

„Waga Metelskiego“ — nowa metoda oznaczania skrobiowości w ziemniakach

Do określania zawartości skrobi w ziemniakach stosowane są dwie metody: fizyczna i chemiczna.

Najbardziej dokładną metodą jest metoda chemiczna — polarymetryczna jednak bardzo rzadko w praktyce stosowana.

Natomiast wszystkie stacje doświadczalne hodowli i selekcji roślin stosują wyłącznie metodę fizyczną, ponieważ metoda chemiczna nie może być w hodowli brana pod uwagę ze względu na całkowite zniszczenie próbek hodowlanych (kłąbów ziemniaczanych).

Do metod fizycznych zaliczyć należy:

1. Metodę Krockera — polega ona na tym, że wodę, w której znajdują się ziemniaki, zasala się tak długo, aż większa część ziemniaków zacznie unosić się w wodzie.

Wadą tej metody jest kłopotliwość, a otrzymane dane są przybliżone.

2. Przyrząd Arlanda — oparty na zależności między wodą wypartą przez ziemniaki, a ich gęstością. Wyparta woda zbiera się w rurce szklanej, która jest wycechowana i oznaczona odpowiednimi podziałkami.

Wadą tego przyrządu jest konieczna stała masa próby — (a 0,5 kg) oraz konieczność całkowitego wysuszenia przyrządu po każdym pomiarze.

3. Przyrządy oparte na prawie Archimidesa:

- a) Waga Reimanna,
- b) Waga Sengbuscha.

Typy tych wag są najbardziej obecnie rozpowszechnione.

Jednak zasadniczą wadą wspomnianych wag jest to, że do oznaczania zawartości skrobi konieczna jest stała masa próby oraz skomplikowany i stosunkowo długi proces badania, który jest mało praktyczny i mało wydajny z uwagi na poważne ilości materiału hodowlanego przeznaczonego do przerobu w stacjach doświadczalnych.

Błędy te zostały usunięte dopiero przez mgr Kazimierza Metelskiego, który skonstruował nowy, dotychczas nie spotykany typ wagi skrobiowej własnego, oryginalnego pomysłu¹.

Oprócz szeregu innych zalet, waga skrobiowa wynalazku mgr K. Metelskiego pozwala określać procentowość skrobi niezależnie od masy próby.

Teoretycznie można określać skrobiowość masy w granicach od 0 do ∞ jednostek masy.

Praktycznie, ze względów konstrukcyjnych, autor ograniczył zasięg działania przyrządu w zakresie dziesięciokrotnym, tzn. stosunek masy najmniejszej do masy największej dla danego aparatu ma się jak 1:10; jeśli np. najmniejsza masa wynosi 50 jednostek masy, to największa masa, jaka może być zbadana, ma 500 jednostek masy.

Specjalne znaczenie ma ten przyrząd dla hodowców ziemniaka, których interesuje gęstość pojedynczej bulwy i gęstość masy jednego pojedynka, tj. masy ziemniaków zebranych spod jednego krzaka, poza tym przemysł rolny często będzie używał przyrządu w wypadku prób mniejszych od 5 kg.

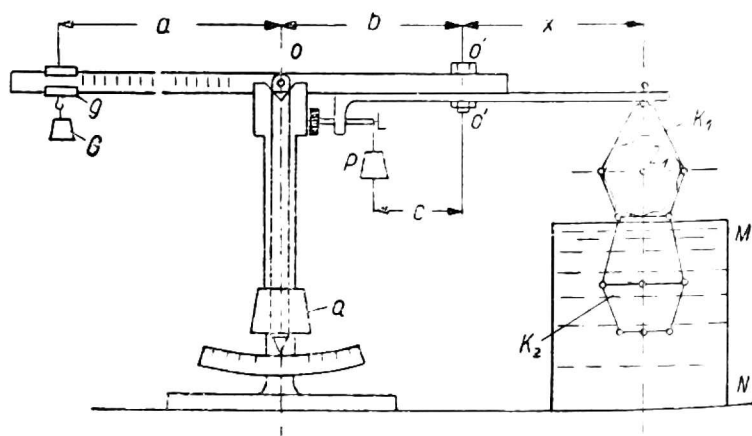
Przyrząd jest zbudowany na zasadzie dźwigni dwuramiennej i prawa Archimidesa.

