

Wydano 19 lipca 1940 r.

URZĄD PATENTOWY w WARSZAWIE OPIS PATENTOWY

Nr 28859.

Kl. 42 I, 3/51.

Erich H. Reinau, Berlin - Steglitz.

Goln 25/00

Sposób oznaczania jakości i ilości pożywek, jakie powinny być doprowadzone do określonej gleby w celu osiągnięcia jak najwyższych plonów, oraz urządzenie do wykonywania tego sposobu.

Zgłoszono 27 grudnia 1937 r.

Udzielono 14 lipca 1939 r.

Pierwszeństwo: 16 kwietnia 1937 r. (Niemcy).

Jak wiadomo, plon z określonej gleby jest w wysokim stopniu zależny od istnienia bakterii w glebie. Przez dodawanie pożywek naturalnych lub sztucznych można w znacznym stopniu oddziaływać na wzmożenie życia bakterii, dzięki czemu daje się w znacznej mierze zwiększyć wydajność gleby niezależnie od jej mechanicznego przygotowania oraz od wpływów atmosferycznych.

Dobre wyzyskanie pożywek doprowadzanych do gleby zależy od wyboru właściwej pożywki lub mieszanki pożywek oraz od ilości pożywki, która powinna być dobrana tak, aby gleba przyjmowała ją z największym skutkiem użytecznym. Zda-

rza się bardzo często, że gleba przyjmuje początkowo pewne ilości pożywek bez widocznego wpływu tego dodatku na rośliny hodowane (adsorpcja). Często zaś pożywka doprowadzona w nadmiarze może być nie tylko bezskuteczna, ale nawet szkodliwa, np. z powodu zbyt dużego stężenia soli w glebie (zjawisko spalania).

Oprócz szkodliwego oddziaływania na glebę zbyt duże ilości pożywek są niepożądane również z tego powodu, że marnują się bezużytecznie, tak iż skutek ekonomiczny jest zmniejszony.

Istnieje szereg metod badania, jakie pożywki należy doprowadzać do gleby. Na przykład według jednego ze znanych spo-

sobów badania na glebie wzbogaconej rozmaitymi pożywkami prowadzi się hodowlę roślin, przy czym na podstawie stanu roślin w pewnym określonym czasie, np. przez oznaczenie plonu ziarn w chwili dojrzwania, ustala się wpływ pożywek na glebę.

Według innego sposobu na glebie hodzi się grzyby i na podstawie wagi warstwy grzybów lub ocenianego na oko wyglądu tej warstwy albo na podstawie obydwóch tych czynników łącznie wyciąga się wnioski o nadawaniu się pożywek dla odnośnych gleb.

Pierwszy z wymienionych sposobów ma tę wadę, że próba trwa prawie tak długo, jak okres wzrostu rośliny w naturze. W sposobie z wysiewaniem grzybów z jednej strony ocena, oparta na wyglądzie zewnętrznym, jest zbyt uzależniona od subiektywnego ujęcia oceniającego, a z drugiej strony małe próby pobierane z gleby są zależne od czynników przypadkowych w tak dużym stopniu, że nie dają prawdziwej wartości przeciętnej badanych gleb.

Sposób według wynalazku jest oparty na stwierdzeniu, że życie bakterii w glebie, mające zasadnicze znaczenie dla urodzajności gleby i dla wysokości plonów, powoduje wydzielanie się ciepła. Sposób polega na tym, że to wydzielanie ciepła jest mierzone ciągle lub za pomocą prób przygodnych i w ten sposób dla próbek gleb wzbogaconych różnymi pożywkami i różnymi ilościami pożywek ustala się obiektywne wartości tabelaryczne lub wykresowe, które wskazują wpływ jakości i ilości pożywek na życie bakterii w ciągu całego okresu próby. Ponieważ bakterie są tworami o charakterze roślinnym, których funkcje i potrzeby życiowe są bardzo zbliżone do funkcji i potrzeb życiowych roślin uprawnych, sposób według wynalazku daje jednocześnie obraz próby hodowlanej na odnośnej glebie.

Spostrzeżenia, poczynione przy badaniu różnych gleb, są wyjaśnione poniżej przy pomocy wykresów przedstawionych na rysunku.

W celu nadania wykresom większej jasności współrzędne czasu są znacznie skrócone w porównaniu ze współrzędnymi temperatur.

