

SŁAWOMIR PODLASKI

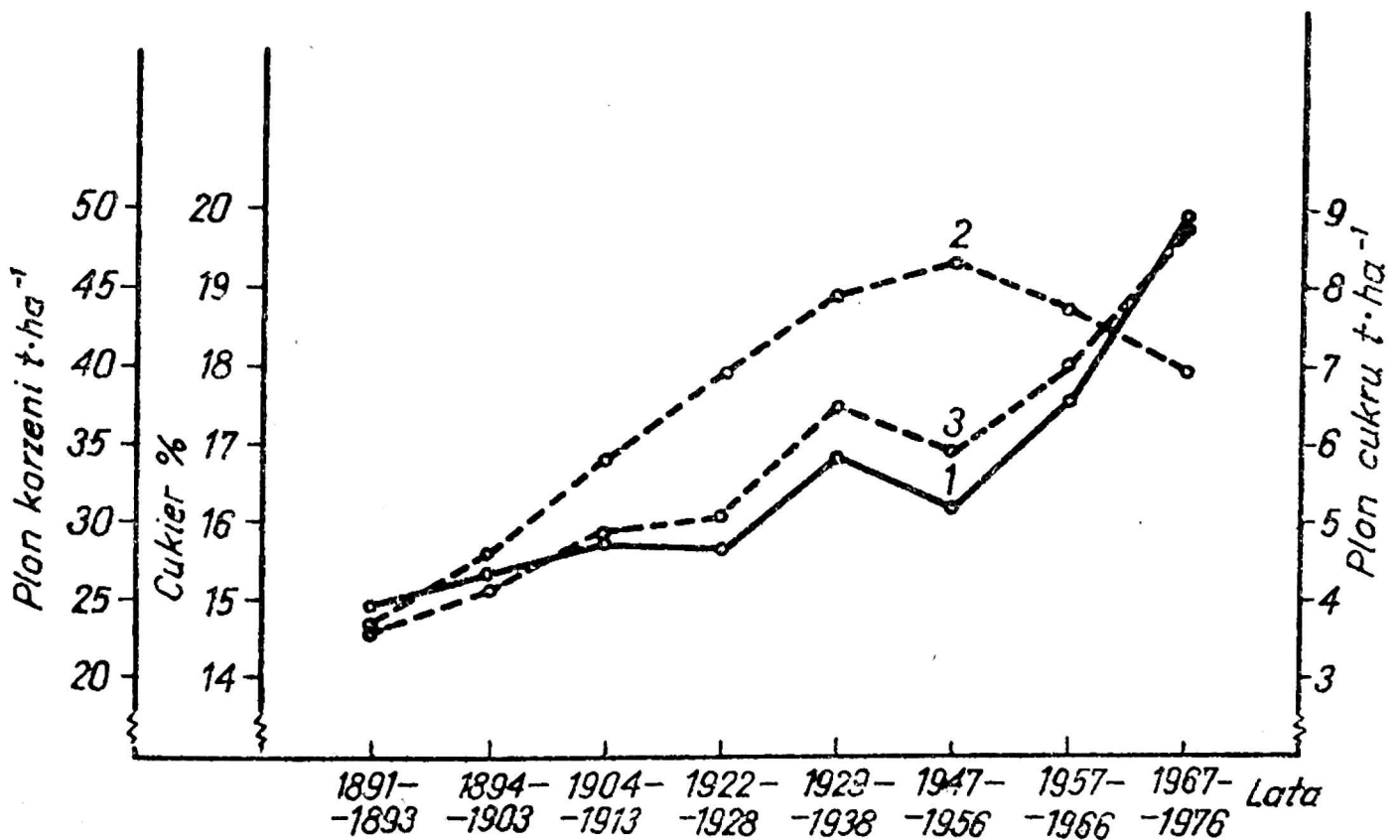
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego — Akademia Rolnicza w Warszawie

## FIZJOLOGICZNO-HODOWLANE PROBLEMY PLONOWANIA BURAKÓW CUKROWYCH

### CZEŚĆ II. FIZJOLOGICZNY KIERUNEK HODOWLI

Burak cukrowy jest rośliną najintensywniej hodowaną od początków hodowli roślin. W związku z tym interesujące byłoby stwierdzenie, jak zmieniła się ta roślina pod wpływem hodowli i jakie są perspektywy dalszego podnoszenia plonów cukru metodami hodowlanymi.