Na lewym ramieniu dźwigni znajduje się podziałka wycechowana w procentach skrobi i ewentualnie z drugiej strony lewego ramienia można podać podziałkę wycechowaną w gęstości. Na tymże ramieniu znajduje się przeciwwaga badanej masy ziemniaków składająca się z 2 części: suwaka (g) i odpowiedniego ciężarka przyczepionego do suwaka (G).

Na prawym ramieniu, którego długość jest zmienna (zmienia się część oznaczona x), umieszcza się w górnym koszyczku, znajdującym się stale nad poziomem wody (K_1), nieznaną masę ziemniaka (Z). Drugi koszyczek (K_2) znajduje się stale pod wodą na jednakowej głębokości w momencie równowagi w powietrzu i w wodzie.

Cechowanie skali zależy od długości początkowej lewego ramienia i wzajemnego stosunku suwaka (g) do jego obciążenia (G).

Rys. 1 wskazuje stan równowagi w powietrzu.



Rys. 1

Rys. 2 wskazuje stan równowagi, gdy badana próba (Z) znajduje się w dolnym koszyku (K_2).

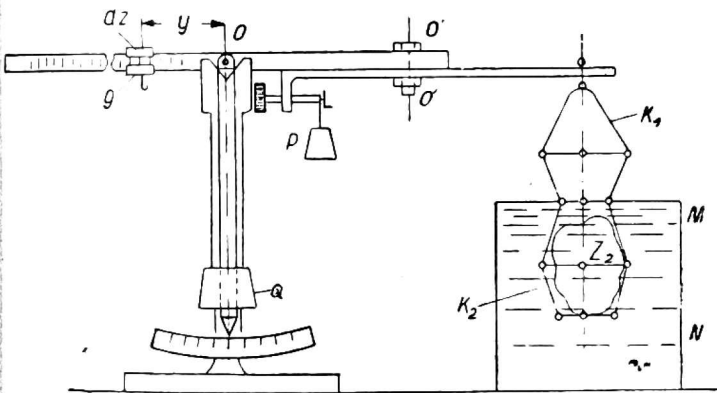
Dla oznaczenia skrobiowości nieznannej masy ziemniaków (Z) umieszczamy przeciwwagę ($g + G$) w stałej odległości (a) od punktu obrotu (O), z drugiej strony, na prawym ramieniu, w koszyczku ponad wodą (K_1) umieszczamy masę (Z). Jeśli próba ziemniaków (Z) jest za lekka dla zrównoważenia przeciwwagi ($G + g$), to rucho-

¹ Wynalazek K. Metelskiego został opatentowany w Urzędzie Patentowym P. R. L.

mą część ramienia (X) wydłużamy, aż nastąpi równowaga zgodnie z prawem momentów:

$$(G + g) a = (b + x) Z_1$$

To równanie charakteryzuje stan równowagi w powietrzu. Jednakże zwiększając zmienną część ramienia (X) odsuwaliśmy koszyki (Z) od osi obrotu (O), przez co moment prawostronny wzrastał nie tylko wskutek odsuwania próbki ziemniaków (Z_1) ale i koszyków.



Rys. 2

Aby uniezależnić się od masy koszyków (K), momentowi ($K_1 + K_2$). X przeciwstawiamy moment $P \cdot c$, tak że powstaje na prawym ramieniu pomocnicza dźwignia dwuramienna obracająca się w płaszczyźnie poziomej naokoło punktu (O') i pozostająca w równowadze względem tego punktu według równania:

$$(K_1 + K_2) X = P \cdot c$$

Zmiana położenia tej dźwigni w płaszczyźnie poziomej nie wpływa na stan równowagi przyrządu względem punktu obrotu (O).

Jeśli próba (Z) jest za ciężka, to ramię od strony próby skracamy, obracając pomocniczą dźwignię tak, aby koszyki znalazły się bliżej punktu obrotu (O), wskutek czego zmienna część ramienia (x) zmniejsza się do wielkości (X_1) i nastąpi równowaga przyrządu według równania:

$$(b + x_1) = (G + g) a$$

Jeśli próbę przesypujemy z koszyka górnego (Z_1), znajdującego się stale nad wodą, do koszyka dolnego (Z_2), znajdującego

się stale pod wodą, to ziemniaki o masie Z_1 , zgodnie z prawem Archimedes'a, będą ważyły pod wodą Z_2 , gdzie:

$$Z_2 = Z_1 \left(\frac{d_z - 1}{d_z} \right)$$

a d_z oznacza gęstość ziemniaków.

