

<https://doi.org/10.18778/8220-012-6.11>

## ROZDZIAŁ XI. **WŁAŚCIWOŚCI GLEB**



## CZĘŚĆ TEORETYCZNA

Gleba jest zewnętrzną warstwą skorupy ziemskiej, która stanowi układ mineralnych i organicznych substancji, powietrza, wody oraz organizmów w niej bytujących. Źródłem substancji mineralnej jest skała macierzysta, a substancji organicznej – martwe szczątki roślin i zwierząt oraz mikroorganizmów. Martwa materia organiczna, która podlega rozkładowi, to **próchnica** (humus). Główne frakcje próchnicy stanowią **kwasy huminowe** (20–50%), odpowiadające za stabilizację składników pokarmowych w powierzchniowych warstwach gleby. W skład substancji mineralnej wchodzi cząstki o różnych wymiarach, takie jak: kamienie, żwir, piasek, il i glina. Oba te rodzaje substancji tworzą fazę stałą gleby. Faza stała gleby jest źródłem składników pokarmowych dla roślin. Między cząsteczkami fazy stałej gleby są wolne przestrzenie wypełnione wodą i powietrzem, które stanowią odpowiednio fazę ciekłą i gazową gleby. Woda wraz z rozpuszczonymi w niej substancjami mineralnymi i organicznymi tworzy **roztwór glebowy** i pośredniczy w transporcie składników pokarmowych do korzeni. Główną funkcją fazy gazowej gleby (mieszanina gazów i pary wodnej) jest dostarczanie tlenu organizmom glebowym.

Roślina pobiera tylko jony soli mineralnych rozpuszczalnych w wodzie, które są łatwo wymywane z fazy stałej gleby przez wodę grawitacyjną. Jony tych soli stają się niedostępne dla roślin, gdy wraz z wodą zostaną przeniesione w głębsze warstwy gleby. Temu niekorzystnemu zjawisku przeciwdziała obecność koloidowych cząstek glebowych. O żyzności gleby decyduje ilość cząstek koloidowych, które adsorbują na swojej powierzchni jony soli mineralnych. **Koloidy glebowe** to kompleksy pomiędzy ilem, gliną a substancją organiczną. Koloidy glebowe charakteryzują się dużą powierzchnią w stosunku do swojej masy i ładunkiem elektrycznym, najczęściej ujemnym. Wszystkie

koloidy glebowe tworzą system wiążący jony, zwany **kompleksem sorpcyjnym gleby**. Rośliny pobierają jony z powierzchni koloidów na zasadzie adsorpcji wymiennej. Korzenie wydzielają kationy wodoru, które wymieniają na kationy potrzebne roślinie, np.: wapniowe, potasowe, magnezowe, bądź wydzielają aniony  $\text{HCO}_3^-$ , które wymieniają na  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  i inne.

W zależności od rodzaju kationów wysycających koloidy glebowe kształtuje się **odczyn gleby**, będący kolejnym wskaźnikiem żyzności gleby. Rozpuszczalność i dostępność dla roślin wielu związków mineralnych zależy od odczynu gleby (pH).

Poza solami mineralnymi gleba jest również źródłem wody dla roślin. Wyróżnia się kilka form wody w glebie: woda chemicznie związana, higroskopowa, kapilarna, grawitacyjna, gruntowa, w postaci pary wodnej. Dla roślin dostępna jest **woda kapilarna**, czyli ta, która wypełnia kapilary gleby i dzięki działaniu sił napięcia powierzchniowego podnosi się/podsiąka ponad zwierciadło wody gruntowej. Po obfitych opadach dostępna dla roślin jest również woda gruntowa.

## CZĘŚĆ PRAKTYCZNA

---

### Cel ćwiczenia

*Zapoznanie z trójfazową budową gleby, rodzajami wody występującej w glebie, udziałem organizmów w procesie tworzenia próchnicy, metodami oznaczania odczynu gleby, a także przyczynami naturalnego zakwaszania gleb oraz czynnikami decydującymi o żyzności gleby.*

---

### Doświadczenie I

#### Oznaczanie zawartości kwasu huminowego metodą Edena

#### Zasada metody

Kwasy huminowe, należące do głównej frakcji związków próchnicznych, są nierozpuszczalne w wodzie, natomiast tworzą rozpuszczalne sole z jonami jednowartościowymi. Dzięki temu ekstrahuje się je z próchnicy za pomocą alkalicznych rozpuszczalników, np. NaOH.

