Gradient lokalizacji kwasu askorbinowego w jabłku jako funkcja przynależności odmianowej

Gradient de la localisation de l'acide ascorbique dans la pomme, considéré comme
fonction de la variété étudiée

KAZIMIERZ BOGDAŃSKI

I. WSTĘP

Różni autorzy donosili już o nierównomiernym rozmieszczeniu kwasu askorbinowego (KA) w jabłku, stwierdzając wyższy poziom jego zawartości w mięszu podskórnym aniżeli w przygnieźdnym (np. T a v e r n i e r, J a c q u i n 1946), a rzekomo bezwzględnie najniższy w samym gnieździe nasiennym (B u r i a n e k i w s p. 1953). W niniejszej pracy, w wyniku skrawania licznych cienkich warstw ułożonych kolejno wzdłuż przebiegu pewnych charakterystycznych linii owocu, starano się sprecyzować ściślej lokalizację KA, ażeby móc wyznaczyć jej gradient.

Znajomość gradientu daje przyczynek pozwalający na hipotetyczne przedstawienie przebiegu biosyntezy KA w owocach oraz stanowi wskaźnik położenia miejsc o najniższych poziomach zawartości KA, najsilniejszego reduktora tkanek. Można założyć *à priori*, że w rejonie o najniższej zawartości KA występuje najwyższy stopień potencjalnego zagrożenia tkanki w przypadku obniżania się ogólnego poziomu zawartości KA w owocu. Rejon ten może bowiem wtedy przeradzać się w strefę depresji. Wiadomo, że w wyniku działania polifenoloksydaz następuje brązowienie soków jabłkowych (B o g d a ń s k i 1954) w rejonie, gdzie polifenole utleniają się już w sposób nieodwracalny, a to w wyniku zmniejszania się, aż do poziomu depresji, zawartości KA (L e g r a n d, B o g d a ń s k i 1950).

Szereg tzw. „fizjologicznych chorób przechowalniczych”, jak oparzelizna chłodniowa, brązowienie (wokół) gniazda nasennego itd., charakteryzuje się właśnie występowaniem plam barwy brązowej pochodzenia chinonowego (z utleniania polifenoli). Stąd też na jakość przechwalności jabłka ogromny wpływ wywierają odmianowe cechy konfiguracyjne poziomów zawartości KA (B o g d a ń s k i 1960 a, c).

II. MATERIAŁ I METODYKA

A. Materiał roślinny stanowiły typowe owoce (doprowadzone do stanu dojrzałości) otrzymane od znanych hodowców z określonych pomologicznie odmian, wg następującego alfabetycznego wykazu:

1. „Bancroft” (Sad IS-u, Dąbrowice),
2. „Belle de Boskoop” (Z przechowalni Reifenberga, Paryż, Francja),
3. „Boiken” (Sad IS-u, Skierniewice),
4. „Calville Blanc” (C.N.R.S., Meudon, Francja),
5. „Clochard” (Jordan, Meudon, Francja),
6. „Cortland” (Sad IS-u, Skierniewice),
7. „Golden Delicious” (import z f-my skupu „Asproman”, Chile),
8. „Jonathan” (Sad IS-u, Dąbrowice),
9. „Kantówka gdańska” (Sad IS-u, Skierniewice),
10. „Ontario” (Sad IS-u, Skierniewice),
11. „Pepina Linneusza” (Sad Wieprzkowicza, Skierniewice),
- 12a. „Red Delicious” (Jordan, Meudon, Francja),
- 12b. „Red Delicious” (Sad IS-u, Skierniewice),
13. „Reinette du Mans” (C. N. R. S., Meudon, Francja),
14. „Starking” (Sad IS-u, Dąbrowice),
- 15a. „Stayman Winesap” (Jordan, Meudon, Francja),
- 15b. „Stayman Winesap” (Majątek Lavalade, Castel-Sarassin, Francja).

B. Sposób skrawania. Do badań przedstawionych w rozdziale III (pkt A i B) skrawano plasterki standartowej miąższości wzdłuż linii średnicowej owocu (prostopadłej do osi jabłka i przechodzącej przez jej środek), przy czym linia ta łączyła południk najsilniejszej ekspozycji słonecznej z południkiem przeciwnym (tzn. w położeniu oddalonym geodezoidalnie o 180°).

Do badań przedstawionych w rozdziale III (pkt C) pobierano wyjątkowo warstwy wzdłuż konturu podłużnego przekroju jabłka.

C. Przygotowanie ekstraktu analitycznego. Skrawki (silnie transpirujące, patrz np. tab. 1) szybko umieszczano¹ w wytarowanych naczyniach z 10 ml roztworu wodnego kwasu szczawiowego i ważono. Następnie całość przenoszono do moździerza i rozcierano z 4 ml piasku dodając dalszą porcję 10 ml roztworu, po czym określoną ilość ekstraktu przenoszono do zlewki w celu zmiareczkowania.