W celu znalezienia odpowiedzi na te pytania, zestawiono wyniki doświadczeń odmianowych od samego początku ich prowadzenia, tj. od 1891 do 1976 r. Biorąc pod uwagę wysoki poziom prowadzenia tych doświadczeń przyjęto, że wyniki te są w pełni porównywalne. Poziom agrotechniki w doświadczeniach odmianowych pod koniec XIX w. nie



Rys. 1 Kształtowanie się niektórych cech jakościowych buraków cukrowych w doświadczeniach odmianowych w latach 1891—1976; 1 — plon korzeni, 2 — % cukru, 3 — biologiczny plon cukru

odbiegał wiele od obecnego stanu. Natomiast pielęgnacja tych doświadczeń ze względu na dostępność siły roboczej, była lepsza niż obecnie. Wyniki doświadczeń odmianowych dotyczące plonu korzeni, procentowej zawartości cukru i biologicznego plonu cukru przedstawiono na rysunku. Biorąc pod uwagę osiągnięte rezultaty doświadczeń odmianowych, hodowlę buraków można podzielić na 3 zasadnicze fazy. F a z a I. Lata 1891—1930. Główna uwaga hodowców była skoncentrowana na podniesieniu procentowej zawartości cukru. Średnia zawartość cukru wzrosła od 14,7% w latach 1891—1893, do 17,95% w roku 1928. Średni przyrost zawartości cukru dochodził do 0,1% na rok. Plony korzeni utrzymywały się na niskim poziomie 25—28 t ha<sup>-1</sup>.

F a z a II. Od początku lat trzydziestych do końca lat pięćdziesiątych. Procentowa zawartość cukru nadal rośnie osiągając w sprzyjających warunkach klimatycznych w 1953 r. swój górny pułap 21,07%. Jednocześnie wzrasta również plon korzeni. Wyrazem rosnącego zainteresowania hodowców podniesieniem plonu korzeni jest opinia prof. E. Załęskiego, który w 1930 r. stwierdził: „Obecnie w polskiej hodowli buraków cukrowych dokonuje się przewrót w kierunku połączenia wysokiej cukrowości z plonem korzeni” [11]. W latach 1937—38 rozpoczynają się nowe doświadczenia z „odmianami plennymi”, które przy plonie korzeni 40—41 t ha<sup>-1</sup> i zawartości cukru w granicach 17,4—17,7% dają biologiczny plon cukru rzędu 6,9—7,3 t ha<sup>-1</sup>. Gospodarcze przemiany po II wojnie światowej wzmocniły tendencję do przechodzenia z odmian typu cukrowego do normalnego.

F a z a III. Od początku lat sześćdziesiątych do obecnej chwili. Szybko rośnie plon korzeni przy jednoczesnym powolnym spadku procentowej zawartości cukru. W 1961 r. wchodzi do doświadczeń 2 znaczące odmiany poliploidalne AJ-Poly 1 i AJ-Poly 2. W ciągu 20 lat (1956—76), biorąc za podstawę średnie wyniki z lat 1951—55 i 1971—75, zawartość cukru spada prawie 0,09% w ciągu roku, natomiast plon korzeni rośnie w tym samym czasie, średnio o 0,95 t ha<sup>-1</sup>. W latach siedemdziesiątych plon korzeni dochodzi do 50 t ha<sup>-1</sup>. Dzięki temu biologiczny plon cukru osiąga 9 t ha<sup>-1</sup>. W 1971 r. pojawiają się odmiany jednonasienne typu PN.