Rysunek przedstawia wykresy temperatur sześciu różnych próbek tej samej gleby. W praktyce przy wykonaniu prób użyto do każdej próby 600 cm³ gleby, którą przez rozdrobnienie i wprowadzenie odpowiedniego dodatku wody, ewentualnie suszenie, przygotowano w ten sposób, że $\frac{1}{4}$ objętości stanowiła woda, $\frac{1}{4}$ — powietrze i $\frac{1}{2}$ — stała substancja gleby. Po dodaniu niżej opisanych dodatków wszystkie próbki gleby o jednakowej temperaturze początkowej 20°C zostały wprowadzone do naczyń izolujących cieplnie. Temperatury próbek były mierzone ciągle i zaznaczane na wykresie.

Wszystkie sześć próbek gleby, których przebieg temperatur jest przedstawiony krzywymi $a - f$, otrzymały tak zwany nawóz podstawowy w postaci jednego procentu objętościowego czystego cukru. Dodatek ten służy według wynalazku do przyspieszenia całego okresu przebiegu wzrostu temperatur, ażeby można było możliwie skrócić okres obserwacji. Ponieważ cukier stanowi łatwo dostępną dla bakterii pożywkę, więc dodatek cukru zwiększa absolutny przyrost temperatury do takich wartości, które mogą być łatwo ustalane za pomocą zwykłych przyrządów pomiarowych. Zamiast cukru można użyć dowolnej innej pożywki łatwo dostępnej i jednorodnej, np. skrobi, dobrze zmieszanych zwierzęcych produktów trawienia, celulozy itd.

Spośród próbek próbka, oznaczona krzywą a i zawierająca wyłącznie dodatek cukru, służyła jako podstawowa przy porównywaniu z poniżej podanymi pięcioma pozostałymi. Wspomniana próbka mogła

wypełnić to zadanie z tego powodu, że przez wprowadzenie dostatecznej ilości materiału służącego jako źródło energii dano bakteriom możliwość wyzyskania wszystkich dostępnych pożywek znajdujących się w tej próbce gleby. Krzywa *a* przedstawia za tem przebieg zmian temperatury życia bakterii w próbce, do której poza dostateczną ilością środków dostarczających energii nie dodano żadnych pożywek.

Do próbek oznaczonych krzywymi *b* — *f* dodano związku azotowego w takiej ilości, aby dodatek ten zawierał 60 mg azotu związanego. Dodatek ten jest przeznaczony dla gleb, które z całą pewnością są ubogie w azot. Dla gleb, co do których doświadczenia wykazały, iż zawartość azotu jest w nich dostateczna, dodatek ten może być pominięty albo zastąpiony dodatkiem innej substancji, której brak w glebie badanej, np. potasu, jak w niektórych glebach tropikalnych. Wymieniona powyżej ilość 60 mg azotu na 600 cm³ gleby odpowiada w praktyce 200 kg azotu na 10,000 m² pola. Próbką oznaczona krzywą *b* zawierała za tem oprócz materiału dostarczającego energii (cukru) tylko azot. Krzywa *b* wznosi się, jak widać z rysunku, ponad krzywą *a* i przebiega stale ponad nią, co wskazuje, że gleba stale wymaga dodatku azotu.

Do próbki oznaczonej krzywą *c* poza wymienionym już dodatkiem azotu dodano 30 mg K_2O , co odpowiada w praktyce ilości 100 kg tego związku na każde 10,000 m² pola. Również K_2O jest zawarte w zwykłym nawozie potasowym. Krzywa *c*, przedstawiona na rysunku, ma tę samą charakterystykę, co krzywa *b*, leży jednak znacznie wyżej i w ten sposób wskazuje, że gleba oprócz azotu wymaga również dodatku potasu i przerabia go z dużym skutkiem użytecznym.

Próbka oznaczona krzywą *d* zawierała 60 mg K_2O również w wyżej wymienionej

postaci; ilość ta odpowiada w praktyce 200 kg na każde 10,000 m² pola. Przebieg krzywej *d* wskazuje, że na początku dodatk podwójnej ilości potasu daje przebieg temperatury poniżej krzywej *c*, po pewnym czasie jednak krzywa *d* przecina krzywą *c* i przechodzi znacznie wyżej ponad tą krzywą *c*. Z tego przebiegu wynika, że gleba wymaga K_2O w ilości 200 kg na każde 10,000 m² pola i może go w tej ilości przyswoić, nie należy jednak dodawać K_2O w tej ilości od razu na początku, ale należy najpierw dodać tylko w ilości 100 kg K_2O na każde 10,000 m² i dopiero po kilku tygodniach, jako tak zwany nawóz powierzchniowy, jeszcze raz dodać taką samą ilość. W ten sposób w pierwszym okresie wzrostu roślin wyzyskuje się dobre właściwości krzywej *c*, a potem nakłada się na tę krzywą silnie wznoszący się odcinek krzywej *d*. Początkowy przebieg krzywej *d* wskazuje, że gleba w dość znacznym stopniu jest wrażliwa na dodatek soli.

