

STANISŁAW BAWOLSKI

Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa — Puławy

WSTĘPNE BADANIA NAD ROZWOJEM SYSTEMU KORZENIOWEGO I WARTOŚCIĄ RESZTEK POŻNIWNYCH WIELOLETNICH ROŚLIN MOTYŁKOWYCH

*Niektóre metody badań systemu korzeniowego roślin uprawnych
w warunkach polowych*

Rola i znaczenie systemu korzeniowego w życiu rośliny już stosunkowo dawno była znana naukom przyrodniczym (przynajmniej w ogólnych zarysach). Początkowo systemem korzeniowym roślin zajmowali się przede wszystkim botanicy i ekolodzy (8) oraz w mniejszym stopniu fizjologicy i gleboznawcy. Badania ich dotyczyły głównie morfologicznej i fizjologicznej strony systemu korzeniowego. Tak na przykład do badań tego typu należy zaliczyć długoletnie prace (37 lat) słynnego ekologa amerykańskiego prof. J. E. Weavera (8) i liczne prace jego współpracowników. Na podstawie badań systemu korzeniowego wyjaśnili oni na przykład przyczyny degeneracji prerii amerykańskich i opracowali sposób ich regeneracji.

Na ogół do niedawna zbyt mało uwagi poświęcono zagadnieniu badań rozwoju systemu korzeniowego roślin uprawnych. Wydaje się, że poważną przyczyną takiego stanu były trudności metodyczne oraz małe zainteresowanie rolników tym zagadnieniem.

W związku z aktualnym obecnie w wielu krajach problemem szybkiego podnoszenia żyzności gleb lekkich i propagowaniem systemu trawopolnego (16), znaczenie badań nad rozwojem systemu korzeniowego roślin uprawnych znacznie wzrosło.

Dzisiaj już powszechnie jest wiadomo, że żyzności gleb (szczególnie lekkich) nie można podnieść wyłącznie nawożeniem mineralnym, gdyż konieczne jest również nawożenie organiczne. Nawożenie organiczne w poważnym stopniu może być zastąpione przez wprowadzanie do uprawy odpowiednich gatunków roślin, pozostawiających w glebie (w postaci resztek pożniwnych) dużo materii organicznej i składników mineralnych.

O wzroście zainteresowania rolników systemem korzeniowym roślin uprawnych świadczy fakt, że na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat w wielu krajach, jak Niemcy (5, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 20, 21), ZSRR (16), Czechosłowacja (14, 15, 23, 24, 25), Bułgaria (19) i Polska (1, 2, 3, 4, 18, 22), prowadzone są liczne i intensywne prace w tym zakresie. Obiektem więk-

szości prowadzonych badań są rośliny pastewne — motylkowe i trawy oraz ich mieszanki. Dotychczasowe wyniki i obserwacje wykazały, że rośliny te pozostawiają w glebie stosunkowo dużo masy korzeniowej i składników mineralnych.

Podobnie jak wiele innych doświadczeń, badania nad systemem korzeniowym prowadzone są w warunkach naturalnych (polowych) i sztucznych (w wazonach, lizymetrach, korzeniówkach itp.). W warunkach polowych badana jest przede wszystkim ilość masy korzeniowej na różnym poziomie oraz jej wpływ na żyzność i strukturę gleby. Natomiast w warunkach sztucznych głównie badany jest wpływ różnych czynników na rozwój systemu korzeniowego.

W całokształcie dotychczas prowadzonych badań można by wyróżnić kilka zagadnień, które rozpatrywane są pojedynczo lub kompleksowo.

W okresie ostatnich kilkunastu lat szczególnie dużą uwagę zwrócono na dwa zagadnienia, a mianowicie: badanie wpływu czynników agrotechnicznych (np. termin i gęstość siewu oraz sposób użytkowania) na przebieg wzrostu masy nadziemnej i korzeniowej oraz wartość nawozową resztek poźniwnych. Pierwszym zagadnieniem zajmowali się głównie Niemcy: Klapp, Schulze, Hiepmo (7), Kmoch, Halfman, Sievers (9), Köne-kamp, Zimmer (13), a u nas Szembek (22). Natomiast prace nad wartością resztek poźniwnych prowadzone są w wielu krajach. Spośród autorów niemieckich należy tu wymienić przede wszystkim Köhnelina i Vettera (10), którzy opracowali obszerny podręcznik obejmujący wartość resztek poźniwnych niemal wszystkich uprawnych gatunków roślin. W Bułgarii dość szeroko zakrojone badania nad systemem korzeniowym i wartością resztek poźniwnych wieloletnich roślin pastewnych prowadzone są pod kierunkiem Pavlova i Nikolova (19), w Czechosłowacji przez Najmra i Tjaglo (14, 23).

W Polsce inicjatorem badań nad wartością resztek poźniwnych roślin motylkowych był profesor L. Kaznowski. Już w roku 1950—1951 (kiedy nie było jeszcze prawie żadnej literatury dotyczącej tego zagadnienia, A. Bogutowa i M. Gajewska (4) pod kierunkiem profesora L. Kaznowskiego wykonywały w Puławach prace magisterskie na ten temat. W latach następnych zagadnieniem resztek poźniwnych roślin motylkowych zajmowali się: Batalin i Byczkowski (13), Boguszewski (2) oraz Pawłowski i Malicki (18). Wszystkie wyniki dotychczasowych badań zgodnie wskazują wysoką wartość nawozową resztek poźniwnych roślin motylkowych i poważny wpływ czynników agrotechnicznych na rozwój systemu korzeniowego.

Jak już na początku wspominałem, główną przyczyną powolnego rozwoju dotychczasowych badań nad systemem korzeniowym roślin były trudności metodyczne. Najtrudniejszą czynnością metodyczną w warun-

kach polowych jest pobieranie próbki z gleby i wypłukanie z niej korzeni. Przy badaniach prowadzonych w warunkach sztucznych, trudności te są znacznie mniejsze, ponieważ odpada tu czynność pobierania próbki.

