokarmianiem drzew owocowych fosforem o znakowanych atomach  $P^{32}$  wykazali, że jest on pobierany przez liście a następnie przemieszczany do innych części roślin.

Wyniki badań za pomocą izotopów radioaktywnych wskazują na to, że fosfor jest pobierany z liści w sposób ciągły i że nagromadza się on w dużych ilościach poniżej i powyżej liścia opryskiwanego oraz w pojawiających się nowych organach. Największa jego ilość gromadzi się w intensywnie rosnących organach generatywnych i młodych liściach. Liście opryskane są bardziej zielone i grubsze. Fosfor dolistnie prowadzony zwiększa suchą masę roślin podobnie jak przy wniesieniu przez glebę (78).

Dolistne żywienie fosforem powoduje zwyczaję plonu ziarna jęczmienia i zwiększenie w nim zawartości białka (94), przyspiesza starzenie się liści ziemniaków, przyspiesza dojrzewanie bulw i zwiększa ich plon (86), ułatwia transport cukrów z liści do korzeni w burakach cukrowych. Najlepsze wyniki daje oprysk fosforem w młodych stadiach rośliny. Szczególnie dobrze pobierany jest kwas ortofosforowy, który może pokryć zapotrzebowanie na fosfor w 150%. Słabsze jest natomiast pobieranie kwasu polifosforowego o długim łańcuchu. Ta forma nadaje się raczej do doglebowego stosowania, ponieważ w glebie szybciej będzie przekształcona.

Maksymalna absorpcja fosforu jest przy pH 2—3. Absorpcja fosforu zwiększa się przy jednoczesnej obecności jonów amonowych, potasowych albo sodowych. Przy niskiej temperaturze pobieranie fosforu przez liście jest bardziej efektywne niż przez korzenie. Translokacja wzrasta przy wyższej temperaturze, większa jest przy oświetleniu niż w ciemności. Więcej fosforu pobierają górne części liści niż dolne, a najlepiej pobierają go młode liście. Pobieranie jest łatwiejsze, gdy powierzchnia liści jest wilgotna.



## P o t a s

Potas jest dobrze pobierany i transportowany, lepiej niż wapń i magnez. Dla dolistnego żywienia najlepszą formą jest kwas cytrynowo-potasowy. Uważa się, że reszta kwasowa tego związku pobudza przemianę materii w roślinie i w ten sposób zwiększa pobieranie potasu. Również dobre wyniki uzyskano po zastosowaniu siarczanu potasu. Natomiast azotan potasu łatwiej wywołuje poparzenie liści. Dokarmianie potasem ma duży wpływ na uwodnienie plazmy, przeciwdziała szybkiemu starzeniu się liści, a także zwiększa efektywność fotosyntezy i oddychania (Szkondie E. J., 103). Doglebowe dokarmianie potasem jest lepsze niż dolistne, które stosuje się interwencyjnie, gdy wystąpią objawy „głodu potasowego“ (Burvel 11).

Dolistne żywienie zbóż potasem wykazało, że zwiększa ono plon ziarna, poprawia wartość wypiekową, zwiększa wartość skrobi, zmniejsza występowanie rdzy brunatnej (37, 46, 94). Przy czym szczególnie skuteczne jest ono przy dobrym zaopatrzeniu gleby w wodę (7). Ponadto dobre wyniki uzyskano z opryskiwaniem roztworem potasu buraków cukrowych (93), prosa (87) i bawełny (96).

*Równoczesne dokarmianie roślin N, P i K*

W wielu doświadczeniach stosowano dolistne żywienie roślin roztworami NPK niekiedy z dodatkiem jeszcze innych składników. Opryski roztworami NPK powodują zwyżkę plonów wielu roślin (7, 9, 94, 98). Golikowa uzyskała wzrost plonu truskawek o 20—30% przy dokarmianiu fosforowo-potasowym.

Przy późno dojrzewającej odmianie truskawek zwyżka plonu owoców wynosiła 20 q/ha, przy wcześnie dojrzewającej od 1,0 do 2,5%. Duży wzrost plonu korzeni i zawartość w nich cukru pod wpływem fosforu i potasu wykazali Jakuszkin, Własjuka, Machowa, Birecki.

Jakuszkin, Mosołow i Morgackij uzyskali w wyniku dolistnego żywienia znaczne zwyżki plonu zbóż i poprawienie jego jakości. Morgackij wykazał, że 1 kg nawozów mineralnych zastosowany do gleby dał zwyżkę 5,2 kg nasion, a przy opryskiwaniu 11,6 kg. Najlepsze wyniki uzyskano przy oprysku fosforem i potasem w okresie kłoszenia się. Masłow stwierdził wzrost zawartości białka ogólnego w nasionach. Pozakorzenio- we dokarmianie łubinu fosforem, potasem i azotem nie dało wyraźnej zwyżki plonów (Wojtkowska).

Oprysk grochu roztworem NPK i Mo spowodował zmiany w składzie cukrów i aminokwasów w nasionach (80). Zastosowanie dolistnego żywienia pomidorów roztworem NPK oraz stymulatorami wzrostu powo-

duje wzrost intensywności fotosyntezy. Uzyskano wzrost plonu owoców a ponadto zawierały one więcej witaminy C, zmniejszyła się natomiast zawartość kwasów (50). Oprysk tym roztworem żyta i kukurydzy również zwiększył intensywność fotosyntezy (51).

