

OZNACZANIE SZYBKOŚCI WZROSTU KORZENI JEDNOROCZNYCH ROŚLIN UPRAWNYCH W WARUNKACH POLOWYCH PRZY POMOCY P³²

B. ŚWIĘTOCHOWSKI I J. GLABISZEWSKI

W doświadczeniach polowych często jest mierzone tempo (szybkość) wzrostu części nadziemnych (łodygi, liści i innych organów). Mało zaś zwraca się uwagi na równoczesne badanie szybkości rozwoju części podziemnych. Przyczyną tego nie jest brak zainteresowania wśród badaczy, czy doświadczalników, lecz brak odpowiednich metod pracy. Pobieranie monolitów w polu jest nie tylko pracochłonne, ale również niszczy na szereg lat dużą powierzchnię pola uprawnego. Badanie w wazonach (skrzynkowych) i lizymetrach zawęża zagadnienie oraz nie daje odpowiedniego obrazu, gdyż prowadzone w nich rośliny są w warunkach nie-normalnych.

Częścią składową badań nad dynamiką rozwoju korzenia jest mierzenie jego wzrostu. Jednemu z autorów (Świętochowski) nasunęła się koncepcja mierzenia szybkości wzrostu korzeni przy pomocy izotopu promieniotwórczego o tak dużej aktywności, by przy jego pomocy uchwycić odpowiedni okres wzrostu korzenia, a równocześnie by on zbyt długo nie „zakazał” pola. Do tego celu użyliśmy P³² łatwo pobieranego przez roślinę, a umieszczonego przy pomocy odpowiedniej rurki na różnych głębokościach. Przypuszczaliśmy, że gdy korzeń dojdzie do warstwy, w której umieszczono P³², izotop ten zostanie pobrany i w krótkim okresie czasu pojawi się w liściach, bowiem jest wiadomo, że fosfor izotopowy pobrany przez korzenie zostaje szybko doprowadzony do liści. Tam obecność jego łatwo można zarejestrować znanymi metodami.

By stwierdzić czy jest słuszną hipoteza, że liście po dojściu korzenia do warstwy zawierającej P³² dostatecznie szybko zasygnalizują to zjawisko, należało wykonać szereg wstępnych badań. Po pierwsze stwierdzić, że korzeń po dojściu do warstwy niosącej P³² pobierze go od razu i że pobrany izotop w krótkim czasie zostanie dostarczony do liścia. Po drugie, że fosfor izotopowy umieszczony w glebie w jednym miejscu nie przewędruje częściowo do innego poziomu i nie zmyli tym samym obrazu

właściwego. Należało przy tym zdecydować w jakiej formie umieścić P^{32} , by nie zaczął wędrować, a był dostatecznie przyswajalny. Przyjęliśmy formę Na_2HPO_4 umieszczoną (zmieszaną) w oborniku. Przeprowadzono dlatego doświadczenie w szklanych wazonach — rurach o średnicy 5 cm i wysokości 70 cm. Rury wypełniono glebą. Od dołu uszczelniono korkiem z otworami, aby umożliwić podsiąkanie lub odpływ wody. W każdym wazonie umieszczono wkładkę obornikową z P^{32} na różnej wysokości. A to na 5, 10, 20, 30, 50 i 65 cm. Na powierzchni wysiano nasiona roślin zbożowych. W toku doświadczenia wykonywano pomiary długości korzeni, wysokości części nadziemnej, oraz badano przy pomocy licznika Geigera-Müllera czy nie pojawia się P^{32} w liściach.

Dla stwierdzenia czy nie ma wypłukiwania P^{32} z obornika, podlewano wazony-rury tak, by woda wyciekała. W wodzie tej nie stwierdzono śladów P^{32} , nawet w wazonach w których wkładka obornikowa z radiofosforem oddalona była od dna na 5 cm, oddzielona tylko warstwą piasku. Także w innym doświadczeniu przeprowadzonym w wazonach skrzynkowych nie stwierdzono przemieszczania fosforu radioaktywnego nad i pod wkładkę obornikową.