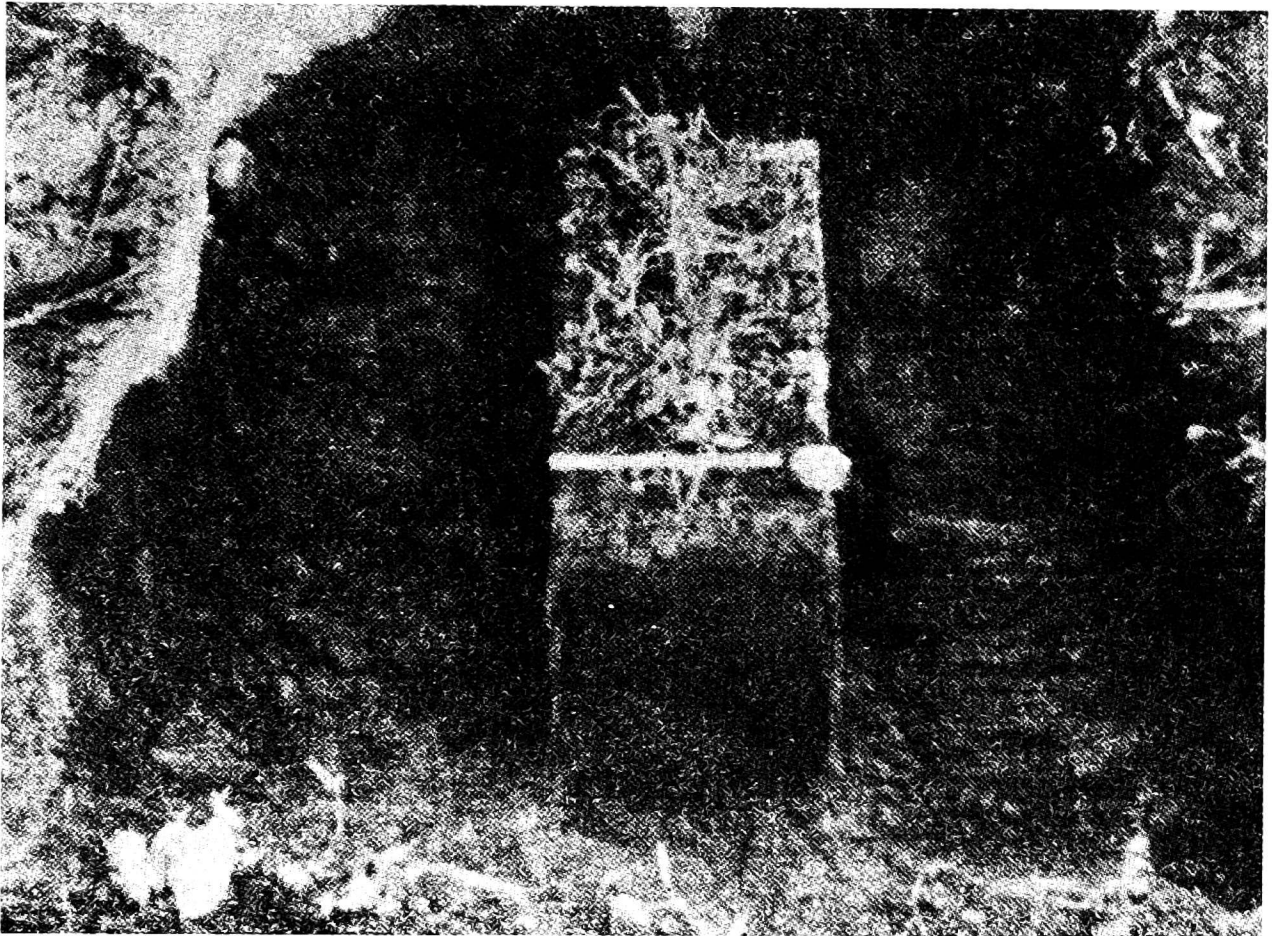
Dla zmniejszenia trudności metodycznych, na przestrzeni stosunkowo krótkiej historii badań systemu korzeniowego, opracowano kilka metod pobierania próbek i wypłukiwania z nich korzeni. Wszystkie dotychczasowe metody pobierania próbek korzeni polegają na pobieraniu monolitów glebowych o różnych wymiarach, przy pomocy różnego rodzaju skrzyń drewnianych i metalowych oraz specjalnych świdrów glebowych.

Do jednej z najstarszych metod należy metoda Spirhanzla (15), stosowana w Czechosłowacji od 1931 r. Polega ona na obkopywaniu olbrzymich monolitów glebowych o wymiarach $100 \times 50 \times 150$ cm, które po oszalowaniu deskami wyciągano z dołu koźmi. Pobieranie takiego monolitu i wymywanie z niego korzeni było bardzo uciążliwe i pracochłonne.

W roku 1950, po wznowieniu w Czechosłowacji badań nad systemem korzeniowym roślin uprawnych, stara metoda Spirhanzla została znacznie uproszczona i zmodyfikowana przez Najmra i Tjagło (15, 24, 25). Olbrzymie monolity glebowe zmniejszono do wymiarów $40 \times 40 \times 60$ — 100 cm i wyjmowano je w specjalnych skrzyniach drewnianych. Stary sposób wymywania korzeni zastąpiono aparaturą opartą na zestawie kilku sit płuczających o różnych wymiarach oczek. Pomijam tu opis obu wymienionych metod, ponieważ dość szczegółowo przedstawił je E. Pasela (17).

Ulepszona metoda pobierania i wymywania systemu korzeniowego według Najmra i Tjagło okazała się nie wystarczająca dla uczonych niemieckich. Uważali oni, że wymiary monolitów glebowych są mimo wszystko za duże, a aparatura płuczająca zbyt skomplikowana. Wobec tego zaczęli stosować jeszcze mniejsze wymiary monolitów glebowych (zwiększając jednocześnie ilość powtórzeń), jak również próbowali uprościć sposób wymywania korzeni. Tak na przykład Köhnlein i Vetter (10) w obszernych badaniach nad wartością resztek późniwnych roślin uprawnych stosowali, w zależności od gatunku rośliny i rozstawy rzędów, różne wymiary monolitów glebowych. Wymiary powierzchni monolitów wynosiły 30 — 60×15 — 50 cm, natomiast normalna głębokość 22,5 cm. Obkopywany monolit (rys. 1) podcinano stalową blachą (o jednym boku wyostrowanym), a następnie wkładano do odpowiednich skrzynek o wymiarach $60 \times 42 \times 15$ cm (rys. 2). Dno skrzynki stanowiła siatka druciana o wymiarach oczek 6 mm. Monolit przekraczający wymiary skrzynki krojono blachą na części i wkładano do kilku skrzynek. W ten sposób przygotowane próbki poddawano płukaniu.

Dość skomplikowaną aparaturę płuczającą Najmra i Tjagło, Köhnlein i Vetter zastąpili znacznie prostszym sposobem. Próbki pobrane do skrzynek moczo w wodzie przez kilkanaście godzin. Skrzynkę z namoczoną



Rys. 1. Obkopany monolit glebowy według Köhnleina i Vettera (10)



Rys. 2. Wkładanie monolitu glebowego do skrzynki według Köhnleina i Vettera (10)

próbką ustawiano pod gęstym sitem (o wymiarach oczek 1,5 mm) zanurzoną do połowy w wannie z wodą, a następnie dość silnym strumieniem wody wmywano z niej glebę (rys. 3). Po wypłukaniu korzenie grubsze ze skrzynki i drobne z sita gęstego wybierano do miednicy z wodą, gdzie oddzielano korzenie chwastów i usuwano wszelkie zanieczyszczenia. Knoch, Halfman i Sievers (9) w badaniach swoich do pobierania monolitów glebowych zastosowali skrzynki metalowe o wymiarach $10 \times 10 \times 55$ cm, które wbijano do ziemi, a następnie wykopywano wraz z monolitem glebowym. Sposób ten okazał się szybki, mniej pracochłonny i wygodny przy pobieraniu próbek z gleby lekkiej (piaszczystej).



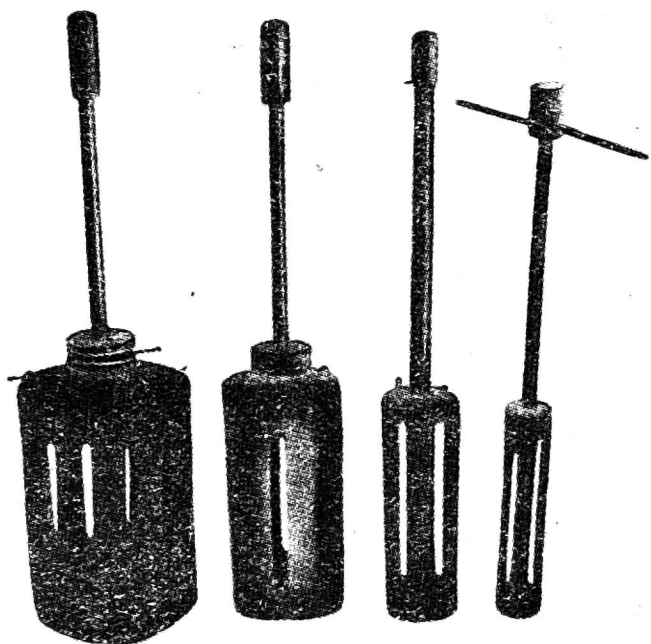
Rys. 3. Płukanie korzeni według Köhneina i Vettera