Zastosowanie roztworu NPK i Cu zwiększyło intensywność oddychania ziemniaków (79).

## M a g n e z

Magnez przy dolistnym żywieniu jest najbardziej skuteczny. Wprawdzie szybkość pobierania jest mniejsza i jest on mniej ruchliwy. Jednak doświadczenia polowe wykazały dużą skuteczność szczególnie przy oprysku jabłoni, pomidorów i selerów. Liście tolerują względnie wysoką koncentrację magnezu. Wykazano, że małe ilości wprowadzone przez liście dają często lepsze wyniki, niż znacznie większe dawki zastosowane doglebowo. Rośliny sadownicze przeważnie odczuwają brak tego składnika pod koniec wegetacji. Zastosowany oprysk w tym okresie powoduje zwykle znaczny wpływ na plony uzyskiwane w roku następnym. Żywienie dolistne magnezem jest celowe w wypadku pojawiania się objawów braku magnezu. Działa on już po kilku tygodniach, gdy dokarmiane doglebowe dopiero po roku.

## S i a r k a

Żywienie dolistne siarką, jeżeli zajdzie tego potrzeba, jest możliwe, chociaż Boynton (11) podaje, że siarka znajdująca się w niektórych fungicydach uszkadza liście, gdy jest przez nie pobierana.

## M a n g a n

Coraz częściej stosuje się w formie dolistnego żywienia mangan. Szczególnie odnosi się to do oprysku drzew i roślin wieloletnich zwłaszcza tych, u których zaobserwowano objawy braku tego składnika. Jednakże w licznych doświadczeniach wykazano również dodatni wpływ manganu zastosowanego w opryskach na rośliny jednoroczne.

U pszenicy stwierdzono np. zwiększenie plonu ziarna oraz poprawienie jego jakości (1, 23). W burakach cukrowych uzyskano zwiększenie plonu korzeni i zawartości cukru.

Dolistne żywienie manganem pozwala uzyskać surowiec roślin leczniczych wzbogacony substancjami aktywnymi oraz mikroelementami. Cebula dolistnie żywiona manganem w ilości 36,4 kg/ha zwiększa plon oraz odporność na choroby podczas, gdy dawka 200 kg/ha manganu przy stosowaniu doglebowym nie dała efektu.

Oprysk roślin czarnej porzeczki 0,1% roztworem  $MnSO_4$  spowodował zwyżkę plonu o 35—48% oraz zwiększenie jagód (20). Opryskiwanie winorośli oraz drzew brzoskwiniowych manganem powoduje ich większą zimotrwałość. W jagodach winorośli zwiększa się zawartość cukru o 2,1—2,7% (76, 55).

Dolistne żywienie krzaków kwiatowych manganem zwiększa produktywność nasienną. Rośliny są większe i lepiej rozgałęzione.

## C y n k

Doglebowe stosowanie cynku nawet w większych ilościach jest mało skuteczne. Natomiast dolistne żywienie daje pozytywne wyniki. Cynk jest szybciej pobierany przez liście i jest bardziej ruchliwy aniżeli żelazo. Dolistne żywienie roślin roztworem cynku powoduje zwiększenie plonu ziarna pszenicy, plonu i jakości nasion buraka cukrowego oraz lucerny (1, 23). Oprysk 0,2% roztworem  $ZuSO_4$  zwiększa mrozoodporność i odporność na choroby wielu roślin i zwiększa w nich zawartość azotu i cukru (5, 76, 81). U drzew owocowych żywienie doglebowe tym składnikiem nie daje efektu, natomiast drzewa owocowe żywione dolistnie  $ZuSO_4$  zwiększają intensywność fotosyntezy i produktywność drzew (100). Jest rzeczą ciekawą, że oprysk roślin  $Zu$  na początku wegetacji powoduje intensywność fotosyntezy, oddychania i transpiracji, zaś oprysk w końcu wegetacji ma działanie odwrotne (22).

Dolistne żywienie roślin kwiatowych cynkiem ma dodatni wpływ na wzrost i rozwój roślin. Zwiększa ilość kwiatów, oraz zwiększa produktywność nasienną (6). Skuteczność oprysku cynkiem można zwiększyć dodając do roztworu  $KCl$  (96).

## M i e d ź

Miedź jest pobierana przez liście w 3 fazach — pierwsza faza przebiega bardzo szybko, druga w zależności od koncentracji roztworu i ostatnia trwa równomiernie do końca wegetacji.

Miedź zastosowana do oprysku ma korzystny wpływ na jakość i ilość plonu. Zabieg ten u większości roślin wykonany przed kwitnieniem zapobiega występowaniu objawów braku tego mikroelementu. Oprysk roztworem miedzi ma korzystny wpływ na jakość i ilość plonu roślin cytrusowych (11), bawełny (96), roślin zielarskich oraz winorośli (5).

## Ż e l a z o

Pobieranie żelaza jest ze wszystkich mikroelementów najwolniejsze. Mimo to regularne opryski solami żelaza u wielu roślin likwiduje chło-

rozę. Żelazo stosowane poprzez liście jest 10 razy bardziej skuteczne niż stosowane doglebowo. Chelatyzacja nie zawsze zwiększa absorpcję, ale zawsze zwiększa przemieszczanie (transport).