W doświadczeniach z wazonami — rurami, zauważono, że liście zasignalizowały obecność fosforu radioaktywnego z pewnym opóźnieniem, mianowicie po dojściu korzenia do wkładki obornikowej.

W październiku 1956 roku wykonano doświadczenie w wazonach drewnianych, o wymiarach $20 \times 25 \times 100$ cm, z przednią ścianą odejmowaną dla umieszczenia gleby przy zakładaniu doświadczenia, oraz wyjmowaniu i obserwacji systemu korzeniowego, po skończonym doświadczeniu. Profil glebowy przecięto warstewką obornika nasyczonego P^{32} , umieszczonego w każdym wazonie na innej głębokości. Skrzynie zakopane pionowo do ziemi i zasiano w nich żyto, dnia 15. X. 1956 r. Po wschodach rozpoczęto badania młodych liści przy pomocy licznika Geigera Müllera. Po stwierdzeniu P^{32} w liściach, skrzynie wyjmowano i dokonano pomiarów długości korzenia i części nadziemnej.

Obserwacje wykazały, że już we wczesnych fazach wzrostu dadzą się wyróżnić morfologicznie jakby 3 strefy korzeniowe. Są to:

1. Strefa korzeniowa górna, mocno rozgałęziona na boki. Korzenie tej strefy są cienkie, barwy jasnobrunatnej. Nie wychodzą poza warstwę próchniczną profilu glebowego.

2. Strefa głównego rozgałęzienia się korzeni. W tej strefie korzenie przeważnie skierowane są ku dołowi i mniej rozgałęzione niż w strefie górnej.

3. Strefa korzeni pojedynczych o maksymalnej długości, prawie wcale nie rozgałęziające się. W tej strefie korzenie są błyszczące i jakby opali-

zują. Przy przejściu korzeni przez warstwę obornikową wytwarzają się boczne korzonki, które się dalej nie rozgałęziają.

W roku 1957 przeprowadzono 3 doświadczenia w skrzyniach oraz 3 doświadczenia w warunkach naturalnych wg metody Zillmanna. Jako roślin doświadczalnych użyto owsa w plonie głównym, jęczmienia jarego jako poplonu oraz pszenicy ozimej dość późno sianej. Postępowanie przy metodzie Zillmanna jest następujące:

W polu, gdzie mają być prowadzone obserwacje nad szybkością wzrostu korzeni, kopie się rów około 130 cm głębokości, 95 cm szeroki a 250 cm długi. Ściana szczytowa, służąca do obserwacji korzeni, jest zatem o powierzchni 95 cm \times 130 cm. Dla lepszej obserwacji wzrostu korzeni powinna być nieco skośnie ustawiona do przodu. W praktyce okazało się, że na glebach piaszczystych, nie podparta część górna łatwo się obsuwa mimo zabezpieczenia ściany gleby ścianą z desek tak założonych, by można je dla obserwacji korzeni wyjmować kolejno od góry do dołu. W ścianie szczytowej rowu umieszczono na różnych głębokościach wkładki obornika nasycone znacznym fosforem. Miały one kształt cegiełek o wymiarach 5 cm \times 10 cm \times 25 cm i umieszczone były w otworach wybijanych przy pomocy sztancy o podobnych wymiarach. Wkładki te umieszczono na różnych głębokościach w ten sposób, by nie znajdowały się jedna pod drugą, tak aby rośliny nie mogły czerpać P^{32} z dwóch wkładek. Na powierzchni poletka wysiewano nasiona zbóż. Po wschodach roślin badano czy nie znajduje się w liściach fosfor znaczony. Równocześnie mierzono długość najgłębszego korzenia, nie biorąc do pomiaru korzeni rosnących między ścianą gleby a ścianką drewnianą.