Na uwagę zasługuje jeszcze sposób pobierania próbek korzeni roślin stosowany ostatnio przez Simona i Eicha (21). Polega on na pobieraniu monolitów glebowych (o kształcie walca) przy pomocy świdra strukturalnego Albrechta (rys. 4). Świder ten ma różne wymiary średnicy (od 8 do 30 cm), dlatego też pozwala na pobieranie monolitów różnej wielkości i na różnym poziomie głębokości gleby. Próbki korzeni z głębszych warstw gleby pobiera się przez wbijanie świdra o mniejszej średnicy do otworu po wyjętym monolicie o większej średnicy. Metoda ta jest dość szybka i mniej pracochłonna, jednak wymaga większej liczby powtórzeń (8—10). Poza tym pozwala ona na pobieranie próbek korzeni również na glebach

luźniejszych (lekkich) oraz pozostawia na poletkach mniejszy stan zniszczenia (rys. 5) niż wszystkie poprzednie metody monolitów obkopywanych.

Doświadczenia porównawcze przeprowadzone przez Simona i Eicha (21) wykazały, że dokładność tej metody jest nie mniejsza niż stosowanej przez Köhnleina i Vettera.

W przeprowadzonych dotychczas doświadczeniach krajowych (1, 2, 3, 4, 17) nie stosowano żadnej z wyżej omówionych metod, tylko pobierano z warstwy ornej (do 30 cm) próbki gleby o określonej powierzchni (najczęściej 1 m²). Z próbek tych na zwykłych sitach do czyszczenia nasion ręcznie wmywano resztki późniwne roślin motylkowych.



Rys. 4. Świdre strukturalne Albrechta o średnicy 30, 20, 12 i 8 cm według Simona i Eicha (20)



Rys. 5. Monolit glebowy pobrany świdrem Albrechta o średnicy 30 cm. Według Simona i Eicha

Badania własne

a. Metodyka badań

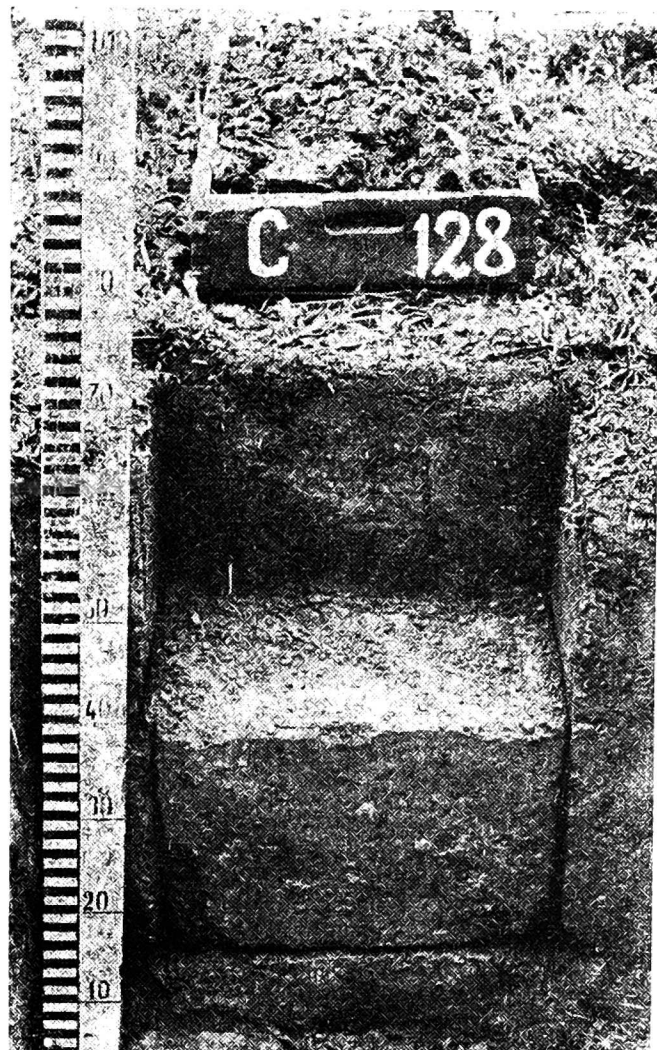
W latach 1957—1958 przeprowadzono w Puławach na „Kępie” wstępne badania dotyczące rozwoju systemu korzeniowego i wartości resztek późniwnych po drugim i trzecim roku wegetacji siedmiu gatunków wieloletnich roślin motylkowych. Badania przeprowadzono w doświadczeniu

porównawczym, z którego wyniki dotyczące rozwoju roślin i plonów zielonej masy podane są w „Pamiętniku Puławskim” (6).

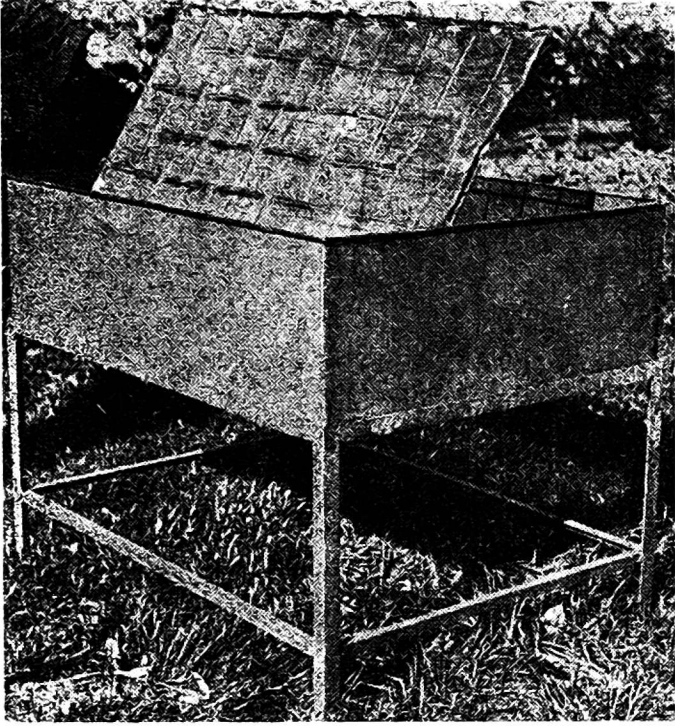
W końcu drugiego roku wegetacji (wrzesień 1957) na każdym poletku doświadczenia porównawczego wydzielono mikropoletka 5 m² i z nich pobierano próbki korzeni. Zastosowany w naszych badaniach sposób pobierania próbek i wymywania z nich korzeni różni się znacznie od wyżej omówionych metod. Próbki pobierano w czterech powtórzeniach z powierzchni 1000 cm² — 25 × 40 cm oraz z dwóch poziomów głębokości (0—25 i 25—50 cm).

Ponieważ w badaniach chodziło nam głównie o określenie masy korzeniowej w danej objętości gleby (w odróżnieniu od metod dotychczasowych), monolit glebowy wyjmowano nie w całości, ale w postaci rozdrobionej. Na odkrytej ścianie profilu glebowego wyznaczono nożem wymiary monolitu, a następnie ostrą łopatą pobierano do skrzynek próbki korzeni z glebą określonej objętości. Przygotowanie profilu glebowego oraz pobieranie korzeni i resztek nadziemnych (ścierni) przedstawia rys. 6.