## B o r

Bor jest przez liście szybko pobierany. Jest jednak gromadzony w liściach, gdyż jest mało ruchliwy w roślinie. Szczególnie dobre wyniki daje oprysk w okresie kwitnienia i zawiązywania owoców.

Bor wprowadzony do rośliny przez korzenie działa przez korzenie dopiero w następnym roku, tymczasem dolistne żywienie borem np. u jabłoni działa jeszcze w tym samym roku (Boynton 11). Brak boru ujawnia się szczególnie ostro w czasie suszy. Bor zwiększa intensywność fotosyntezy. Obserwowano między innymi korzystny wpływ oprysku borem na pszenicę, soję, lucernę, winorośl i rośliny zielarskie. Na plantacjach nasiennych buraków cukrowych oprysk borem w postaci kwasu bornego powoduje zwiększenie ilości składników pokarmowych w otoczce nasiennej. W związku z tym zarodek może dłużej korzystać ze składników pokarmowych znajdujących się w nasieniu i w otoczce.

## M o l i b d e n

U roślin często obserwuje się objawy braku molibdenu. Jest on przez liście wolno pobierany i mało ruchliwy. Jednak mimo to opryski molibdenu są skuteczne, gdyż rośliny wymagają małej ilości tego składnika. Molibden jest mikroelementem, który daje różne wyniki w zależności od warunków klimatycznych rośliny i warunków glebowych. U pszenicy dolistne żywienie Mo zwiększa plon i jakość nasion (33). Rośliny fasoli zwiększyły plon, zawartość N oraz surowego proteину w ziarnie (70).

Oprysk soi 0,02‰ roztworem wspomnianego mikroelementu w okresie kwitnienia zwiększył plon od 2,2 do 4,2 q/ha, zaś zawartość ziarna od 2,8 do 6,8‰ (49). U roślin buraka cukrowego dolistne żywienie Mo powoduje znaczne zmiany w anatomicznej strukturze liści. Mo w koncentracji 0,02 mg/l powoduje znaczne zwiększenie ilości chloroplastów, zmniejsza zaś ich objętość i powierzchnię (59). Z prac E. Mowsiejana wynika, że rośliny buraka cukrowego przy dolistnym żywieniu Mo zwiększają zawartość azotu szkodliwego oraz zmniejszają ‰ zawartość cukru. Obniża to znacznie wartość surowca. U lucerny oprysk Mo zwiększa zawartość kwasu askorbinowego w jagodach i liściach. Procentowa zawartość cukru zwiększyła się od 0,22 do 2,71‰ (5).

## K o b a l t

Jeszcze do niedawna nie był zaliczany do mikroelementów niezbędnych dla rośliny. Opryskiwano Co doglebowo jedynie ze względu na wzbogacenie tym mikroelementem paszy dla zwierząt. Ostatnie prace dowodzą, że oprysk Co zastosowany na początku wegetacji zwiększa intensywność fotosyntezy i transpiracji (22).

Pszenica reaguje na dolistne żywienie Co zwyżką plonu oraz lepszą jakością ziarna (23). U buraków cukrowych wzrasta zawartość związanej wody w liściach. Zbiór cukru z 1 ha wzrasta o 1,2—6,6%. Oprysk wino-rosli Co zwiększył zawartość cukrów około 1,9% (5).

W wielu badaniach stosowano oprysk roślin roztworem zawierającym kilka mikroelementów np. bor, mangan, cynk względnie jeszcze kobalt lub magnez. Opryski te powodowały zwiększenie plonu i poprawienie jego wartości użytkowej u jęczmienia, pszenicy jarej, a ponadto u koni-czyny czerwonej i lucerny powodowały wytwarzanie większej ilości nektaru i lepsze zapylenie (Szkolnik, Burczyk i Sulinowski). W badaniach tych dolistne żywienie dawało lepsze efekty aniżeli doglebowe i, co ważniejsze, usunięcie objawów niedoboru tych składników następuje już po kilku dniach. Podczas gdy na efekt nawożenia glebowego należy czekać kilka lub kilkanaście miesięcy.

## W a p ń

Wapń jest przez liście roślin bardzo szybko pobierany; po 24 godzinnych ponad 90% ilości jest już pobrana. Najlepiej jest pobierany przy pH 4—6. Ponieważ jest mało ruchliwy, należy bezpośrednio opryskiwać te części roślin, które cierpią na jego brak.

Przemieszczanie się np. wapnia z liści do owoców w okresie wegetacji jest niemożliwe. Ruchliwość wapnia można zwiększyć przez dodanie chelatów.

### *Dolistne żywienie roślin roztworami wieloskładnikowymi*

Proces pobierania i przemieszczania się mikroelementów przebiega u różnych roślin różnie. Jabłonie pobierają główną masę mikroelementów przez korzenie na początku wegetacji. Dalsze rozmieszczanie ich w roślinie zależy od intensywności prądu transpiracji. Zwykle liście są znacznie lepiej zaopatrzone w mikroelementy aniżeli owoce. Np. stosunek koncentracji jonów wapnia w liściach i owocach wynosi 100 : 1. Absolutna zawartość mało ruchliwych mikroelementów nie powiększa się w owocach w miarę ich dojrzewania. Tym samym ich procentowy udział zmniejsza się. Ponadto mikroelementy te w poszczególnych częściach

dojrzałych owoców rozłożone są bardzo nierównomiernie. W związku z tym stwierdzono statystycznie udowodnioną korelację między złym zaopatrzeniem jakiejś części owocu w mikroelementy, a silniejszym występowaniem fizjologicznych chorób (np. u jabłek, u pomidorów).