Wielkość błędów wywołanych powyższymi manipulacjami przedanalitycznymi jest przedstawiona w tabelach 2—4. Jak to wynika z tab. 2 pipeta użyta do przenoszeń stwarzała w ręku wykonawców niedobory, gdyż 10 ml wody w temp. 20°C

¹ W przypadku warstwy obwodowej mierzono powierzchnię strużyny, by móc ustalić jej gramaturę — bardzo ważny parametr grubości. W żadnej innej warstwie znaleziony poziom zaw. KA nie jest w tak bardzo silnym stopniu skorelowany (negatywnie) z grubością skrawania.

TABELA 1

Ubytki transpiracyjne ze skrawków kilku jabłek

Odmiana	Czas ważenia na automatycznej wadze analitycznej "Mettlera"	Ciężar ćwiartki g	Ubytki wagowe na jednostki czasu:
Calville blanc	0	53,934	24 mg/4 min = 1 mg/10 sek
	4	53,809 ⁵	
Calville blanc ⁵ (prawdopodobnie)	0	46,405	10 mg/1 min
	2,5	46,382	6,4 mg/1 min
	12,5	46,318	4 mg/1 min
	26,5	46,262	4,3 mg/1 min
	32,5	46,236	
Stayman Winesap	0	55,735	8,4 mg/ 1 min
	8	55,668	

Czas ważenia wyrażono w minutach.

posiada ciężar 9982 mg. Niedobór ten wynosił dla laborantki I. Ch. (średni wynik 9935 mg) — 47 mg, czyli ok. pół procenta ilości przeniesionej, a dla laborantki B. W. (średni wynik 9955 mg) — 27 mg, czyli ok. ćwierć procenta tej ilości. Choć przenoszenie dokonywane przez laborantkę I. Ch. obarczone jest dwukrotnie większym niedoborem w porównaniu do przenoszenia przez B. W., to jednak większy jest też stopień powtarzalności wielkości przenoszonych w przypadku I. Ch., bo niższa jest odchyłka standartowa: 14 mg dla I. Ch., wobec 16 mg dla B. W. Ta ostatnia dokonała wszystkich ważeń, a także 30-tu pomiarowych przenoszeń (uwidocznionych w prawej części tab. 2) wodnego roztworu kwasu szczawowego tą samą, co poprzednio, pipetą, otrzymując średni wynik $10001 \text{ mg} \pm 19 \text{ mg}$ w 20°C . Stąd więc przyjęto c. wł. tego roztworu w 20°C za równy ok. 1,005. Przy standartowym przenoszeniu materiału z naczynka wagowego do moździerza w pierwszych doświadczeniach (1957 r., Meudon we Francji) szacowano pozostające zwilżenie naczynka na 150 mg, później (Skierniewice) wyznaczano je statystycznie dla dwóch serii naczynek typu A i B, o cechach następujących: Typ A — o promieniu podstawy 16 mm, wysokości 31 mm, typ B — o promieniu 21 mm, wysokości 42 mm. Jak to uwidoczniono w tabeli 3, pozostałość w naczynku typu A wynosi $171 \pm 19 \text{ mg}$, a typu B — aż $266 \pm 34 \text{ mg}$. Stąd więc stosunek pozostałości w naczynkach dużych, w porównaniu do małych, wynosi średnio 1,56, podczas gdy stosunek ich powierzchni podstaw — 1,87, a stosunek ich objętości — 1,71. Stosowano więc jedynie naczynka serii A.

Wreszcie w tabeli 3 przedstawiono wagowo ilości dodawanego piasku. Łyzeczka 4 mililitrowa wprowadzała średnio 8413 mg piasku ze zmiennością wyrażającą się odchyłką standartową $\pm 394 \text{ mg}$. Zmienność ta — choć znaczna — nie miała jednak wpływu na obliczenia analityczne. Określono, że ciężar właściwy nasypowy użytego piasku wynosił ok. 2,1. Klasyczne źródła (np. Kalendarz Chemiczny) podają, że ciężar właściwy piasku luźno nasypanego (technicznego) wynosi 1,6—1,7, a c. wł. tworzywa piasku: 2, 66.