Biorąc pod uwagę przedstawione wyniki nasuwa się pytanie co było główną przyczyną osiągniętego wzrostu plonu cukru. Najłatwiej odpowiedzieć na to, śledząc kształtowanie się cech jakościowych odmian, które długo pozostawały w rejonizacji. Do takich należą: AJ-3, pierwszy raz badana w doświadczeniach w 1948 r, AJ-4, znana jeszcze sprzed wojny i AJ-Poly 1 wraz z AJ-Poly 2, istniejące od 1961 r. Dynamikę zmian cech jakościowych tych odmian przedstawiono w tab. 1. Z przedstawionych danych wynika wyraźnie, że główną przyczyną wzrostu biologicznego plonu cukru było pójście w kierunku odmian coraz bardziej plen-

Tabela 1

Kształtowanie się niektórych cech jakościowych odmian w różnych okresach czasu

Cechy jakościowe	Odmiany			
Plon korzeni w latach t ha <sup>-1</sup>	AJ-3	AJ-4	AJ-Poly 1	AJ-Poly 2
1954—61	33,8	35	—	—
1961—64	—	—	39,9	40,7
1971—78	47,1	49,7	49	49,3
% cukru w latach				
1954—61	19,09	18,59	—	—
1961—64	—	—	18,59	18,35
1971—78	18,2	17,8	17,9	17,5
Plon cukru t ha <sup>-1</sup> w latach				
1954—61	6,5	6,55	—	—
1961—64	—	—	7,39	7,44
1971—78	8,61	8,86	8,86	8,87

nych. Powstaje więc pytanie, jakie są dalsze możliwości zwiększania plonów cukru na drodze hodowli. Wprowadzone na początku lat siedemdziesiątych odmiany jednonasienne typu PN zaczynają już dorównywać plonem cukru odmianom wielonasienным, dzięki wysokiemu plonowi korzeni, przy zawartości cukru w granicach 16,5—17%. Panuje dość zgodna opinia że nie powinno się już obniżać procentowej zawartości cukru poniżej 16%. Dodatkowo, ożywiona wymiana materiałów hodowlanych w skali międzynarodowej, zwiększa możliwość ograniczenia zmienności genetycznej, poprzez coraz większe upodobnienie się genotypów do siebie. Jednocześnie, w najbliższym czasie trudno oczekiwać jakiś dużych zmian w metodach hodowlanych. W związku z tym zbliżamy się do momentu, kiedy coraz trudniej będzie uzyskiwać dalszy wzrost plonów, nawet przy ciągle polepszającym się technicznym wyposażeniu warsztatu pracy hodowcy. Dlatego, powinno się większą uwagę zwrócić na te cechy buraka, które w największym stopniu limitują plon, a nigdy nie były w bezpośredni sposób oceniane w czasie selekcji.

W przeciętnych warunkach agroekologicznych dalszy wzrost plonów ogranicza powolny wzrost aparatu liściowego na początku wegetacji a następnie, mało efektywna dystrybucja wytworzonych asymilatów. W związku z tym wyłaniają się 2 podstawowe fizjologiczne zadania dla hodowli buraków:

1. Otrzymanie genotypów dających szybkie i wysokie wschody polowe w niższych temperaturach. Oprócz tego, genotypy te powinny się charakteryzować szybszym wzrostem na początku wegetacji.
2. Zwiększenie dystrybucji asymilatów do korzenia.

*Selekcja genotypów szybciej wschodzących i rosnących na początku wegetacji*

Podstawowym warunkiem dla realizacji tego zadania jest zwiększenie odporności na pośpiechowość. Uzyskanie lepszych wschodów polowych umożliwi spełnienie drugiej części zadania — przyśpieszenie wzrostu siewek w niższych temperaturach. Skoncentrowanie się tylko na poprawieniu wschodów polowych nie da pełnego efektu, ponieważ po pewnym czasie wzrost genotypów wolniej i szybciej wschodzących, wyrówna się. Według Campbella [1] dodatni efekt wczesnego kiełkowania nasion istniejących odmian, utrzymuje się zwykle do 12 tygodni po siewie a potem zanika.