## **Materiał**

3 rodzaje gleby – torf, piasek, ziemia ogrodowa

## **Odczynniki**

0,2 M HCl, 12,5 M NaOH, woda destylowana

## **Sprzęt laboratoryjny**

3 kolby Erlenmeyera 100 cm<sup>3</sup>, 3 zlewki 100 cm<sup>3</sup>, 3 cylindry 100 cm<sup>3</sup>, 3 lejki, 3 probówki, statyw na probówki, 3 sączki bibułowe, spektrofotometr, kuwety spektrofotometryczne, łopatką, waga laboratoryjna

## **Wykonanie doświadczenia**

Odważyć po 1 g z każdego rodzaju gleby i przenieść (osobno) do zlewek, do każdej zlewkę dodać 20 cm<sup>3</sup> 0,2 M HCl w celu pozbycia się zasad i uzyskania wolnych kwasów huminowych. Po 30 minutach glebę przesączyć i przemyć dwiema porcjami wody destylowanej (2 × 25 cm<sup>3</sup>), aby wypłukać kwas solny. Płyn nadosadowy odlać, a przemytą glebę przenieść łopatką do kolby Erlenmeyera. Dodać 6 cm<sup>3</sup> 50% NaOH, wymieszać i uzupełnić wodą destylowaną do 25 cm<sup>3</sup>. Kolby z tak przygotowanymi różnymi rodzajami gleby wstawić do wrzącej łaźni wodnej na 10 minut. Następnie schłodzić je pod bieżącą wodą, przesączyć roztwory i o ile będzie taka potrzeba, rozcieńczyć tak, aby w klarownym supernatancie oznaczyć wartość absorbancji w kuwetach spektrofotometrycznych przy długości fali 420 nm. Miarą zawartości kwasów huminowych dla każdej z badanych gleb będzie zmierzona wartość absorbancji.

## **Opracowanie wyników**

Na podstawie wielkości absorbancji określić, która gleba charakteryzuje się dużą zawartością kwasów huminowych i dlaczego.

## **Doświadczenie II**

### **Odczyn gleby**

## **Zasada metody**

Odczyn gleby stanowi informację o zakwaszeniu gleby i oznacza wzajemny stosunek jonów wodorowych do wodorotlenowych,

określany skrótem pH. Pomiar pH gleby polega na przeprowadzeniu jonów wodorowych z kompleksu sorpcyjnego do roztworu glebowego przy użyciu siarczanu baru. Kationy tej soli wypierają z kompleksu sorpcyjnego jony  $H^+$  i  $Al^{3+}$ , dzięki czemu możliwe jest zmierzenie potencjalnej kwasowości gleby (istotnej do celów rolniczych).

### **Materiał**

3 rodzaje gleby – torf, piasek, ziemia ogrodowa

### **Odczynniki**

$BaSO_4$  w postaci proszku

### **Sprzęt laboratoryjny**

statyw na próbówki, 3 próbówki, linijka, wskaźnik pH (papierki wskaźnikowe), łopatką

### **Wykonanie doświadczenia**

Przygotować 3 suche próbówki i na dnie każdej umieścić warstwę  $BaSO_4$  o grubości 1 cm. Następnie nanieść warstwę gleby (do każdej próbówki inny rodzaj gleby) o grubości 3 cm i dopełnić wodą destylowaną na wysokość 9 cm. Następnie zawartość próbówek dokładnie wymieszać i odstawić na 30 minut. Po tym czasie w płynie nadosadowym oznaczyć wartość pH za pomocą papierków wskaźnikowych. Na podstawie wartości pH określić odczyn gleby.

### **Doświadczenie III**

#### ***Oznaczanie pojemności wodnej gleby***

### **Zasada metody**

Glebę można scharakteryzować poprzez określenie pojemności wodnej gleby, która stanowi informację o tym, jaką ilość wody gleba jest w stanie zatrzymać po maksymalnym nawodnieniu i spłynięciu wody grawitacyjnej.