Do próbki odpowiadającej krzywej *e* dodano 30 mg P_2O_5 w postaci zwykle stosowanych nawozów fosforowych. Ilość dodana do próbki odpowiada w praktyce ilości 100 kg na każde 10,000 m² pola. Krzywa *e* temperatury wskazuje, że gleba doskonale znosi tę ilość kwasu fosforowego, ponieważ krzywa *e* przebiega w znacznym odstępnie ponad krzywą *a* i w ten sposób wykazuje dość silny i trwały przyrost temperatury, który jest proporcjonalny do rozwoju bakterii i do urodzajności gleby. Ponieważ krzywa *e* stale przechodzi nad krzywą *c*, więc przy pozostałych warunkach jednakowych wskazane jest doprowadzenie do gleby kwasu fosforowego zamiast równej mu ilości K_2O .

Próbka odpowiadająca krzywej *f* zawiera 600 mg P_2O_5 w postaci podanej powyżej, co odpowiada w praktyce ilości 200 kg na każde 10,000 m² pola. Krzywa *f* biegnie stale poniżej krzywych *c* i *e*. Dodatek za tem podwójnej ilości P_2O_5 działa

szkodliwie w porównaniu z dodatkiem do próbki, odpowiadającej krzywej *e*. W ten sposób dodawanie do danej gleby podwójnej ilości P_2O_5 nie tylko nie daje korzyści, ale przeciwnie dodanie tej substancji zmniejsza urodzajność gleby i wartość plonu w porównaniu z próbkami, odpowiadającymi krzywymi *c*, *d* i *e*.

Wartości przedstawione na rysunku zostały otrzymane w ciągu 72-godzinnej obserwacji. Próby same jednak prowadzone były w ciągu znacznie dłuższego okresu czasu i wykazały, że po pewnym czasie wszystkie krzywe zaczynają ponownie spadać, co oznacza, że ilości energii i pożywki doprowadzone do próbek gleby zostały zużyte. Spadek krzywych po dłuższym okresie wzrostu nie oznacza za tem złego wpływu środka dostarczającego energii lub pożywek, ale wskazuje na ich naturalne wyczerpanie. Nie można więc brać po prostu bezwzględnego przyrostu temperatury jako podstawy obserwacji, ale należy przyrosty te odnieść do próbki kontrolnej. Dopóki krzywe *b*,...*f* biegną ponad krzywą *a*, świadczy to o wpływie dodatnim na urodzajność gleby, nawet jeśli bezwzględne przyrosty temperatury, odpowiadające tym krzywym, zmniejszają się z biegiem czasu. Na ogół do wyboru rodzaju i ilości pożywek, jakie najlepiej jest doprowadzić do gleby, wystarcza obserwacja w ciągu 3 — 5 dni.

Po dłuższej obserwacji może się zdarzyć, że wszystkie lub niektóre krzywe *b* — *f* przecinają nawet krzywą *a*. Fakt ten nie musi jednak oznaczać, że dodatki do prób mają wpływ szkodliwy, lecz może wskazywać raczej na to, że życie bakterii przez dodanie pożywek zostało wzmożone w takim stopniu, iż wskutek rozrostu bakterii pożywki znajdujące się w tych próbkach zostały zużyte prędzej niż tam, gdzie życie bakterii nie było o tyle wzmożone, oraz iż życie bakterii ustało po zużyciu pożywek.

Skoro na podstawie opisanego badania ustali się te rodzaje i ilości pożywek, które wywierają wpływ najkorzystniejszy na urodzajność danej gleby, można przeprowadzić drugi szereg prób, w których te rodzaje i ilości, które pojedynczo wykazały najkorzystniejsze wyniki, łączy się ze sobą w najrozmaitszy sposób. Na przykład można połączyć ze sobą dodatki według próbek oznaczonych krzywymi *d* i *e* i w ten sposób ustalić, czy gleba znosi również obydwa te składniki jednocześnie i czy przez to urodzajność będzie podniesiona ponad odpowiadającą działaniu oddzielnych składników. Ewentualnie można przeprowadzić również badanie próbki, w której zawartość P_2O_5 waha się pomiędzy zawartością próbek odpowiadających krzywym *e* i *f*, i w ten sposób ustalić, czy np. 130 kg P_2O_5 na każde 10,000 m² pola daje w porównaniu z próbką odpowiadającą krzywej *e* wzrost plonu, odpowiadający zwiększeniu zużycia nawozu.