Silne nawożenie azotowe pobudza szybki wzrost roślin i wówczas pobieranie przez korzenie mikro- i makroelementów jest niewystarczające. Nie można w pełni zaspokoić zapotrzebowania roślin na azot, stosując oprysk jedną formą tego składnika. Roztwór taki musi zawierać zarówno azot w formie amonowej, jak i amidowej. Jednocześnie muszą to być jednak związki łatwo rozpuszczalne w wodzie nawet przy niskiej temperaturze. Tym warunkom odpowiada mocznik i związki amonowe. Związki użyte do oprysku muszą odpowiadać fizjologicznym potrzebom roślin, wykazywać dobrą rozpuszczalność i posiadać fizyczne właściwości umożliwiające dobre wnikanie do liścia. Preparat użyty do dolistnego żywienia powinien zawierać większe ilości  $K^+$  i  $P_2O_4^{--}$  w formie łatwo rozpuszczalnej. Obecność jonów potasu może jednak zmniejszać rozpuszczalność związków amonowych i siarczanów. Najodpowiedniejszą formą fosforu jest kwas ortofosforowy. Długołańcuchowe kwasy wielofosforowe nie nadają się do dolistnego żywienia. Jednak właśnie one w przeciwieństwie do  $H_3PO_4$  nie tworzą trudno rozpuszczalnych osadów w połączeniu z kationami ciężkich metali. W wyżej wymienionych przypadkach konieczne jest zastosowanie skomplikowanych i drogich roztworów mikroelementów o wiązaniach chelatowych. Pobieranie chelatynowych jonów w liściach trwa kilka minut. Liście zdrowe mają większą zdolność pobierania chelatów żelaza.

Związki chelatynowe zmniejszają toksyczność kompleksu o zawartości  $Cu^{++}$ ,  $Zn^{++}$  i  $Mn^{++}$ . Liczne badania wskazują, że plon roślin można zwiększyć o 20—30%, gdy stosuje się chelatynowane mikroelementy. Dobrze przygotowany roztwór do dolistnego żywienia musi zawierać wszystkie sole odżywcze w formie pełnej dyspersji jonów, co zapewnia im największą powierzchnię rozpuszczalnika. Pewne znaczenie mogą mieć również fizyczne właściwości wody użytej do roztworu. Wolne  $H_3PO_4$  i kwaśne sole np.  $(NH_4) H_2PO_4$  podnoszą koncentrację powstałego roztworu, co może powodować uszkodzenie roślin. Właściwości buforowe roztworu stabilizują pH na poziomie odpowiednim dla roślin. Obecność fosforanu potasu powoduje, że mimo obecności wolnych  $H_3PO_4$  ilość wolnych jonów wodoru ograniczona jest do poziomu koncentracji nieszkodliwej dla roślin.

Zjawiska buforowości oraz hydrolizy powodują, że w pewnych granicach koncentracja jonów w roztworach wodnych jest stała nawet przy znacznym rozcieńczeniu tych roztworów.

Powyżej przytoczone uwagi wskazują, że najbardziej skuteczne są opryski preparatami kompleksowymi zawierającymi większą ilość składników. W ostatnich latach coraz częściej stosuje się takie preparaty.

W Norwegii wyprodukowano z morskich wodorosli preparat do dolistnego żywienia. Zastosowany na ogórki spowodował on wzrost plonu o 40—120% (77). We Włoszech stosuje się roztwór złożony z pięciu mikroelementów (90). W Związku Radzieckim stwierdzono dodatni wpływ preparatu SUM-5-ż na produktywność bawełny (39). W Anglii stosuje się preparat kompleksowy Murphy Foliar Feed, który znajduje zastosowanie w sadownictwie, warzywnictwie oraz w cenniejszych uprawach produkcji polowej. Preparatem kompleksowym dość rozpowszechnionym w wielu krajach jest Wuchsal. Występują w nim trzy główne formy azotu. Głównym źródłem fosforu jest kwas ortofosforowy. Większa ilość związków chelatynowych powoduje szybkie przenikanie mikroelementów. Związki chelatynowe zmniejszają twardość wody, uaktywniają wapń i magnez. Wuchsal jest preparatem o dużej skuteczności utrzymującym rozpuszczalność soli nawet przy niższych temperaturach. Jest on rozprowadzany przez 20 firm europejskich, 7 afrykańskich, 10 azjatyckich, jedną w Australii i 15 w Ameryce. Zależnie od lokalnej licencji produkowany jest pod nazwą Wuxal, Wuchsal, Poliverdol, Quinoligo, Actigil, Criscal, Polivert, Supreen, Dutvim, Polyvert.

W ostatnich latach prowadzono na całym świecie liczne badania nad dolistnym żywieniem. Poniżej podajemy ważniejsze wyniki uzyskane na skutek stosowania gotowych preparatów na różne rośliny. W badaniach tych używano Wuchsal, Alkrisal, Blütal lub podobne preparaty.

Pozytywne wyniki z opryskiem zbóż uzyskano w NRF, na Węgrzech, w Anglii, Austrii, Australii, Japonii, Szwecji, w Iranie i w Polsce.