### **Materiał**

3 rodzaje gleby – torf, piasek, ziemia ogrodowa

**Odczynniki**

woda destylowana lub wodociągowa

**Sprzęt laboratoryjny**

3 cylindry miarowe 100 cm<sup>3</sup>, 3 lejki, 3 sączki bibułowe, łopatką, waga laboratoryjna

**Wykonanie doświadczenia**

Na lejki nałożyć sączki bibułowe i wsypać po 10 g gleby – do każdego lejka inny rodzaj gleby. Lejki ustawić na cylindrach miarowych i zalać 60 cm<sup>3</sup> wody wodociągowej. Odczytać ze skali na cylindrze ilość wody, która wypłynęła z gleby. Obliczyć procentową pojemność wody dla każdego rodzaju gleby, korzystając ze wzoru:

$$P = \frac{W - G}{C} \times 100\%$$

gdzie:

$C$  – sucha masa gleby,

$W$  – objętość wody, którą zalano glebę,

$G$  – objętość wody, która przesiąknęła przez glebę (woda grawitacyjna).

**Opracowanie wyników**

Porównać pojemność wodną różnych rodzajów gleby i podać, od czego ona zależy.

**Doświadczenie IV*****Właściwości sorpcyjne gleby*****Zasada metody**

Gleba ma właściwości sorpcyjne, które polegają na zatrzymywaniu i wiązaniu różnych składników. Istotą sorpcji jest wymiana wcześniej zaabsorbowanych jonów na te, które znajdują się w roztworze glebowym.

**Materiał**

3 rodzaje gleby – torf, piasek, ziemia ogrodowa

**Odczynniki**

0,06 M  $\text{FeCl}_3$ , 0,054 M  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$  (stężony), 0,06 M  $\text{Na}_2\text{NH}_4\text{PO}_4$ , 0,1 M  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , 0,65 M  $\text{HCl}$ , 0,08 M  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$

**Sprzęt laboratoryjny**

7 kolb Erlenmeyera 100  $\text{cm}^3$ , 11 probówek, 5 lejków, 5 sączków biułowych, łopatką, 4 zlewki 50  $\text{cm}^3$ , waga laboratoryjna, 12 probówek, statyw na probówki

**IV.A. WIĄZANIE JONÓW W GLEBIE****Wykonanie doświadczenia**

Do 3 kolb Erlenmeyera wsypać po 1 g każdego rodzaju gleby (do każdej kolby inny rodzaj gleby), następnie zalać je 10  $\text{cm}^3$  0,06 M roztworu  $\text{FeCl}_3$ . Wytrząsać przez 5 minut i przesączyć, zbierając przesącz do 3 probówek (dla każdego rodzaju gleby 1 probówka). Do czwartej probówki dodać 5  $\text{cm}^3$  0,06 M roztworu  $\text{FeCl}_3$  (kontrola). Do wszystkich probówek dodać 1  $\text{cm}^3$  0,054 M  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  i 2–3 krople 0,65 M  $\text{HCl}$ .

**Opracowanie wyników**

Różnica w intensywności zabarwienia roztworu kontrolnego i przesączy świadczy o wiązaniu jonów  $\text{Fe}^{+3}$  przez glebę. Na podstawie różnic w barwie określić, które rodzaje gleby mają właściwości sorpcyjne i jakie elementy gleby o nich decydują.

**IV.B. WYMIANA JONÓW W KOLOIDACH GLEBOWYCH****Wykonanie doświadczenia**

Do 2 kolb Erlenmeyera wsypać po 3 g gleby ogrodniczej i piaszczystej (do 1 kolby jeden rodzaj gleby), zalać je 15  $\text{cm}^3$  0,1 M  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . Takie same ilości gleby ogrodniczej i piaszczystej wsypać osobno do kolejnych 2 kolb Erlenmeyera i zalać 15  $\text{cm}^3$  wody destylowanej. Wszystkie próby mocno wytrząsać przez 5 minut i przesączyć do zlewki. Każdy przesącz rozlać do 2 probówek (w sumie 8 probówek). Dla każdego rodzaju gleby w 2 probówkach (jedna zawierająca roztwór wodny i druga zawierająca roztwór z kwasem octowym) doprowadzić pH do 7 za pomocą  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Następnie dodać do tych probówek po 2  $\text{cm}^3$  0,06 M  $\text{Na}_2\text{NH}_4\text{PO}_4$ . Porównać ilości



wytrącającego się osadu, które świadczą o wymianie jonów żelaza i magnezu. Do pozostałych 4 probówek dodać po 2 cm<sup>3</sup> 0,08 M roztworu (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. Wytrąca się osad szczawianu wapnia, co świadczy o wymianie jonów Ca<sup>2+</sup>.

### Opracowanie wyników

Porównać ilość osadu w probówkach z przesączem wodnym i przesączem z kwasem octowym dla badanych rodzajów gleb i opisać, o czym świadczą zaobserwowane różnice.