Ściśle biorąc, krzywe przedstawione na rysunku wymagają pewnej poprawki. Nawet przy najlepszej izolacji nie można bowiem całkowicie zapobiec przechodzeniu ciepła z naczyń zawierających próbki gleby do przestrzeni otaczającej. Ponieważ promieniowanie jest stosunkowo silniejsze przy wyższej temperaturze gleby, przeto należy zaopatrzyć krzywe we współczynniki poprawcze, które w granicach, w których dana krzywa leży tylko nieznacznie ponad temperaturą otoczenia, są mniejsze, niż w granicach, w których krzywa leży znacznie wyżej od temperatury otoczenia.

W celu porównania narysowane są w ostatniej części rysunku obok krzywych *a* i *d* krzywe poprawione *a'* i *d'*.

Przez dobrą izolację cieplną naczyń zawierających próbki można obniżyć poprawki do tak małych wartości, że nie mogą one wpływać na charakter krzywych i w większości przypadków wystar-

cza wyznaczenie krzywych niepoprawionych w celu ustalenia rodzaju i ilości dodawanych pożywek. Naczynia te są wykonane tak, że możliwy jest obieg powietrza, powodujący oddychanie gleby, bez jej nadmiernego wysychania w czasie przeprowadzania próby.

Aby osiągnąć wyniki były wiarogodne, próbki gleby powinny mieć możliwie dokładnie jednakową temperaturę początkową. Ponieważ dzięki doprowadzeniu środka, służącego jako źródło energii, wzrost temperatury w czasie obserwacji jest znaczny (stwierdzono wzrost do 11° C), więc drobne różnice temperatur początkowych nie posiadają poważniejszego znaczenia.

Ważne jest także, aby pożywki były dodawane do próbek gleby w ilościach, odpowiadających stosunkom rzeczywistym w pracy na polu. Ważne jest również, aby próbki były sobie równoważne pod względem zawartości powietrza, wody i ziemi oraz odpowiadały powyżej podanym ilościom, uznanym za najlepsze przez naukę i praktykę.

Sposób według wynalazku nadaje się ponadto do wykrywania różnych substancji zawartych w glebie w stanie związanym. Na przykład bor jest niezbędny do uniknięcia gnicia buraków cukrowych. Gleby buraczane mają często odczyn zasadowy, dzięki czemu bor znajduje się w nich w stanie związanym, niedostępnym dla roślin. W tym przypadku badanie może być przeprowadzone w ten sposób, że obserwacja dotyczy dwóch próbek gleby, z których jedna próbka jest zadana np. taką ilością boru, jaka odpowiada 5 kg na każde 10,000 m² pola, druga zaś jest słabo zakwaszona tak, aby wartość p_H gleby wynosiła poniżej 7,0.

Jeśli odczyn gleby jest silnie zasadowy, to bor, zawarty w pierwszej próbce, zostaje jeszcze bardziej związany wskutek adsorpcji i daje mniejszy wzrost tem-

peratury, niż w drugiej próbce, w której bor, zawarty w glebie, został uwolniony działaniem kwasu. W tym przypadku należy zbadać, czy dalsza próbka gleby z większą zawartością boru daje krzywą temperatur ponad krzywą tej próbki, do której dodano tylko kwasu, to znaczy należy zbadać, czy wystarczy samo uwolnienie boru związanego w glebie, czy też należy dodać dalsze ilości boru.

Uwagi przytoczone powyżej w odniesieniu do boru są słuszne oczywiście również w odniesieniu do innych podobnych pożywek, np. molibdenu, cynku, miedzi, manganu, jodu i innych środków — tak zwanych środków bodźcowych.

Sposób według wynalazku może być stosowany również do porównywania ze sobą nawozów i środków dostarczających energii oraz badania ich pod względem przydatności. Na przykład można stwierdzić, czy jakiś nawóz o składzie nieznanym wywiera na daną glebę ten sam wpływ, co np. taka sama ilość P_2O_5 lub podobnego nawozu, w ten sposób, że zadaje się próbki obydwoma substancjami i ustala się a następnie porównywa przebieg zmian ich temperatur. W ten sam sposób można zbadać także wartość np. substancji humusowych jako środków dostarczających energii z jednej strony oraz jako nośników pożywek z drugiej strony. W tym celu porównywa się przebieg zmian temperatury w próbce gleby wzbogaconej odpowiednio w substancję humusową z przebiegiem zmian temperatury w próbce tej samej gleby wzbogaconej w odpowiednią ilość cukru lub podobnej substancji oraz z dalszymi próbkami tej samej gleby wzbogaconej w odpowiednie substancje nieorganiczne. Przebieg zmian temperatury w różnych próbach wskazuje, czy substancja humusowa dorównywa porównywanym próbkom ze środkami dostarczającymi energii i pożywkami nieorganicznymi.