Znaczną poprawę jakości technologicznej roślin przemysłowych takich jak oleiste, włókniste, tytoń, rośliny zielarskie wykazały badania prowadzone w NRF, we Włoszech, Costa Rica, Meksyku, Peru, na Węgrzech i w Polsce.

Najwięcej badań i największe efekty stwierdzono w roślinach ogrodniczych, a więc w roślinach sadowniczych, warzywniczych i ozdobnych. Badania tego typu prowadzono w NRF, Hiszpanii, Japonii, Ekwadorze, Iranie, Anglii, Pakistanie, w Południowej Afryce.

Reasumując powyższe uwagi można stwierdzić, że w gospodarce intensywnej coraz większego znaczenia nabiera dolistne żywienie. Przy czym dawniej stosowane opryski jednym składnikiem zastępowane są obecnie roztworami kompleksowymi. Na podstawie dostępnej literatury można sądzić, że ci najmniej w 60 krajach świata zabieg ten znajduje szerokie zastosowanie.

## LITERATURA

1. Abazianc I. C.: Peredposivne zbagaceniya nasinnia i poza korenevi pidzivilennia ozimoy pszenicy mikroelementami. Wisnik silkogospod. nauki, nr 9, 1969.
2. Adriano D. C., Armbrust D. V., Murphy L. S.: Foliar absorption of urea by sandblast wheat seedlings. Agron J. 61, nr 4, 1969.
3. Aleksiejew J. A.: Effektivnost' vniekornevoj podkormki ozimoy pszenicy. Zb. Stud. Robot., Moskwa, 1956.
4. Alyszbajev B.: Dejstvie kobalta na vodnyj režim i urożaj sacharnoj svekly. Ucz. zap. Biol. Fak. Omsk. gos. ped. in-ta, wyp. 7, 1968.
5. Aminov Ch. A.: Vlijanie vniekornevoj podkormki vinograda mikroelementami na urożaj i kaczestvo jagod. Tr. N-i in-ta sadovodstva, vinogradstva i vinodelija im. R. R. Szredera, 32, 1970.
6. Andon K. J.: Vlijanie nekornevoj podkormki mikroelementami na nekotoryje cvetocznye rastenia. V sb. Introdukcja i zelenoje stroitelstvo Kiszinev, 1969.
7. Bazilevicz S. E.: Vniekornevyje podkormki kukuruzy azotom, fosforom i kaliem pri raznych urovnjach korneвого pitaniya i vodoobespecznija. Tr. Char'kovsk. s.ch. in-ta, 90 (127), 1970.
8. Bendefy J., Vilagi E.: Die möglichkeiten der Wuxal — Anwendung in Ungarn und deren Ergebnisse, rękopis, Budapeszt, 1970.
9. Birecki M., Koziół St.: Dokarmianie roślin uprawnych roztworami soli pokarmowych poprzez liście. Roczniki Nauk Rolniczych, tom 67-A-3, 1953.
10. Byszewski W.: Czy rewolucja w nawożeniu? Agrochemia nr 9, 1969.
11. Boynton D.: Nutrition by foliar application. Ann. Rev. Plant Physiol, t. 5, 1954.
12. Boway E.: Versuche mit Harnstoffblattdüngung auf Winterweizen. Schweiz. Landwirt. M. H. 6, 1960.
13. Buchner A.: Erfahrungen über die Blattdüngung mit Stickstoff, Phosphorsäure und Kali. Pfl. Schutz. 2, 1955.
14. Buchner A.: Zur Blattdüngung des Getreides mit Stickstoff. Mitt. Dtsch. Landwirt. Ges., 7, 1956.
15. Buchner A.: Möglichkeiten und Grenzen der Blattdüngung mit Stickstoff. Mitt. Dtsch. Landwirt. Ges., 18, 1957.
16. Burczyk H., Sulinowski Sł.: Wstępne badania nad pozakorzeniowym dokarmianiem łubinu pastewnego. Roczniki Nauk Rolniczych, tom 79-A-2, 1958.
17. Chodzajeva N. A.: Vniekornevaja podkormka zemlianiki. Tr. N-i in-ta sadovodstva, vinogradstva i vinodelija im. R. R. Szredera, 32, 1970.
18. Cutuli G.: L'influenza dell'urea per via fogliare sulla cascola dei frutticini di verdelli. Frutticoltura, 31, nr 4, 1969.
19. Czyżewski J. A.: Zygmunt Mokrzecki wielki entomolog Polski. Wyd. Polski Związek Entomologiczny, Lwów 1937.
20. Czepurko W. K.: Vlijanie nekornevoj podkormki margancem na urożaj jagod czarnej smorodiny. Mikroelementy w s.ch. i med. Resp. Meżved. sv. wyp. 3, 1967.
21. Dadykin W. P.: Vniekornevyje podkormki rastenij v uslovijach cholođnych počzv. Dokł. AN SSSR, t. 97, nr 3, 1952.
22. Derbiszeva M.: Vlijanie nekornevoj podkormki makroelementami na nekotoryje fiziologiczeskije procesy sacharnoj svekly. Sb. statej aspirantov Kirg. in-ta. Fiz.-Matem. i Estestv. vyp. 1, 1967.