Do podobnych wniosków doszła Thorne i inni [6], która stwierdziła, że nie zawsze wzrost powierzchni liściowej na początku wegetacji wpływa korzystnie na końcową suchą masę rośliny, czy też plon cukru. Często długi okres czasu, jaki upływa od momentu zadziałania bodźca zwiększającego LAI a czasem zbioru, zacierają jego dodatni efekt. Zgodne z tym poglądem są rezultaty osiągnięte przez Loacha [4]. Stwierdził on, że sucha masa roślin była powiązana z LAI tylko w ciągu pierwszych 3 miesięcy wegetacji. W tym okresie liście nie zakryły jeszcze w pełni międzyrzędzi. Szybki wzrost powierzchni liściowej u 6 odmian buraków, na początku wegetacji, nie miał jednak dodatniego wpływu na końcowy plon. Jednak ostatnie doświadczenia we Francji z zastosowaniem folii rozkładającej się na świetle, wskazują, że kiedy połączy się szybsze i lepsze wschody polowe z większym przyrostem powierzchni liściowej na początku wegetacji, wtedy uzyskuje się pozytywne wyniki.

W dużych doświadczeniach prowadzonych w Szampanii, pod przykryciem z folii, uzyskano wschody buraków o 7 dni wcześniejsze. Po 70 dniach wegetacji liście buraków pod przykryciem zajmowały dwukrotnie większą powierzchnię, a ilość roślin na hektarze była większa. W końcowym rezultacie uzyskano wyższą plonu cukru sięgającą  $2 \text{ t ha}^{-1}$  [3].

Selekcja na zdolność i szybkość kiełkowania w niższych temperaturach jest dość prosta. Istnieje duża zmienność w reakcji różnych genotypów na niską temperaturę. Wood [9] porównując kiełkowanie 16 odmian w temperaturze  $2^{\circ}\text{C}$ , osiągnął zdolność kiełkowania wahającą się

od 7 do 38%. Według Ludvana i Viraga [5] selekcja na zdolność kiełkowania w niskich temperaturach jest bardzo efektywna. Po trzykrotnej selekcji kiełkowanie niektórych rodów zwiększało się o taką samą wartość. Korzystnie zmieniała się także szybkość kiełkowania. Stosując tą metodę, obniżono skłonność do pośpiechowości w większym stopniu aniżeli stosując metodę wczesnego siewu (tab. 2).

Tabela 2

Wpływ różnych sposobów selekcji na pośpiechowość rodów buraków cukrowych.  
Wg Ludvana i Viraga [5]

Sposób selekcji	Procent pośpiechów	
	na Węgrzech	we Francji
2×selekcja w niskiej temperaturze.	12,8	56,2
3×selekcja metodą wczesnego siewu.	16,7	81,9

Ellerton (wg Whittingtona 8) twierdzi, że w celu polepszenia odporności na niską temperaturę kiełkowania, najlepiej jest zastosować następującą metodykę: 1) Zbadać zdolność kiełkowania genotypów w optymalnych warunkach, 2) Powtórnie testować wszystkie wstępnie wybrane materiały przez wysiew ich w kompoście w temperaturze 6°C.

Obecnie we wszystkich ośrodkach hodowli buraka cukrowego prowadzi się selekcję w kierunku polepszenia zdolności kiełkowania w niskich temperaturach. Nie prowadzi się dalszej selekcji w kierunku przyspieszenia wzrostu buraków na początku wegetacji. Brak również prac zmierzających do selekcyjonowania genotypów odpornych na możliwie wiele niesprzyjających warunków wschodów czy też początkowych faz wzrostu. Mając takie genotypy nawet przy nie zmienionej produktywności pojedynczych roślin, uzyskałoby się poprawienie produktywności populacji, poprzez otrzymanie optymalnej obsady buraków. Obecnie, trudności z uzyskaniem zaplanowanej obsady roślin, są podstawowym czynnikiem utrudniającym wzrost plonów w produkcji. Spowodowane to jest niskimi 40—50% wschodami połowymi, na skutek braku odporności genotypów na niesprzyjające warunki kiełkowania. Dlatego podstawowym zadaniem jest opracowanie metodyki, która pozwoliłaby jednocześnie selekcyjonować genotypy według ich odporności na niską temperaturę, brak lub nadmiar czy też ubicie gleby.