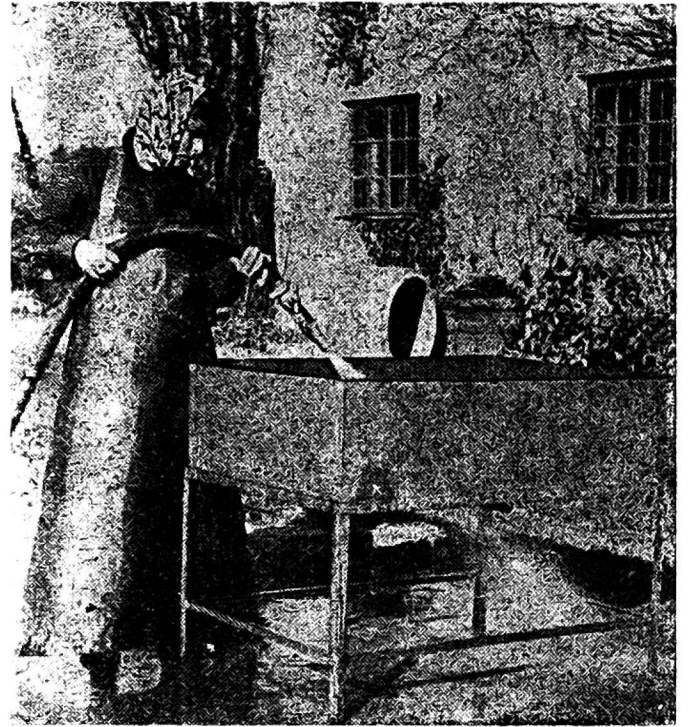
Próbne płukanie korzeni przeprowadzono w sposób zbliżony do metody Köhnleina i Vettera (10) oparty na zestawie dwóch sit, których wymiary oczek wynosiły 5 i 1 mm. Sposób ten nie okazał się zbyt dobry, ponieważ płukanie trwało dość długo, a straty drobnych korzeni były stosunkowo duże. Strumień wody nabijał w siatkę (5 mm) sita górnego drobne korzenie, których usuwanie było uciążliwe, a straty przy tym nieuniknione. Natomiast w gęstym sicie dolnym woda z glebą odpływała bardzo powoli. Wobec powyższych trudności skonstruowano specjalną płuczkę metalową, która przedstawiona jest na rys. 7. Składa się ona z trzech części: podstawy, obudowy i dna płuczki. Dość mocna podstawa wykonana jest z kątownika, natomiast ruchoma obudowa z blachy grubości 2 mm. Dno płuczki jest również ruchome i składa się z kraty wykonanej z grubego drutu (6 mm), na którą naciągnięta jest siatka miedziana (nierdzewna) o wymia-



Rys. 6. Pobieranie próbki korzeni na różnym poziomie głębokości gleby (0—25 i 25—50 cm) (org.)



Rys. 7. Piuczka do wymywania korzeni roślin z gleby (org.)



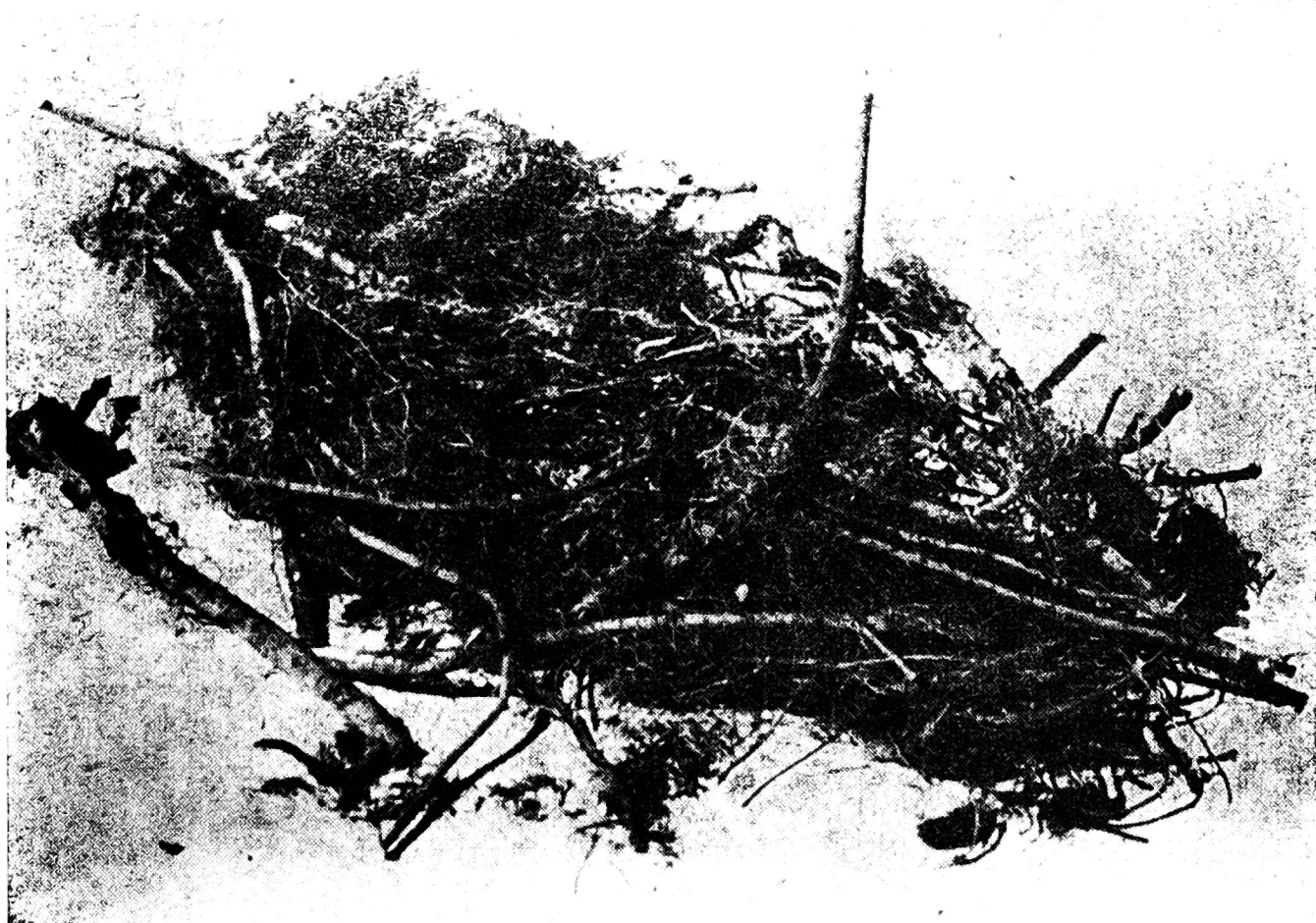
Rys. 8. Piukanie korzeni roślin z gleby (org.)



Rys. 9. Korzenie koniczyny czerwonej z ornej warstwy gleby (25 cm) po trzecim roku wegetacji (org.)

rach oczek 0,8 mm. Siatka miedziana, która stosunkowo najszybciej ulega zniszczeniu, może być z łatwością wymieniana.

Pobraną próbkę gleby wysypuje się ze skrzynki do płuczki, a następnie silnym strumieniem wody wypłukuje z niej korzenie roślin (rys. 8). Po 15—20 minutach próbka korzeni jest całkowicie wypłukana z gleby. Wypłukaną próbkę korzeni wybieramy z kolei do miednicy z wodą, gdzie przy pomocy małych, gęstych sit metalowych oddzielane są z niej korzenie chwastów oraz zanieczyszczenia mineralne i organiczne. Po całkowitym doczyszczeniu próbki korzeni rozkładano w szklarni na papier dla powietrznego dosuszenia. Oczyszczone i wysuszone próbki korzeni koniczyny czerwonej i lucerny mieszańcowej (z wierzchniej warstwy gleby) przedstawia rys. 9 i 10.