23. Dorbach A. P.: Vlijanie mikroelementov na urožajnost' i svojstva semian. Sb. Rastenijevodstvo, vyp. 8, Kiev, „Urožaj” 1968.
24. Duffek J.: Vliv mimokorenove vyzivy na fotosyntezu nekterych druhu zelenin. Rastl. vyroba, 13, nr 10, 1967.
25. Gladkow A.: Vnekornevaja podkormka kartofela. Selskoje chozajstvo Baszkirii, 8, 1957.
26. Golikova N. A.: Vlijanie vnekornevoj podkormki na urožaj zemlaniki. Udobrenie i Urožaj, nr 2, 1957.
27. Gitlic P. V.: Vlijanie vnekornevyh podkormok na izmenenie aktivnosti oktislitelno-vostranovlitelnyh fermentov i povyszenie urožajnosti gruszi. Nauka selsk. ch-vu, Chabarovsk, 1967.
28. Gheorghita M., Vladu C.: Aplicarea extraradicalara a ingrasamintelor chimice in plantatiile de vii tinere. Bul. sturt. Univ. Craiova, 1967.
29. Grinkiewicz N. J., Vovalskij V. V., Gribovskaja I. T.: Nekornevaja podkormka mikroelementami metod povyszenia biologiczeskoj aktivnosti lekarstvennogo rastitelnogo syrja. Agrochimija, nr 10, 1969.
30. Górski A.: Zarys nauki o koloidach. PWRiL, Warszawa 1953.
31. Hilpoltsteiner L.: Düngung durch das Blatt. D. Landwirt, Pr. 12, 1954.
32. Jakowlewa W. W.: Vnekotnevaja podkormka klevera bornymi udobrenijami. Selekcja i semenov. nr 9, 1951.
33. Jakowlewa W. W.: O vnekornevyh podkormkach rastenij borom. Vnekornevaja podkormka selskochozajstvennyh rastenij. Selchozgiz, 1955.
34. Jakuszkin I. W., Edelstein M. M.: Preduborocznaja vnekornevaja podkormka sacharnoj svekly. Agrobiologija, nr 4, 1952.
35. Jefremov V. V.: Vlijanie rozlicznyh doz moczeviny pri vnekornevoj podkormke v fazu koloszenija na kaczevstvo zerna ozimoj pszenicy. Tr. Charkov. s.ch. in-ta, 90(127), 1970.
36. Jegorov A. W.: Vnekornevoe pitanie rastenij fosforom. Izvestija Timirjaz. selchoz. Akad. nr 3, 1957.
37. Jermakov A. J., Siczkari J. M., Aizina M. J.: Primenenie mineralnyh veszczestv dla vnekornevoego pitania nekotoryh zernovyh, maslicznyh i ovszcznyh kultur. Vnek. podkormka selskochozajstv. rast. Moskva, 1955.
38. Jörisse A.: Die Blattdüngung als Ergänzung. Deutsche Landwirtsch. Presse. 12.
39. Isamuchamedov T. A.: Primenenije složno-židkich udobrenij dla vnekornevyh podkormok chlopczatnika i dr. rast. Taszkent, 1969.
40. Ivannikov W. T.: Vnekornevaja podkormka pszenicy. Trudy Biełoruskoj Selskochozajstv. Akad. t. XXVII, vyp. II.
41. Ivanikov W. I.: Vnekornevaja aviopodkormka pszenicy. Vnek. podk. selskochozajstv. rast. Moskva 1955.
42. Kaindl K.: Izuczenie pogloszczenija povierchnostju listiev monofosfata kalija meczennego P<sup>32</sup> (tłumaczenie rosyjskie) Bodenkultur, 7, nr 4.
43. Kalinowska-Zdun M.: Nawożenie dolistne i nawadnianie tytoniu. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, z. 10, 1970.
44. Karajerov P. O., Ivannikov V. F.: Opyt vnekornevoj podkormki zernovyh kultur v chozajstvennyh uslovijach. Vnekornevaja podkormka selskochozajstv. rast. Moskva 1955.
45. Karajerov P. G.: Effektivnost primenenija vnekornevyh podkormok zernovyh kultur v chozajstvennyh uslovijach. Vnekornevaja podkormka selskochozajstvennyh rastenij. Moskva 1955.