Aby zrównoważyć ziemniaki pod wodą, należy długość lewego ramienia zmienić

również w stosunku: $\frac{d_z - 1}{d_z}$

Wyrażone przy pomocy wzorów oba stany równowagi: 2) pod wodą i 1) w powietrzu wyglądają następująco:

$$1) (g + G) a = (b + x) \cdot Z_1$$

$$2) a \frac{d_z - 1}{d_z} (g + G) = (b + x) \frac{d_z - 1}{d_z} Z_1$$

Z wzorów tych wynika, że skrócenie lewego ramienia dla uzyskania równowagi dźwigni zasadniczej (przyrządu) przy próbie ziemniaków zanurzonej w wodzie jest

wprost proporcjonalne do ułamka $\frac{d_z - 1}{d_z}$,

a więc nie zależy od masy Z_1 , czyli skrócenie ramienia (a) będzie takie same przy ziemniakach o różnej masie a takiej samej skrobiowości, (a) jest więc funkcją gęstości (d_z).

Długość ramienia (y) odpowiadająca skrobiowości (d_z) będzie wynosiła:

$$y = a \frac{d_z - 1}{d_z}$$

Wzór ten można wykorzystać do nanieśienia na lewe ramię skali gęstości: na długości (y) piszemy (d_z).

Weźmy przykład liczbowy.

Długość lewego ramienia przy równowadze w powietrzu:

$$a = 40 \text{ cm}, d_z = 1,0638 \frac{g}{\text{cm}^3}$$

$$y = 40 \text{ cm} \frac{1,0638 - 1}{1,0638} = 2,4 \text{ cm}$$

Widzimy, że punkt odpowiadający gęstości $1,0638 \frac{g}{\text{cm}^3}$ i skrobiowości $10,5\%$

znajduje się w odległości $2,4 \text{ cm}$ od punktu obrotu (O), zaś punkt odpowiadający

gęstości $1,0753 \frac{g}{\text{cm}^3}$ i skrobiowości $12,9\%$

w odległości $y = 40 \text{ cm}$

$$\frac{1,0753 - 1}{1,0753} = 2,8 \text{ cm}$$

Tak otrzymana skala (gęstości) byłaby mało dokładna; na odległość $0,4 \text{ cm}$ ($2,8 - 2,4$) trzeba by było nanieść podziałkę dla $2,4\%$ ($12,9\% - 10,5\%$) skrobi.

Ażeby podziałkę rozrzedzić, wprowadzono przeciwwagę składającą się z 2 części: ruchomej (g) zwanej suwakiem, i nieruchomej (G) odczepianej od suwaka w czasie równoważenia próby pod wodą.

Stosunek $g : G = 1 : 9$.

Jeśli przeciwwaga ($G + g$) dla równoważenia masy ziemniaków pod wodą (Z_1) zajmie na ramieniu lewym położenie y, to sam przesuwnik (g) dla zrównoważenia tej samej masy musi zająć w myśl prawa momentów położenie równe $10 y$ ponieważ:

$$\frac{g}{G + g} = \frac{1}{10}, \text{ czyli } g = \frac{1}{10} (G + g).$$

Dzięki temu rozwiązaniu do wycechowania $2,4\%$ skrobi otrzymujemy odcinek długości 10 razy większej, a więc nie $0,4 \text{ cm}$, a $4,0 \text{ cm}$; skala staje się więc rzadsza i wyraźniejsza.

Na lewym ramieniu umieszczamy skalę skrobiowości według tabeli Fotha, wiążącej gęstość ziemniaków z ich skrobiowością.

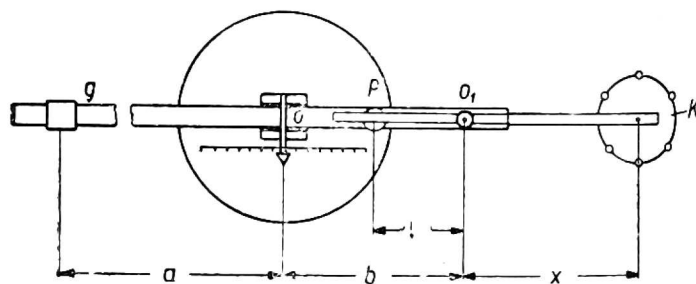
Aby przyrząd mógł określać skrobiowość prób w granicach dziesięciokrotnej

różnicy masy, wzajemna zależność między b i x ujęta jest wzorem:

$$b + x : b - x = \frac{10}{1}$$

Najlżejsza masa będzie badana przy długości ramienia ($b + x$), dziesięć razy większa masa (największa) — przy długości ($b - x$).