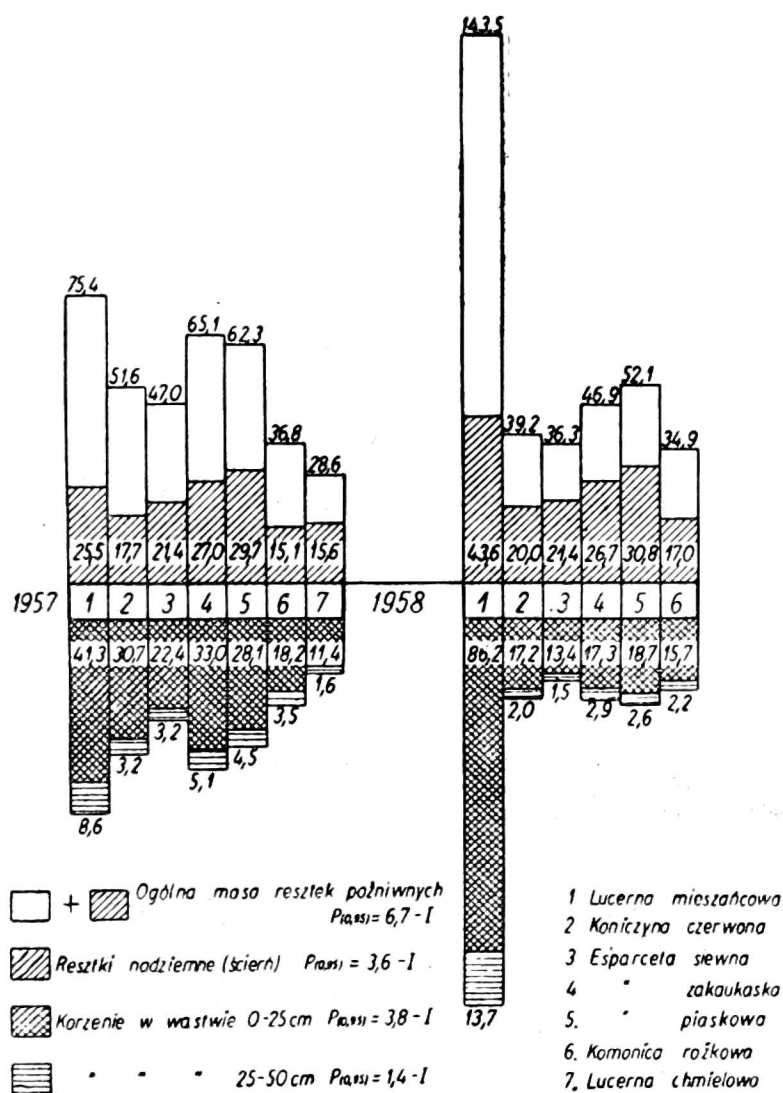
Rys. 10. Korzenie lucerny mieszańcowej z ornej warstwy gleby (25 cm) po trzecim roku wegetacji (org.)

Zastosowana w naszych badaniach metoda pobierania próbek i wmywania korzeni wieloletnich roślin motylkowych okazała się znacznie szybsza i prostsza oraz mniej pracochłonna niż stosowana przez Köhnleina i Vettera (10), natomiast dokładność jej z pewnością nie jest mniejsza.

Analizy chemiczne na zawartość składników mineralnych w resztkach późniwnych zostały wykonane w Laboratorium Biochemicznym w Puławach przez mgr Halinę Blaim i Marię Raczyńską, którym za okazaną pomoc pragnę złożyć serdeczne podziękowanie.

b. Omówienie wyników

Wyniki dotyczące rozwoju systemu korzeniowego i ilości resztek poźniwnych u badanych gatunków wieloletnich roślin motylkowych przedstawia rys. 11.



Rys. 11. Powietrznie sucha masa resztek poźniwnych wieloletnich roślin motylkowych w końcu drugiego i trzeciego roku wegetacji (1957 i 1958) w q/ha

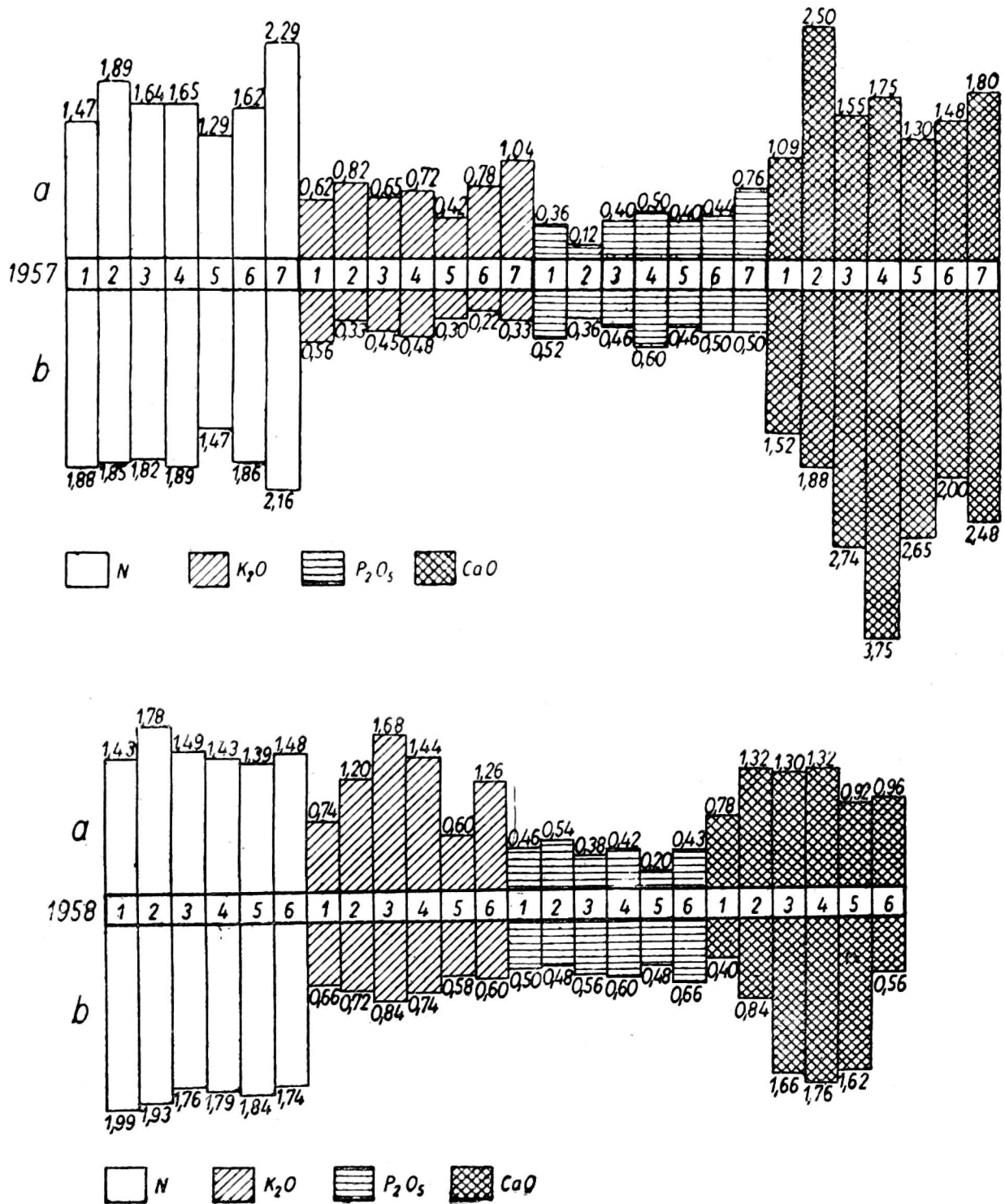
Z danych na tym rysunku wynika, że niezależnie od wieku wszystkie gatunki roślin posiadały silnie rozwinięty system korzeniowy przede wszystkim w warstwie ornej gleby. Natomiast w głębszej warstwie rozwój korzeni był znacznie słabszy. Zarówno po drugim, jak i po trzecim roku wegetacji powietrznie sucha masa korzeni z ornej warstwy gleby (0—25 cm) była kilkakrotnie wyższa niż w warstwie głębszej (25—50 cm), z której uzyskano zaledwie 10, 42 — 20, 82% korzeni w porównaniu do warstwy ornej. Poza tym otrzymane wyniki wskazują również, że w trzecim roku wegetacji niemal u wszystkich badanych gatunków roślin motylkowych (z wyjątkiem lucerny mieszańcowej) rozwój systemu korzeniowego był wyraźnie zahamowany. Fakt ten niewątpliwie wiąże się z trwałością poszczególnych gatunków wieloletnich roślin motylkowych. Lucerna mieszańcowa jest na ogół bardziej trwała i w warunkach normalnych swoje maksimum rozwoju osiąga dopiero w trzecim roku wegetacji. Pozostałe gatunki maksimum to osiągają znacznie wcześniej (prze-