46. Karaseva E. F.: Rol' vnekornevoj kalijnoj podkormki v zaszcite pszenicy ot buroj rzavcziny. Tr. Vses. Inst. Zaszcz. Rast., t. 13, 1958.
47. Kirienko J. M., Lebedev S. I.: Dejstvie vnekornevoj podkormki mineralnymi elementami na fotosinteticzeskiju produktivnost' rastenij sacharnoj svekly. V sb. Mineralnyje elementy i mehanizm fotosinteza. Kiszinev 1970.
48. Kolev V. M.: Vjerchy niakoi uprosi na azotnija metabolizm pri izojnkorenovato chranene na mladi careviczni rastenija s karbamid. Nauczni tr. vissz. sel'sko-stop. in-t „G. Dimitrov. Agron. fak. Ser rastenevjdstvo”, 18, 1966.
49. Kononowicz A. J.: Vlijanie vnekornevych podkormok borom i molibdenom na razvitie, urožaj i kaczestva zerna soji. V sb. „Probl. s. ch. Priamurija”, T. 2, Blagoveszczeńsk 1969.
50. Kovalik A. J.: Vlijanie nekotorych podkormok i sočzetanija ich s obrobotkoj rastenij stimulatorami rosta na urožaj i fiziologo-biochemiczeskije processy u tomatov. Tr. Charkovskogo s. ch. in-ta, 78(115), 1969.
51. Krause O.: Winterliches Stallmistkopfdüfung zu Futterroggen, ihr Einfluss auf einige Faktoren der Bodenfruchtbarkeit einschliesslich Ertrag der folge Futterroggen Mais Tagungsber. Dtsch. Akad. Landwirtschaftswiss, Berlin, nr 95, 1967.
52. Krzysch G.: Blattdüngung mit Mineralsalzen. (Eine Literaturübersicht). Z. Pflanzenernähr. Düng., Bodenkunde 80, 1958.
53. Krzysch G.: Die Wirkungen verschiedener N-, P-und K-Verbindungen bei Anwendung als Blattdüngemittel. Z. Pflanzenernähr Düng., Bodenkunde 83, 1958.
54. Krzysch G.: Der Einfluss steigender Salskonzentrationen unde der Spritztermine auf den Erfolg einer Blattdüngung. Z. Pflanzenernähr, Düng, Bodenkunde, 83, 1958.
55. Kwizina N.: Nektoryje pitanije persikovogo dereva mikroelementami (B. Mn). Tr. Borijsk. gos. ped. in-t, 12, 1968.
56. Lakalina O. J.: Vnekornevaja podkormka ozimoj pszenicy azotom v raznych formach i vlijanie jejo na kaczestvo zerna. Vestn. Mosk. un-ta, Biol. Poczvoved. nr 13, 1969.
57. Lindner R. C., Luce W. A.: Proc. Wash. State Hort. Assoc., 40, 1944.
58. Linser H.: Handbuch der Pflanzenernährung und Düngung. Düsseldorf, 1970.
59. Lipskaja G. A.: Vlijanie molibdena na anatomiczeskiju strukturu listjev sacharnoj svekly. V sb. Botanika, Issled. Mińsk, Nauka i Technika, vyp. 12, 1970.
60. Lüdders P., Bünnemann G.: Die Wirkung des Zeitpunktes von Harnstoffspritzungen auf Apfelbaume. IV Generatives Wachstum. Z. Pflanzenernähr und Bodenk, 125, nr 2, 1970.
61. Lysenko V. F.: Vlijanie nekornevoj podkormki azotom na urožaj i frakcionnyj sostav belkov zerna goroča. Agrochimija, nr 3, 1970.
62. Mackov F. F.: Vnekornevoje pitanije rastenij. Kijev 1957.
63. Maslov J. V., Lapszyna A. N., Popova A. V.: O vnekornevoj podkormke rastenij. Zemledelje, 5, 1956.
64. Martynova M. F.: Vlijanie intensivnosti sveta i vnekornevoego mineralnogo pitaniija na semennuju produktivnost' lucerny. Zap. Leningr. s.ch. in-ta, 128, nr 1, 1968.

65. Mathur B. S., Bhatnagar P. S., Singh S.: Foliar and soil application of nitrogen to wheat. „Trop. Agric.“, 46, nr 3, 1969.
66. Mineev V. G.: Vlijanie nekornevoj podkormki ozimoj pszenicy moczevinoj na aminokislotnyj sostav belkov i nakoplenie svobodnyh aminokislot v zerne. Zap. Voronežsk. s.ch. in-ta, 10, 1969.
67. Morgackij E. E.: Vnekrnevaja podkormka ozimoj pszenicy. Zemledelje, 6, 1955.
68. Movsisian E. M., Gabrelian N. A.: Vlijanie nekornevoj podkormki sacharnoj svekly mikroelementami na usvojenje azota i urožaj kornej. Agrochimija, nr 4, 1970.
69. Neururer H.: Blattdüngung und Unkrautbekämpfung in einen Arbeitsgang. Pflanzenarzt, 4, 1959.
70. Nikolov B., Popova N.: Rezultati ot listno torene na fasul s molibden i mangan. Godisznik Sofijsk., un-ta Biol. fak. 62, nr 2, 1969.
71. Nulund E. M., Telh S. J.: Izuczenie rastenij i poczvy s ispolzovanjem radiaktivnogo marganca. (Tłumaczenie ros.) Soil Sci, 77, nr 2, 1954.
72. Muritdzinov A., Isamuchamedov T.: Vlijanie vnekornevoj podkormki složnym židkim udobreniem (SUM-5-Ž) sovmeszczennym s mikroelementami, na fiziologičeskije processy chlopczatnika. V sb. Fiziologija i morfogenez chlopczatnika i drugih rastenij. Taszkent, 1969.
73. Ostrovskij L. L.: Soczetanie chimičeskoj pincirovki s vnekornevoj podkormki. Sacharnaja svekla, nr 6, 1968.
74. Peng C.: Opyt po vnekornevomu pitaniju rastenij superfosfatom (Tłumaczenie ros.) Acta agr. sinica, 3, 1952.
75. Polakova G. D., Gluchovski A. B.: Osobennosti nakoplenija azotistych veszczestv pri nekornevoj podkormke ozimoj pszenicy. Agrochimija, nr 1, 1970.
76. Ponomarev V. F.: Vlijanie vnekornevych podkormok na zimostojkost, urožaj i kaczestvo vinograda. V sb. Vinogradstvo, Kijev, Urožaj, Vyp. 4, 1967.
77. Povolny M.: Sledovani usinnosti ekstrakta z morskich ras na vynos a trzni jakost okurek nakladacek. Rostl. Vyroba, 14, nr 8, 1968.
78. Rejman M.: Dolistne dokarmianie rošlin azotem i fosforem. Praca magisterska, SGGW, 1958.
79. Rincu J.: Variatia intensitatii respieratiei in frunzele de kartofi sub influenta nutritiei suplimentare extradicalare. Bul. stiint. Univ. Craiova, 10, 1968.
80. Rybalko K. E.: Vlijanie vnekornevych podkormok na vydritelnye funkcii kornej goroča. Tr. Charkovsk. s-ch i-ta, 90 (127), 1970.
81. Ruško O. O.: Vpliv molibdena, chromu i cinku na vmist bilkovogo ta nebilkovogo azota u vinogradu. Ukr. botaniczeskij ž, 25, nr 1, 1968.
82. Semin A. S.: Rannie i preduborocznye vnekornevyje podkormki kukuruzy azotom v uslovijach Belgorodskoj oblasti.
83. Semin A. S.: Vlijanie rannich i preduborocznych vnekornevych podkormok azotom na veličinu i kaczestvo urožaja kukuruzy. Tr. Charkovsk. s-ch i-ta, 90 (127), 1970.
84. Sergeev A. M.: Vlijanie vnekornevoj podkormki moczevinoj na chimičeskij sostav kukuruzy. Tr. Uljanovskogo s-ch. in-ta, 15, nr 1, 1969.
85. Sergeev A. M.: Vnekrnevaja podkormka kukuruzy različnymi dozami moczeviny. Tr. Uljanovskogo s-ch. in-ta, 15, nr 1, 1969.
86. Sezenov A. V.: Uskorennoje sozrevanie klubnej kartofela pri chimičeskoj obrabotke botvy. S.Ch. biologia, nr 6, 1969.