Sposób według wynalazku może być stosowany również jako podstawa do klasyfikacji na podstawie działania, jakie określone środki, dostarczające energii lub pożywki, wywierają na daną glebę. W ten sposób badaną glebę można określić jako bardzo wrażliwą na sole lub też mało wrażliwą na sole. Z faktu, że gleba bardzo silnie reaguje na środki dostarczające energii lub pożywki, można również wysunąć wniosek, że gleba sama przez się jest mało żyzna. Natomiast fakt, że pomimo dodatku środków dostarczających energii lub pożywek występuje tylko nieznaczny wzrost temperatury, wskazuje, że gleba sama jest bardzo urodzajna. Jeśli gleba słabo reaguje na środki dostarczające energii, natomiast silnie reaguje na pożywki w postaci np. soli, to stanowi to oznakę, że gleba sama jest bogata w środki dostarczające energii (substancje humusowe), ale brak jej np. dodatku soli, aby spożytkować ten zapas energii.

Sposób niniejszy jest całkowicie i zasadniczo odrębny od znanych sposobów badania gleby, ponieważ sposoby znane polegają na określaniu pewnego stanu, np. wzrostu źdźbieł, plonu nasion itd., albo na ustalaniu zupełnie określonych właściwości, np. zawartości potasu, łatwo rozpuszczalnego kwasu fosforowego itd. Sposób według wynalazku natomiast umożliwia przedstawianie stanów biologicznych i ich zmian, a także ich skutków w sposób ciągły oraz ustalanie ich w postaci obiektywnych odczytywań. Wykresy temperatury stanowią więc jakby żywy obraz właściwości gleby, z którego można odczytać zachowanie się gleby i poznać niewyzyskane możliwości biologiczne, istniejące w tej glebie.

Pomiary temperatur mogą być dokonywane w określonych odstępach czasu przez odczytywanie termometrów wetkniętych w próbki gleby i zapisywanie odczytów w postaci tabel, na podstawie których

można następnie wykreślać krzywe, albo też mogą one być zapisywane za pomocą znanych urządzeń zapisujących temperatury. Najbardziej nadają się te znane urządzenia, które umożliwiają jednoczesne zapisywanie różnych barwnych wykresów temperatur dla różnych termoelementów lub oporów elektrycznych i są całkowicie samoczynne.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Sposób oznaczania jakości i ilości pożywek, jakie powinny być doprowadzone do określonej gleby w celu osiągnięcia jak najwyższych plonów, znamienny tym, że wykreśla się przebieg zmian temperatury jednej lub większej liczby próbek gleby, do których dodano pożywek różnego rodzaju lub w różnych ilościach, i jako dodatki do gleby uprawnej wybiera się te rodzaje i ilości pożywek, których próbki wykazały najwyższy przebieg krzywej temperatury.

2. Sposób według zastrz. 1, znamienny tym, że do wszystkich próbek dodaje się środka dostarczającego energii, np. substancji humusowych lub ich równoważnika, np. cukru.

3. Sposób według zastrz. 1 i 2, znamienny tym, że przeprowadza się badanie przebiegu zmian temperatury jednej lub większej liczby próbek gleby, do których dodano różnych mieszanin tych pożywek, które same dały znaczny wzrost temperatury, i wybiera się te pożywki, które w mieszaninie dają silny wzrost temperatury.

4. Sposób według zastrz. 1 — 3, znamienny tym, że próbki gleby przygotowuje się tak, aby zawierały te same ilości powietrza, wody i ziemi, a mianowicie najlepiej 25% objętościowych powietrza, 25% objętościowych wody oraz 50% objętościowych ziemi.

5. Urządzenie do wykonywania spo-

sobu według zastrz. 1 — 4, znamienne tym, że składa się z izolowanych cieplnie naczyń z próbkami gleby, do których wstawione są znane narządy do mierzenia temperatury, przy czym naczynia te są wykonane tak, że możliwy jest obieg powietrza, powodujący oddychanie gleby bez

jej nadmiernego wysychania w czasie przeprowadzania próby.

E r i c h H. R e i n a u.
Zastępca: inż. F. Winnicki,
rzecznik patentowy.