ważnie w drugim roku życia), stąd też w trzecim roku wegetacji rozwój ich i plonowanie wyraźnie spada. Porównując rozwój systemu korzeniowego u poszczególnych gatunków roślin należy stwierdzić, że po drugim roku wegetacji (1957) był on najsilniej rozwinięty u lucery mieszańcowej, a nieco mniej u esparcety zakaukaskiej, piaskowej i koniczyny czerwonej, na trzecim miejscu znajdowały się esparceta siewna i komonica różkowa, zaś na ostatnim lucerna chmielowa, która po drugim roku wypadła już z doświadczenia. W trzecim roku wegetacji (1958) masa korzeniowa lucerny mieszańcowej wzrosła dwukrotnie. U pozostałych gatunków zanotowano poważny spadek masy korzeniowej, przy czym istotne różnice międzygatunkowe z roku poprzedniego wyraźnie zmniejszyły się nie przekraczając granicy przedziału ufności.

Ogólna masa resztek poźniwnych (przedstawiona na rys. 11) pochodzi z ilości resztek nadziemnych i masy korzeniowej z warstwy gleby 0—50 cm. Przy określaniu ilości resztek poźniwnych (szczególnie nadziemnych) bardzo ważnym momentem jest przestrzeganie terminu pobierania próbek, a to ze względu na szybki rozkład resztek. Niewłaściwy termin pobierania próbek obciąża wyniki poważnym błędem metodycznym. Przy określaniu i porównywaniu masy resztek poźniwnych próbki powinny być pobierane bezpośrednio po zbiorze masy nadziemnej. Ponieważ w naszych badaniach w 1957 r. termin pobierania próbek u lucerny mieszańcowej i koniczyny czerwonej był trochę spóźniony, wyniki z tego roku obciążone są większym błędem i należy je traktować jako orientacyjne.

Wyniki przedstawione na rys. 11 wskazują, że po drugim roku wegetacji masa resztek nadziemnych wieloletnich roślin motylkowych dorównywała masie korzeni w ornej warstwie gleby (0—25). Po trzecim roku wegetacji (1958) masa resztek nadziemnych (poza lucerną mieszańcową) utrzymywała się mniej więcej na tym samym poziomie, natomiast stosunek jej do masy korzeni w warstwie ornej uległ wyraźnej zmianie na korzyść resztek nadziemnych. W końcowym efekcie ogólna masa resztek poźniwnych po drugim roku wegetacji wahała się w granicach 28,6—75,4 q/ha, przy czym najwyższe plony resztek dały: lucerna mieszańcowa oraz esparceta zakaukaska i piaskowa, a najniższe lucerna chmielowa i komonica różkowa. Po trzecim roku ogólna masa resztek poźniwnych lucerny mieszańcowej wzrosła do 143,5 q/ha, zaś u pozostałych gatunków była znacznie niższa w porównaniu do roku poprzedniego i wahała się w granicach 34,9—52,1 q/ha.

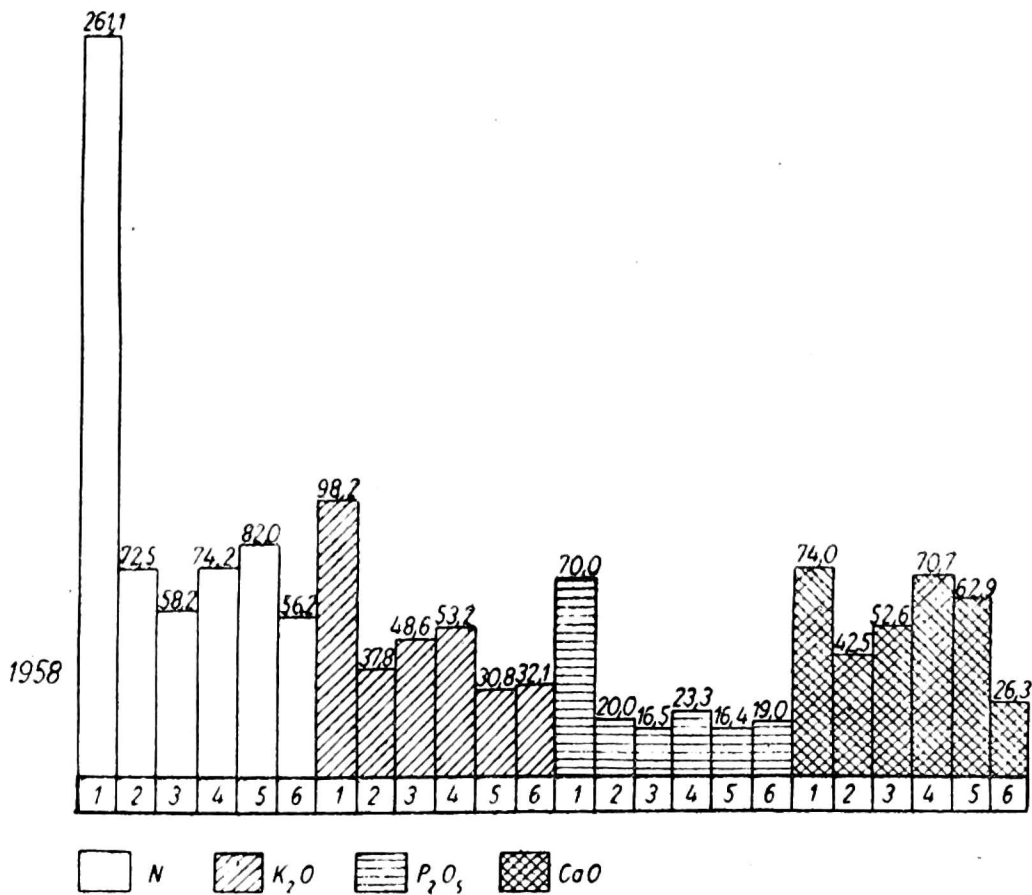
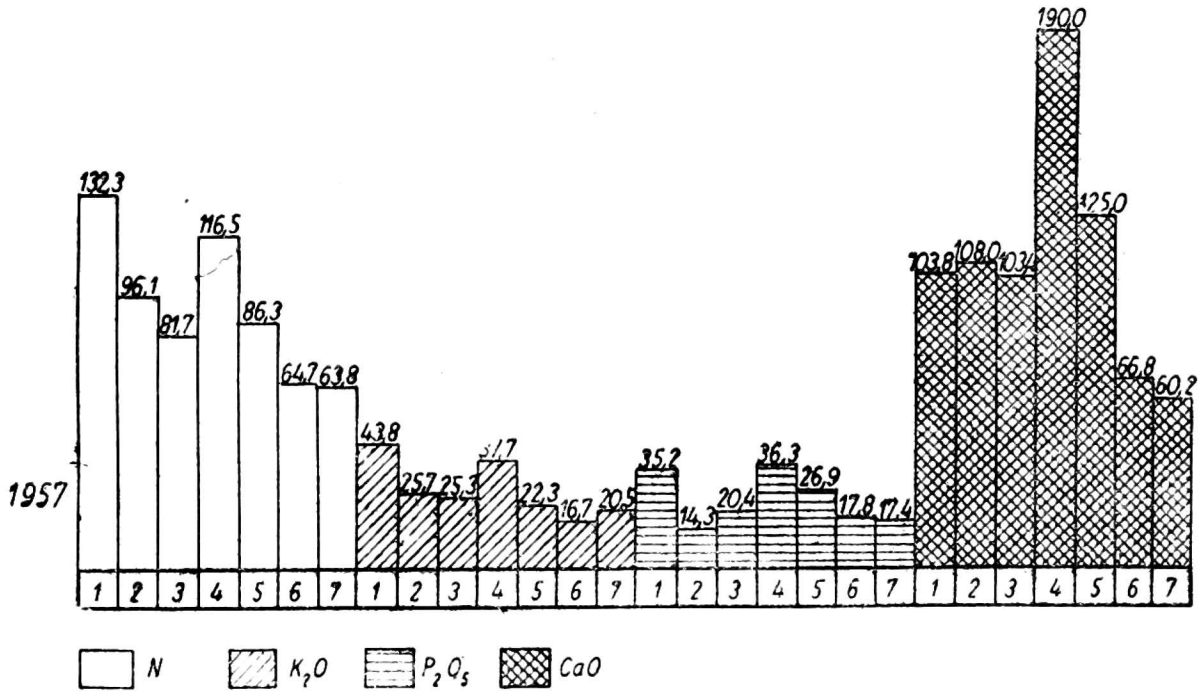
Zawartość składników mineralnych w resztkach poźniwnych wieloletnich roślin motylkowych przedstawiają rys. 12 i 13. Składniki mineralne oznaczono w absolutnie suchej masie, a następnie przeliczono je na powietrznie suchą masę. Azot (N) oznaczono metodą Kjeldahla, fosfor