87. Sirotin A., Sirotina L.: Izmenienie v uglevodnom obmene prosa pri nekornevoj podkormke smesiami i stimulatorami. Dokład meżvuzovskich naučno-teor. konferencji aspirantov, Rostov n/D, 1969.
88. Timczenko V. J.: Effektivnost' podkormki ozimój pszenicy moczevinoj. Naucz. zap. Belocerkovsk s-ch in-ta, 15, nr 2, 1969.
89. Tivari R.: Studies on the effects of foliar application of urea on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). Indian J. Hortic., 24, nr 3—4, 1967.
90. Tognoni F., Alpi A., Sillapu B.: Risultati preliminari sulla concimazione fogliare della fragola. Frutticoltura, 30, nr 11—12, 1968.
91. Topczinskaja V. M.: Vlijanie pozdnych vnekornevych podkormok na so-derżanie belka v rastenijach kukuruzy. Chimija v s-ch. 7, nr 11, 1969.
92. Trzecki St., Strasburger M.: Wstępne badania nad wpływem dolistnego dokarmiania roztworami mikroelementów na plon, skrobiowość i wartość konsumpcyjną ziemniaków odmiany „Dar”, Roczniki Nauk Rolniczych, T. 84-A-2, 1961.
93. Trzecki St.: Wpływ późnego dolistnego dokarmiania roztworami nawozów mineralnych na wysokość i jakość plonów buraka cukrowego. Roczniki Nauk Rolniczych, T. 86-A-1, 1962.
94. Trzecki St.: Porównanie różnych sposobów i terminów nawożenia pogłównego (zwykłego i dolistnego) nawozami mineralnymi jęczmienia jarego i pszenicy ozimej. Roczniki Nauk Rolniczych, T. 87-A-1, 1962.
95. Uhl H.: Nährstoffgaben über die Blätter unserer Reuben, eine sinnvolle Ergänzung der Bodendüngung. Der Deutsche Wierbau. H. 18, 1969.
96. Urnov J. S.: Vlijanie nekotorych elementov mineralnogo pitaniya na viltoustojczivost chlopczatnika. V sb. Vilt chlopczatnika i bor'ba s nim. M. Kolos, 1967.
97. Whitenberger R. T., Nutting G. C.: Observations of sloughing of potatoes. Food Res. 15, 1950.
98. Vlasiuk P. A., Bachmietieva N. D.: Effektivnost' pozakorniovego pidżyvlenia kartofli mikroudobbreniami. Naukovi Zapiski (Kijevski Institut im. T. T. Szevczenko). T. 1, 13, 1955.
99. Venturi G.: Effetti di nitrature invernali e irrorazioni tardive con urea su grani duri. Sementi Elette, 15, nr 6, 1969.
100. Viktorov D. P., Molisova D. M.: Effektivnost' vnekornevoj obrabotki jabłoń mikroelementami i regulatorami rosta. „Nuaczn. doklady vyssh. školy Biol.”, nr 2, 1969.
101. Volk R.: Faktory vlijajuszczije na pogloszczenie moczeviny listiami tabaka. (tłum. ros.) Sail. Sci. Amer. Proc. 18, 3, 1954.
102. Zbiorowa: Aglukon Information. Düsseldorf, 1970.
103. Zbiorowa: Vnekornevoje pitaniye rastenij pod red. E. J. Szkonde. Izdatelstvo inostrannoj literatury, Moskva, 1956.