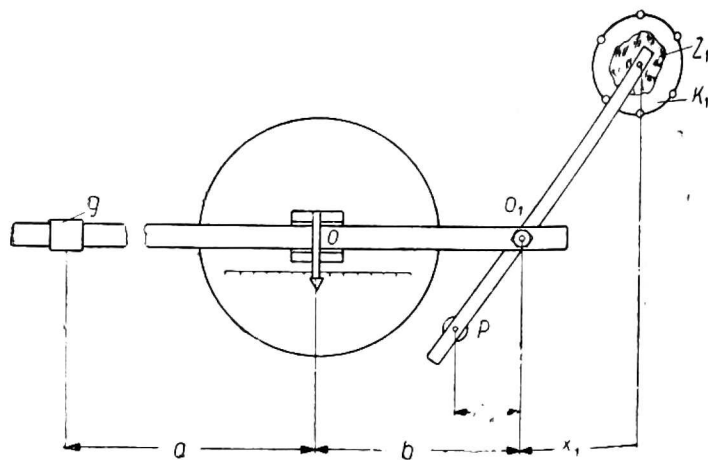
Pomysłem mgr Metelskiego zainteresowało się szereg hodowców-ziemniaczarzy, a szczególnie bardzo pozytywnie został wy-



Rys. 3

nalazek ten oceniony przez Centralny Zarząd Selekcji Roślin, który w laboratoriach swoich miał poważne trudności w dokładnym i szybkim określeniu skrobi w tak licznym materiale hodowlanym.

Trudności te wynikały przede wszystkim z braku dostatecznej ilości wag skrobiowych pochodzących z importu oraz z



Rys. 4

uwagi na krótki okres czasu przerobu przy stosunkowo małej ilości wykwalifikowanych pracowników.

Dnia 17 grudnia 1954 r. na prośbę Centralnego Zarządu Selekcji Roślin mgr Metelski zademonstrował działanie wagi skro-

biowej własnego pomysłu w obecności pracowników Wydziału Hodowli i kilku głównych hodowców-ziemniaczarzy.

Konsultant hodowli ziemniaków CZSR mgr R. Połczyński, który był obecny w czasie demonstrowania działania wagi, wydał następującą opinię: „założenia zademonstrowanej wagi skrobiowej pomysłu mgr Metelskiego są oryginalne i bardzo interesujące. Wielką zaletą tej wagi jest możliwość stwierdzenia zawartości skrobi zarówno jednego kłębu, jak i większej ilości ziemniaków, bez konieczności przeprowadzania skomplikowanych manipulacji przy instrumencie i równocześnie ustalenie wagi badanego materiału“.

Główny hodowca Stacji Selekcji Roślin w Płochocinie inż. Prüffer złożył do CZSR opinię: „waga skrobiowa pomysłu inż. Metelskiego łącząc dwie czynności: odważanie próbki i określanie skrobi (dotychczas nie spotykane w używanych wagach skrobiowych) jest praktyczna i będzie ułatwiać i przyspieszać pracę. Dodatnią stroną jest również możliwość określenia skrobi w małych próbkach, a nawet w pojedynczych kłębach. Wagi należałoby wyrabiać w wielkości do 2 kg, gdyż ta

wielkość próbek jest najczęściej spotykana w pracy hodowlanej“.

Pod względem przydatności waga skrobiowa tego typu ma duże znaczenie dla naszej hodowli i doświadczalnictwa, jak również użyta może być do celów przemysłowych.

Możliwie szybkie wprowadzenie do hodowli wagi skrobiowej pomysłu mgr K. Metelskiego przyspieszy pracę laboratoryjną i pozwoli rozwiązać wiele zagadnień, w których chodzi o określenie skrobi w pojedynczych kłębach ziemniaczanych, a przede wszystkim umożliwi uproszczenie prac laboratoryjnych oraz uzyska się poważną oszczędność sił roboczych i funduszy wydatkowanych dotychczas na ten cel.

Reasumując dotychczasowe wypowiedzi należy stwierdzić, że wynalazek ten jest poważnym wkładem naukowym, ponieważ został nareszcie rozwiązany problem określenia skrobiowości niezależnie od wielkości próby (ilości materiału hodowlanego).

Myśl mgr K. Metelskiego powinna być rozpowszechniona nie tylko w kraju, ale też i zagranicą.

S. Grudkowski