Rys. 12 i 13. Zawartość składników mineralnych w powietrnie suchej masie resztek poźniwnych w roku 1957 i 1958 w %: a — w resztkach nadziemnych (ścierni); b — w korzeniach

(P₂O₅) metodą Tischera, a potas (K₂O) i wapń (CaO) na fotometrze płomieniowym. Z danych na rys. 12 wynika, że po drugim roku wegetacji resztki poźniwne badanych gatunków wieloletnich roślin motylkowych (ścierni i korzenie) zawierały najwięcej wapnia i azotu, a stosunkowo mało potasu i fosforu. Ilość azotu w resztkach nadziemnych wahała się od 1,29% u esparcety piaskowej do 2,29% u lucerny chmielowej. W korzeniach natomiast było na ogół więcej azotu, przy czym również najwięcej u lucerny chmielowej, a najmniej u esparcety piaskowej, zaś u pozostałych gatunków różnice były znacznie mniejsze i wynosiły 0,01—0,07%. Zawartość wapnia w resztkach nadziemnych wahała się od 1,09% u lucerny mieszańcowej do

2,5% u koniczyny czerwonej, korzenie natomiast posiadały znacznie więcej wapnia, przy czym na pierwsze miejsce wysunęły się tu wszystkie esparcety (z zakaukąską na czele), zaś na końcu znajdowała się lucerna mieszańcowa. W przeciwieństwie do zawartości fosforu ilość potasu w resztkach nadziemnych była nieco wyższa niż w korzeniach. Po trzecim roku wegetacji resztki poźniwne zawierały w porównaniu do roku poprzedniego znacznie mniej wapnia, a więcej potasu (rys. 13). Zawartość innych składników mineralnych (N i P_2O_5) nie uległa większej zmianie.



Rys. 14 i 15. Ilość składników mineralnych w resztkach poźniwnych po drugim i trzecim roku wegetacji (1957 i 1958) w kg/ha

Ilość składników mineralnych zawartych w nierozłożonych resztkach późniwnych badanych gatunków roślin motylkowych po drugim i trzecim roku wegetacji przedstawiają rys. 14 i 15.

Wyniki na rys. 14 wskazują, że po drugim roku wegetacji resztki późniwne wieloletnich roślin motylkowych pozostawiły w warstwie gleby 0—50 cm czystego azotu 63,8—132,3 kg/ha, potasu 16,7—43,8 kg/ha, fosforu 14,3—36,3 kg/ha i wapnia od 60,2 do 190,0 kg/ha, przy czym pierwsze miejsce zajmowały lucerna mieszańcowa i esparceta zakaukaska, zaś ostatnie lucerna chmielowa i komonica.

Po trzecim roku wegetacji (rys. 15) ilość wniesionych do gleby składników mineralnych w resztkach późniwnych znacznie się zmieniła. W porównaniu do roku poprzedniego resztki późniwne lucerny mieszańcowej pozostawiły w glebie prawie o 100% więcej azotu i fosforu, a mniej wapnia. Pozostałe gatunki w porównaniu do roku 1957 pozostawiły w glebie tylko więcej potasu, natomiast znacznie mniej wapnia.

Według Köhnleina i Vettera (10) rozwój systemu korzeniowego i wartość nawozowa resztek późniwnych roślin uprawnych jest ściśle uzależniona od wielu czynników siedliskowych i agrotechnicznych. Porównywanie zatem wyników tego rodzaju badań jest bardzo trudne.

Uzyskanych w naszym doświadczeniu wyników nie można porównać z innymi, nie tylko ze względu na różne warunki siedliskowe, ale również z powodu braku (w znanej mi literaturze) podobnych badań, w których brałoby jednocześnie udział kilka gatunków wieloletnich roślin motylkowych. Wprawdzie Gajewska (4) porównywała w Puławach wartość nawozową resztek późniwnych kilku gatunków wieloletnich roślin motylkowych, niemniej jednak badany przez nią materiał pochodził z roślin o różnym wieku i różnym sposobie użytkowania. Dlatego też, mimo podobnych warunków siedliskowych, uzyskane przez nią wyniki różnią się znacznie od naszych i nie są porównywalne.

Streszczenie wyników i wnioski

W latach 1957—1958 przeprowadzono w Puławach (na madzie) badania wstępne, dotyczące rozwoju systemu korzeniowego i wartości resztek późniwnych siedmiu gatunków wieloletnich roślin motylkowych, które użytkowane były wyłącznie na zieloną masę. Próbkę korzeni pobierano w końcu drugiego i trzeciego roku wegetacji. Przy pobieraniu z gleby i płukaniu próbek korzeni stosowano metodę własną, która różni się od metod dotychczas stosowanych i wydaje się, że jest od nich znacznie prostsza i mniej pracochłonna. Otrzymane wyniki wykazały:

1. Wieloletnie rośliny motylkowe rozwijają silny system korzeniowy głównie w ornej warstwie gleby (0—25 cm). Niezależnie od gatunku

i wieku roślin masa korzeniowa z ornej warstwy gleby była kilkakrotnie (5—10) wyższa od masy korzeni z warstwy głębszej (25—50 cm).