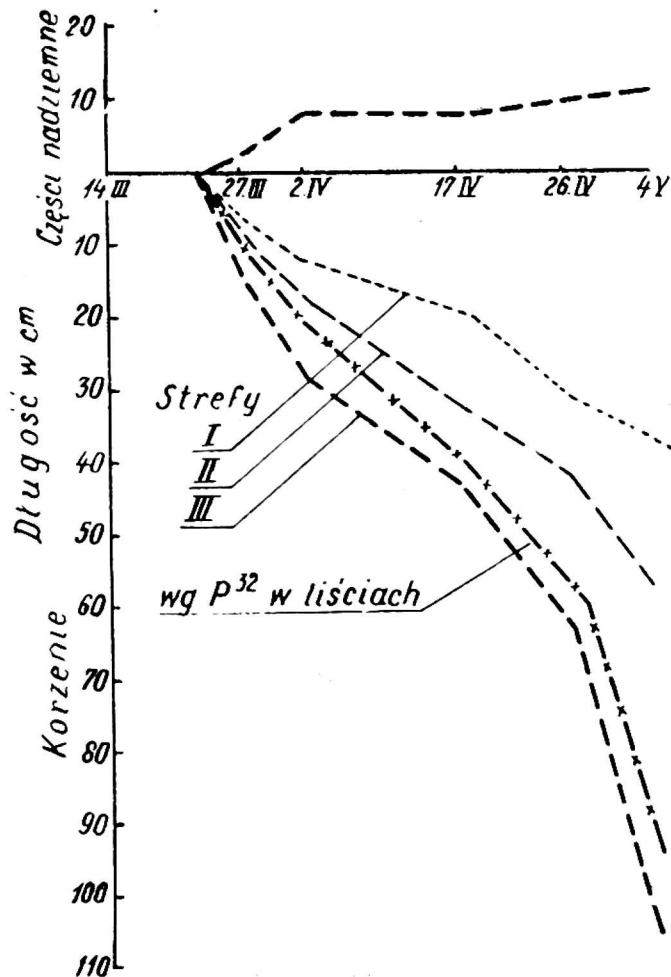
Wyniki z doświadczeń z owsem w wazonach skrzynkowych założonych dnia 14. III. zestawiono na wykresie 1.

Zauważyć można, że istnieje duża zależność między datą dojścia najdłuższych korzeni do warstwy zawierającej P^{32} a datą sygnalizacji pierwiastka znaczonego w liściach. Wydaje się jednak, że korzeń dorósłszy do właściwej warstwy nie od razu pobiera fosfor znaczony, względnie następuje pewne opóźnienie jego przemieszczania do liści trwające nawet kilka dni. Poza tym z danych wynika, że w ciągu 51 dni trwania doświadczenia obserwuje się stały wzrost wszystkich stref korzeniowych. Na wykresie 2 zestawiliśmy niektóre dane zebrane w doświadczeniu na polu z normalnym profilem gleby.

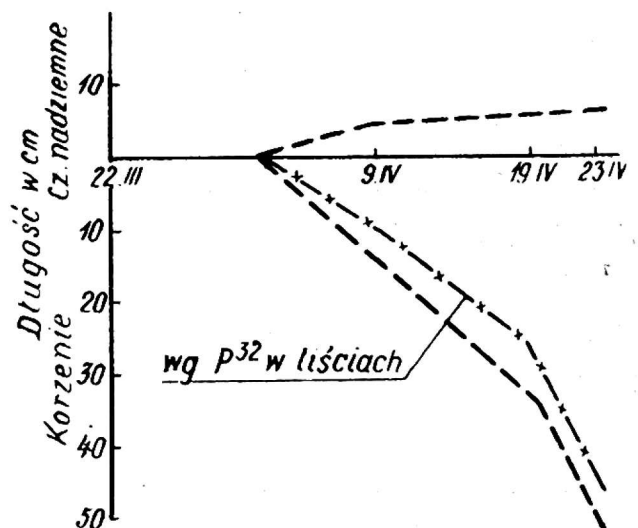
Tak z tego wykresu wynika, że korzenie maksymalne osiągnęły w dniu 43 od zasiewu głębokość 77 cm, zatem nieco wcześniej niż w doświadczeniu w skrzyniach. I tutaj zasygnalizowanie obecności P^{32} w liściach było opóźnione w stosunku do dnia dojścia korzenia do warstwy zawierającej izotop promieniotwórczy. Jest to zgodne z doświadczeniem w wazonach skrzynkowych.