### Zwiększenie dystrybucji asymilatów do korzenia

Wydajność fotosyntetyczna buraków mierzona współczynnikiem E, jest dość podobna u różnych genotypów. Izumiyama [3] porównując 12 odmian buraków, w tym odmiany japońskie, polską AJ-Poly1 i inne czołowe odmiany zachodnioeuropejskie, nie stwierdził dużych różnic w kształtowaniu się tej cechy.

Watson i Witts [7] porównując E buraków odmiany KWE z dzikimi burakami gatunku *Beta maritima* nie znalazł różnic pomiędzy tymi dwoma formami, gdy LAI wynosiło 1. Gdy LAI rosło od 1 do 2, E dla buraka spadło o 6%, natomiast u *B. maritima* od 13 do 29%. Według Watsona spowodowane to było większym zacienianiem liści u dzikiego buraka, który po 4 miesiącach wegetacji wytwarzał 100 ułożonych horyzontalnie liści. Dla porównania burak cukrowy wytworzył w tym okresie 24 liście, które były bardziej wyprostowane. Watson i Witts [7] stwierdzają, że hodowla nie zmieniła fotosyntetycznej aktywności tej rośliny, zmieniła jedynie kształt, ilość i ustawienie liści, co wpłynęło na ich mniejsze wzajemne zacienianie się.

W świetle obecnych wyników, dane otrzymane przez Watsona mogą być również rozpatrywane w kategoriach wzajemnej zależności pomiędzy pojemnością akceptorów a zdolnością produkcji donorów.

Loach [4] porównywał 6 odmian buraków cukrowych różniących się plennością, zawartością cukru, jak również ustawieniem liści. Autor ten stwierdził, że wystąpiły małe różnice w kształtowaniu się E od początku wegetacji do września. Pod koniec okresu wegetacji różnice te powiększały się, jako wynik nierównomiernego u różnych odmian, zamierania starszych liści i wytwarzania nowych.

Opierając się na przedstawionych wynikach, nie wydaje się możliwe wykorzystanie w hodowli różnic w fotosyntetycznej wydajności poszczególnych genotypów. Spowodowane jest to małym zakresem zmienności występującym w tym względzie.

Jeżeli porównuje się wydajność innych procesów fizjologicznych, to największe różnice pomiędzy genotypami występują w kształtowaniu się C i dystrybucji asymilatów. Według Izumiyamai [3] właśnie na dystrybucję asymilatów należy zwrócić szczególną uwagę, chcąc dalej podnosić plony korzeni. W jego badaniach zaobserwowano wysoką korelację między współczynnikiem dystrybucji suchej masy a plonem korzeni. Współczynnik dystrybucji oznaczany był dla okresu wegetacji 17. VII—15. VIII w następujący sposób: (masa korzeni 15. VIII — masa korzeni 17. VII) (całkowita sucha masa 15. VII — całkowita sucha masa 17. VII). Pomiedzy 17.VII a 15.VIII rośliny osiągnęły maksimum LAI i C. Jedno-

częściej przyrost masy korzenia był najbardziej uzależniony od dystrybucji suchej masy.

Podobnie Loach [4] pod koniec okresu wegetacji znalazł istotną dodatnią korelację pomiędzy E różnych odmian a współczynnikiem dystrybucji suchej masy. W tym czasie E było zależne od 2 czynników: 1) Utrzymywania się ciągle tej samej pokrywy liściowej; 2) Zdolności korzenia do akumulacji asymilatów.

Loach zwraca uwagę, że małemu E we wrześniu towarzyszyło szybkie zamieranie starszych liści, niezależnie od szybkości z jaką powstawały nowe liście, najprawdopodobniej mniej wydajne niż stare.