2. Intensywność rozwoju systemu korzeniowego wieloletnich roślin motylkowych zmienia się w zależności od wieku roślin. W końcu trzeciego roku wegetacji u lucerny mieszańcowej stwierdzono dwukrotny wzrost masy korzeniowej w porównaniu do roku poprzedniego, zaś u pozostałych gatunków masa korzeniowa spadła o 17,5—47,0%. Wyniki te wiążą się niewątpliwie z dużą trwałością lucerny mieszańcowej, która w porównaniu do pozostałych gatunków wieloletnich roślin motylkowych swoje maksimum rozwoju i plonowania osiąga znacznie później, bo dopiero w trzecim roku wegetacji.

3. Wieloletnie rośliny motylkowe pozostawiają w glebie (w postaci resztek poźniwnych) dużą ilość materii organicznej i składników mineralnych. Powietrznie sucha masa resztek poźniwnych w warstwie gleby 0—50 cm wynosiła: po drugim roku wegetacji od 28,5 do 75,5 q/ha, a po trzecim 34,9—143,5 q/ha. Po drugim roku (1957) resztki poźniwne zawierały: 63,8—132,3 kg/ha czystego azotu, 20,5—113,8 kg potasu, 17,4—35,2 kg fosforu oraz 60,2—190,0 kg wapnia. W końcu trzeciego roku wegetacji zawartość azotu w resztkach poźniwnych wynosiła od 56,2 do 261,1 kg, potasu 32,1—98,2 kg, fosforu 19,0—70,0 kg i wapnia 26,3—74,0 kg/ha.

4. Poszczególne gatunki wieloletnich roślin motylkowych, pod względem intensywności rozwoju systemu korzeniowego i wartości nawozowej resztek poźniwnych, po trzecim roku wegetacji uszeregowały się w następującej kolejności: lucerna mieszańcowa, esparceta zakaukaska, esparceta piaskowa, koniczyna czerwona, esparceta siewna, komonica różkowa i lucerna chmielowa. W tej samej kolejności układały się również plony zielonej masy (6).

5. Dla pełniejszego poznania wartości resztek poźniwnych roślin motylkowych w różnych warunkach glebowo-klimatycznych należałoby przeprowadzić szereg badań ścisłych, obejmujących wpływ wielu czynników ekologicznych i agrotechnicznych na rozwój systemu korzeniowego.

LITERATURA

1. Batalin M.: Nawozowe działanie pastewnego łubinu żółtego i jego resztek poźniwnych pod żyto. Roczn. Nauk Roln. t. 69-A-4, 1954.
2. Boguszewski W.: Wartość nawozowa resztek poźniwnych nostryku uprawianego jako poplon ścierniskowy. Roczn. Nauk Roln. t. 79-A-3, 1959.
3. Byczkowski A., Batalin M.: Zagadnienie zielonego nawożenia w świetle nowszych badań wykonanych w kraju. Prace Działu Żywnienia i Nawożenia 1951—1955, zeszyt II Wydawnictwo IUNG. Warszawa 1956
4. Gajewska-Bawolska M.: Wartość nawozowa resztek poźniwnych niektórych wieloletnich roślin motylkowych. Biul. IHAR, nr 17, 1957.
5. Gliemeroth G.: Untersuchungen über Ausbildung und Leistung der Keim

- und Kronenwurzeln bei Sommergetreide. Z. für Acker und Pflanzenbau. B. 103, H. 1, 1957.
6. Jelinowska A., Bawolski St.: Porównanie plonowania wieloletnich roślin motylkowych w doświadczeniach polowych. Pamiętnik Puławski t. 1, z. 1, 1960.
 7. Klapp E., Schulze E. und Hiepkö G.: Versuche über Stoffbildung und Stoffspeicherung bei mehrjährigen und mehrschnittigen Futterpflanzen. Z. für Acker und Pflanzenbau, B. 104, H. 4, 1957.
 8. Kmoch H. G.: Die Wurzelarbeiten J. E. Weaver und seiner Schule. Z. für Acker und Pflanzenbau, B. 104, H. 3, 1957.
 9. Kmoch H. G., Halfman H. H., Sievers A.: Jahreszeitliche Entwicklung der Wurzelmasse unter einer Weide in der Kölner Bucht. Z. für Acker und Pflanzenbau, B. 104, H. 2, 1958.
 10. Köhnlein J., Vetter H.: Ernterückstände und Wurzelbild. Berlin 1953.
 11. Kulman A.: Zur Intensität der Bodendurchwurzelung. Z. für Acker und Pflanzenbau, B. 103, H. 2, 1957.
 12. Könekamp A. H.: Die Rolle von Klee und Grass bei der Humusversorgung der Boden. Z. für Acker und Pflanzenbau, B. 104, H. 1, 1957.
 13. Könekamp A. H., Zimmer E.: Ergebnisse der Wurzeluntersuchungen Völkenrode. Z. Pflanzenern. Düng. Bodenk., B. 68, 1955.
 14. Najmr St.: Die bodenverbessernde W., der Wurzel und Wurzelrückstände von Futterpflanzen. Z. für Acker und Pflanzenbau B. 104, H. 3, 1957.
 15. Najmr St.: Über die Methode der Isolierung der Wurzel systeme der Futterpflanzen aus dem Boden. Z. für Acker und Pflanzenbau, B. 104, H. 1, 1957.
 16. Mosołow W.: Mieszanki wieloletnie traw i motylkowych. Warszawa 1951.
 17. Pasela E.: O metodach badań systemu korzeniowego roślin uprawnych. Postępy Nauk Rolniczych, nr 1, 1959.
 18. Pawłowski F., Malicki L.: Wartość nawozowa resztek późniwnych lucerny i jej mieszanek z trawami. Nowe Rolnictwo, nr 17, 1957.
 19. Pavlov K. und Nikolov J.: Untersuchungen zur Erforschung des Wurzelsystemes einiger Futterpflanzen in Bulgarien. Z. für Acker und Pflanzenbau, B. 104, H. 2, 1957.
 20. Simon W. und Eich D.: Probleme und Methoden der Wurzeluntersuchungen. Z. für Acker und Pflanzenbau, B. 100, H. 2, 1955.
 21. Simon W., Eich D. und Zajonz A.: Vorläufiger Bericht über Beziehungen zwischen Wurzelmenge und Vorfruchtwert bei verschiedenen Klee und Grasarten als Hauptfrucht auf leichten Böden. Z. für Acker und Pflanzenbau, B. 104, H. 1, 1957.
 22. Szembek J.: Der Einfluss einiger agrotechnischer Massnahmen auf die Entwicklung der Wurzelsystems der Bastardluzerne. Z. für Acker und Pflanzenbau, B. 104, H. 2, 1957.
 23. Tjaglo G., Najmr St.: Studium korenowych systemü vojtesko a jetelotravnych smiesek. Sbornik Československie Akademie Zemledelske. Ročník XXV, 1952.
 24. Tjaglo G.: Vyjimani korenowych systemu polnich plodin z piscitych pud. Sbornik Československe Akademie Zemledelskych Ved. Ročník XXIX. Čslo 11, 1956.
 25. Tjaglo G.: Metodika vzjatija poczwiennych monolitow i otmywki korniewych Sistem. Wiestn. Sjelskochoz. Nauki, žurn. 4, 1958.