Takie same wyniki otrzymano w doświadczeniu z jęczmieniem jarym, potraktowanym jako poplon ścierniskowy w doświadczeniu skrzynkowym i na normalnym profilu glebowym. Doświadczenie z pszenicą ozimą w wazonach skrzynkowych wykazało, że przy późnym siewie (17. X. 57 r.) system korzeniowy na jesieni nie dosięgnął nawet warstwy 45 cm, względnie, że nie został taki fakt zanotowany przez pobranie lub przemieszczanie fosforu znaczonego.

Wydobyta w końcu zimy skrzynia z wkładką z P^{32} na głębokości 25—30 cm wykazała, że najdłuższe jednak korzenie sięgały do 76 cm. Należy sądzić, że w skrzyniach z wkładką



Rys. 1. Doświadczenie z owsem w wazonach skrzynkowych (14. III. 1957)
Abb. 1. Der Versuch mit Hafer in Holzkästen (angelegt am 14. III. 1957)



Rys. 2. Doświadczenie z owsem na normalnym profilu glebowym (22. III. 1957)
Abb. 2. Der Versuch mit Hafer auf natürlichem Bodenprofil (angelegt am 22. III. 1957)

obornika z P^{32} umieszczonym na głębokości 45 cm i 70 cm korzenie musiały dojść do warstwy zainfekowanej fosforem znaczonego. Jednak w żadnej roślinie z tych skrzyń nie znaleziono w częściach nadziemnych fosforu radioaktywnego. Prawdopodobnie w ciągu ociepleń w czasie zimowym korzenie rosły, pobierały fosfor, lecz go nie przemieszczały. Podobne wyniki uzyskano w doświadczeniu prowadzonym na glebie o profilu naturalnym.

Dla sprawdzenia metody izotopowej w warunkach polowych wykonaliśmy kilka obserwacji ze wstrzykiwaniem P^{32} do różnych poziomów gleby w łąkach różnych roślin. Wykonano to przy pomocy specjalnie skonstruowanej pipety wprowadzonej do otworu w glebie, wykonanego borem o nieco szerszej średnicy. Otwór borowano pod kątem tak, by

wejście było około 10 cm od rośliny, a dno otworu znajdowało się pod samą rośliną. Aktywność P^{32} wstrzykniętego w postaci roztworu do gleby wynosiła każdorazowo 0,05 m C, w ogólnej ilości 10 ml. Jeśli na drugi dzień stwierdzono obecność fosforu radioaktywnego w liściach, wskazywało to, że korzeń już wcześniej doszedł do miejsca, gdzie umieszczono pierwiastek promieniotwórczy. Jeżeli sygnalizacja odbyła się później, można było przypuszczać, że korzeń w dniu umieszczenia fosforu do tego miejsca jeszcze nie doszedł. Obserwacje wykonano na świeżo zasianym łubinie białym i kukurydzy oraz na poletkach z ziemniakami i marchwią. Stwierdzono, że metodą izotopową można śledzić w polu posuwanie się korzeni łubinu w głąb. Podobne wyniki uzyskano u kukurydzy. Jednak korzenie poszczególnych roślin w łanie nie uzyskiwały w jednakowym czasie określonej głębokości, czyli szybkość zagłębiania się korzeni nie jest jednakowa u wszystkich roślin w łanie.

Badając przydatność zaprojektowanej przez Świętochowskiego metody oznaczania szybkości wzrostu korzeni w polu w naturalnych warunkach przy pomocy P^{32} — autorzy wyciągnęli następujące wnioski.

1. Metoda umieszczania P^{32} w połączeniu z nawozem organicznym w coraz to głębszej warstwie gleby (przed lub po zasiewie) okazała się przydatną do badania szybkości wzrostu korzeni roślin jarych. Niewielkie opóźnienie pojawienia się w liściach fosforu znaczonego, w porównaniu z datą dojścia korzeni do miejsca umieszczenia P^{32} , jakie stwierdzono obserwując wzrost korzeni bezpośrednimi metodami, nie jest przeszkodą dla dość dokładnego oznaczania szybkości wzrostu.

2. Stwierdzono, że P^{32} umieszczony z nawozem w określonej warstwie gleby nie przemieszcza się ani w górę ani w dół, mimo dostatecznego ruchu wody w glebie.