Najważniejsze dane otrzymane przez Loach zestawiono w tab. 3.

Tabela 3

Niektóre cechy fizjologiczne różnych odmian buraków cukrowych pomiędzy 29. VIII a 25. IX. Wg Loacha [4]

Odmiany	E	Tempo		Wsp. dystrybucji *)	
		zamierania starych liści	powstawa- nia no- wych liści	2—31.VII	1—29.VIII
	g m <sup>-2</sup> tydz. <sup>-1</sup>				
Sharp's Klein E	26	wolne	szybkie	55	66
KWE AA	10	szybkie	szybkie	48	44
T. 6	9	szybkie	szybkie	45	51
Q.7412 T	16	wolne	wolne	59	60
Zwaanpoly	25	wolne	wolne	51	74
Sharp's Klein					
Polybeet	0	szybkie	szybkie	51	49
Diff.	4,9			3,5	6,8

\*) — Wsp. dystrybucji obliczono podobnie jak Izumiyama

Dla wykazania jak ważna dla plonowania buraków jest dystrybucja asymilatów, Izumiyama [3] przeprowadził dwukrotną selekcję, przyjmując współczynnik dystrybucji za index selection. Stwierdził, że większość linii selekcjonowana w ten sposób dała wysokie plony korzeni. Natomiast wśród linii, gdzie kryterium selekcji była wyłącznie masa korzeni, pod koniec wegetacji, znalazł tylko kilka genotypów wysoko plonujących. Biorąc te linie i zmieniając schemat rozmieszczenia roślin na poletkach porównawczych, nie otrzymał ponownie pozytywnych wyników. Świadczyło to o tym, że wzajemne oddziaływanie roślin na siebie a nie właściwości genetyczne były przyczyną osiągnięcia wysokich plonów.

Na fakt, że wzajemne oddziaływanie roślin i czynniki środowiskowe często zacierają i wypaczają otrzymane wyniki na poletkach porównawczych, zwrócił uwagę również Doney [2]. Według jego badań po 5 miesiącach wegetacji, zmienność środowiskowa w 85% wpłynęła na końcowy plon korzeni. Porównanie natomiast średnicy hypokotyłu siewek, które wyrosły w wermikulicie, 21 dni po wschodach, dało wyniki tylko w 30% zależne od środowiska i w 70% od genotypu.

Przedstawione powyżej rezultaty badań wskazują, że większą uwagę należy zwrócić na dynamikę narastania suchej masy w okresie wegetacji. Opieranie się wyłącznie na wynikach poletek porównawczych może nie dać pełnego obrazu genetycznych możliwości plonowania. Wydaje się jednak, że najbardziej efektywną drogą poprawienia plonowania buraków jest zwiększenie dystrybucji suchej masy do korzenia. Użycie współczynnika dystrybucji, jako kryterium selekcji mogłoby okazać się bardzo pomocne dla osiągnięcia zamierzonych celów.

#### LITERATURA

1. Campbell G. K. G.: Agric. Progress. 41, 1966.
2. Doney D. L., Theurer J. C.: Crop Sc. 16.4, 1976.
3. Izumiyama Y.: Res. Bull. Hokkaido Nat. Agric. Exp. St. 1978. 121.
4. Loach K.: Ann. appl. Biol. 66.2, 1970.
5. Ludvan G., Virag J.: A. Repa. 4, 1968.
6. Thorne G. N., Ford M. A., Watson D. J.: Ann. Bot. 31, 1967.
7. Watson D. J., Witts K. J.: Ann. Bot. 91, 1959.
8. Whittington W. J.: Genetic regulation of germination. Rozdział w Seed Ecology. Proceedings University of Nottingham. Ed. W. Heydecker 1971.
9. Wood R. R.: Proc. A. A. S. S. B. T. 7, 1952.
10. Wyniki doświadczeń odmianowych PKOO, COBORU.
11. Załęski E.: Gaz. Cukr. 67.42, 1930.