## Doświadczenie V

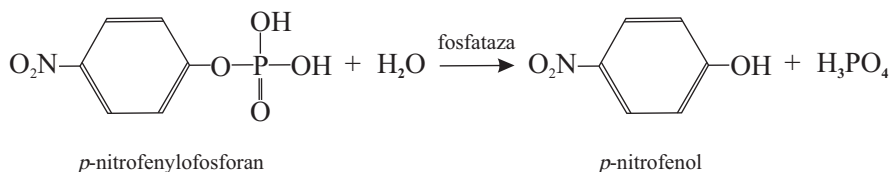
### Oznaczanie aktywności kwaśnej fosfatazy w glebie

Kwaśne fosfatazy są enzymami należącymi do klasy hydrolaz. Enzymy te katalizują hydrolizę estrów i bezwodników kwasu ortofosforowego. Typowe dla roślin kwaśne fosfatazy wykazują optimum działania przy pH 4,0–6,0. Odgrywają istotną rolę w metabolizmie związków fosforanowych. Wydzielane do gleby przez komórki korzeni stymulują przemiany organicznych związków fosforanowych do bezpośrednio dostępnych dla roślin nieorganicznych fosforanów (HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>).

### Zasada metody

W ćwiczeniu źródłem enzymu jest gleba z ryzosfery, do której roślina wydziela kwaśną fosfatazę poprzez korzenie. Substratem dla tego enzymu jest egzogeny 4-nitrofenylofosforan. Powstający jako produkt reakcji 4-nitrofenol przyjmuje w środowisku zasadowym barwę żółtozieloną (por. rysunek 11.1).

**Rysunek 11.1.** Reakcja katalizowana przez kwaśną fosfatazę



### Materiał

gleba ogrodowa pochodząca z ryzosfery (strefa wokół korzeni roślin)

## Odczynniki

7,5 mM 4-nitrofenylofosforan, 0,1 M bufor octanowy pH 5,0, 0,94 M  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

## Sprzęt laboratoryjny

zlewka 50 cm<sup>3</sup>, 3 pipety (2–5 cm<sup>3</sup>), 3 probówki, lejek, sącdek bi-bułowy, waga laboratoryjna, mieszadło magnetyczne, cieplarka, spektrofotometr, kuwety spektrofotometryczne

## Wykonanie doświadczenia

W zlewce umieścić 2 g gleby ogrodniczej, zalać 10 cm<sup>3</sup> wody destylowanej i ekstrahować 20 minut na mieszadle magnetycznym. Otrzymany ekstrakt przesączyć w celu uzyskania roztworu zawierającego enzym. Do dwóch probówek (próby badane) odmierzyć 0,5 cm<sup>3</sup> 7,5 mM 4-nitrofenylofosforanu, 1,5 cm<sup>3</sup> 0,1 M buforu octanowego pH 5,0 i 0,5 cm<sup>3</sup> roztworu zawierającego enzym. Próbę kontrolną stanowi 0,5 cm<sup>3</sup> 7,5 mM 4-nitrofenylofosforanu, 1,5 cm<sup>3</sup> 0,1 M buforu octanowego pH 5,0 i 2,5 cm<sup>3</sup> 0,94 M  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Inkubację wszystkich prób prowadzić przez 60 minut w cieplarni o temperaturze 30°C. Po tym czasie do prób badanych dodać 2,5 cm<sup>3</sup> 0,94 M  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , a do kontroli 0,5 cm<sup>3</sup> roztworu enzymu. Zawartość probówek przesączyć i oznaczyć absorbancję przesączów w kuwetach spektrofotometrycznych przy długości fali 420 nm.

## Opracowanie wyników

Obliczyć ilość mikrogramów 4-nitrofenolu uwolnionego w reakcji, dzieląc średnią wartość absorbancji prób badanych (pomniejszoną o wartość absorbancji próby kontrolnej) przez współczynnik absorpcji dla 1 µg nitrofenolu, wynoszący 0,002. Aktywność fosfatazy wyrazić w jednostkach [ $U = \mu\text{mol 4-nitrofenolu min}^{-1}$ ]. Masa molowa 4-nitrofenolu wynosi 139,1.

## Literatura

Gorlach E., Mazur T., *Chemia rolna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001.

Kopcewicz J., Lewak S. (red.), *Fizjologia roślin*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2019.