3. Opóźnienie procesu pobierania lub przemieszczania P^{32} przez korzenie o kilka nawet dni w stosunku do momentu dojścia korzenia do warstwy zawierającej ten pierwiastek, oraz nie stwierdzenia pobierania lub przemieszczania go przez rośliny ozime w okresie zimowym, mimo dojścia korzeni w tym czasie do warstwy zawierającej fosfor promieniotwórczy wskazuje na zawilość procesu pobierania i przemieszczania przez roślinę potrzebnych jej składników. Być może, że na odcinku najszybszego wzrostu korzenia, to jest na pewnej odległości od czapeczki korzeniowej, odbywa się tylko pobieranie wody, a pobieranie składników pokarmowych zachodzić może w nieco starszych partiach korzenia.

4. Na glebach piaszczystych przy późnym zasiewie żyta i pszenicy niedostatecznie silnie rozwija się przed zimą system korzeniowy. Jest zbyt płytko rozmieszczony. Może to wpłynąć ujemnie na wysokość plonu.

5. Metodę izotopową do oznaczenia szybkości wzrostu korzeni należy jeszcze w szczególności dokładniej opracować.

Б. Свентоховски и И. Глябишевски

ПОПЫТКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ P^{32} СКОРОСТИ РОСТА КОРНЕЙ У ОДНОЛЕТНИХ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

Резюме

Особенно большое значение имеет наблюдение за динамикой роста корней в условиях легких почв, так как они встречаются здесь особенно неблагоприятные условия водного режима. Применяемые до настоящего времени методы состояли в отборе монолитов в поле, последствием чего было разрушение поверхности поля в течение нескольких лет, или же наблюдения велись при помощи различного рода вегетационных сосудов или лизиметров, что опять-таки не давало надлежащего образа роста корней.

В этом положении вещей казалось, что подходящим методом для исследования скорости роста корней, будет применение радиоактивных изотопов, помещенных в почву на различных ее горизонтах.

С этой целью был проведен ряд опытов с радиоактивным фосфором, смешанным с навозом и помещенным в почву на разной глубине.

Итоги опытов указывают, что после достижения корнями навоза с изотопом, наблюдается некоторое замедление в выявлении присутствия радиоактивного фосфора в листьях; несмотря на это, метод этот кажется подходящим, хотя требует дальнейшей, более тщательной разработки.

B. Świętochowski und J. Glabiszewski

BESTIMMUNG MIT HILFE VON P³²
DER WACHSTUMSGESCHWINDIGKEIT DER WURZELN
VON EINJÄHRIGEN KULTURPFLANZEN IN FELDBEDINGUNGEN

Z u s a m m e n f a s s u n g

Die Beobachtungen über die Wachstumsdynamik der Wurzeln sind auf den leichten Böden mit sehr ungünstigen Wasserhaushalt von grosser Bedeutung. Bisherige Methoden bestanden in Entnahme von Monoliten im Felde, wodurch jedoch die Feldoberfläche seit einer Reihe von Jahren beschädigt wurde, oder in Durchführung der Beobachtungen in

verschiedenen Typen von Gefässen und Lysimetern, wobei man wieder kein Bild des Wurzelwachstums erhalten konnte.

Die Anwendung von radioaktiven Isotopen mit Unterbringung derselben auf bestimmten Tiefen des Bodenprofils zwecks Untersuchung der Wachstumsgeschwindigkeit von Wurzeln schien eine richtige Methode zu sein. Es ist ganze Reihe von Untersuchungen mit dem im Stallmisteinsatz untergebrachten radioaktiven Phosphor in verschiedenen Tiefen des Bodenprofils durchgeführt worden. Die Untersuchungsergebnisse zeigten, dass wenn die Wurzeln den mit dem P^{32} versorgten Einsatz erreichten, eine gewisse Verspätung in Signalisierung der Anwesenheit des Radiophosphors in Blättern erfolgte.

Diese Methode scheint trotzdem eine richtige zu sein, es ist jedoch notwendig, sie eingehend zu durcharbeiten.