TABELA 2

Stopień dokładności pipetowania przy pomocy jednej pipety, dokonywanego przez
dwie laborantki
wyniki podane w miligramach

Nr naczynka wagowego	Pobór wody przez dwie laborantki						Pobór wodnego roztworu 1%-owego kwasu szczawio- wego przez B.W.		
	Laborantka I, Ch.			Laborantka B.W.					
	Naważka netto	d	d ²	Naważka netto	d	d ²	Naważka netto	d	d ²
1	9938	+ 3	9	9969	+ 14	196	10008	+ 7	49
2	9940	+ 5	25	9961	+ 6	36	10009	+ 8	64
3	9933	- 2	4	9960	+ 5	25	10020	+ 19	361
4	9960	+ 25	625	9969	+ 14	196	10013	+ 12	144
5	9912	- 23	529	9961	+ 6	36	10017	+ 16	256
6	9950	+ 15	225	9960	+ 5	25	10013	+ 12	144
7	9951	+ 16	256	9951	- 4	16	10022	+ 21	441
8	9935	00	000	9972	+ 17	289	10019	+ 18	324
9	9932	- 3	9	9960	+ 5	25	10013	+ 12	144
10	9928	- 7	49	9966	+ 11	121	10014	+ 13	169
11	9925	- 10	100	9959	+ 4	16	9947	- 54	2916
12	9946	+ 11	121	9943	- 12	144	9974	- 27	729
13	9937	+ 2	4	9955	00	000	9985	- 16	256
14	9944	+ 9	81	9963	+ 8	64	10007	+ 6	36
15	9928	- 7	49	9952	- 3	9	9992	- 9	81
16	9925	- 10	100	9956	+ 1	1	9976	- 25	625
17	9946	+ 11	121	9957	+ 2	4	10013	+ 12	144
18	9915	- 20	400	9912	- 43	1849	9949	- 52	2704
19	9958	+ 23	529	9963	+ 8	64	9995	- 6	36
20	9933	- 2	4	9940	- 15	225	9997	- 4	16
21	9915	- 20	400	9903	- 52	2704	10006	+ 5	25
22	9928	- 7	49	9977	+ 22	484	10001	0	00
23	9912	- 23	529	9957	+ 2	4	10020	+ 19	361
24	9941	+ 6	36	9959	+ 4	16	10014	+ 13	169
25	9933	- 2	4	9964	+ 9	81	10010	+ 9	81
26	9947	+ 12	144	9967	+ 12	144	10005	+ 4	16
27	9937	+ 2	4	9960	+ 5	25	9999	- 2	4
28	9913	- 22	484	9933	- 22	484	10003	+ 2	4
29	9916	- 19	361	9954	- 1	1	10008	+ 7	49
30	9950	+ 15	225	9957	+ 2	4	9990	- 11	121
$\Sigma/30$	9935			9955			10001		
Σd^2			5476			7298			10466
$\Sigma d^2/(n-1)$			189			252			361
S			14			16			19

TABELA 3

Stopień dokładności pipetowania przy pomocy jednej pipety oraz wyznaczenie przeciętnej ilości pozostawionego płynu w naczyniach wagowych po usunięciu z nich roztworu kwasu szczawiowego przez wylanie

Lp. naczyni- ka	Ciężar przepipetowane- go kwasu 10 ml w mg	Ciężar pozostawionej reszty kwasu w mg	Obliczenia statystyczne S*			
			d	d ²	d	d ²
			dokładność pipetowania		dokładność opróżniania naczynia	
S E R I A A	1	9955	- 11	121	+ 7	49
	2	9973,5	+ 8	64	- 33	1089
	3	9969,5	+ 4	16	+ 19	361
	4	9958	- 8	64	- 17	289
	5	9966	0	0	- 22	484
	6	9966,5	+ 1	1	- 9	81
	7	9958	- 8	64	+ 3	9
	8	9985,5	+ 20	400	+ 15	225
	9	9967	+ 1	1	+ 8	64
	10	9958	- 8	64	+ 27	729
$\Sigma/10$ S	99657	1706,5	795		3380	
	9966	171	$\sqrt{88,3} = 9$		$\sqrt{379} = 19$	
S E R I A B	1	9962	- 16	256	- 14	196
	2	9976	- 2	4	- 30	900
	3	9960	- 18	324	+ 47	2209
	4	9995	+ 17	289	+ 61	3721
	5	9972	- 6	36	+ 35	1225
	6	9955	- 23	529	- 15	225
	7	9980	+ 2	4	- 17	289
	8	9978	0	0	- 17	289
	9	9982	+ 4	16	- 33	1089
	10	10015	+ 37	1369	- 19	361
$\Sigma/10$ S	99775	2658	2827		10504	
	9978	266	$\sqrt{314} = 18$		$\sqrt{1167} = 34$	

$$*) S = \sqrt{\frac{\Sigma d^2}{n-1}}$$

TABELA 4

Wzrost ilości wagowych poboru piasku lysieczką
ca 4-mililitrową

Nr próby	Ciążar netto (w miligramach)	d	d ²
1	8422	+ 009	81
2	8974	+ 561	314721
3	8020	- 393	154449
4	8822	+ 409	167281
5	8353	- 060	3600
6	7807	- 606	367236
7	8618	+ 205	42025
8	8076	- 337	113569
9	8843	+ 430	184900
10	8191	- 223	49729
Σ	84126		1397591
$\Sigma/10$	8413		
s			$\sqrt{155287} =$ $= 394$

D. Oznaczanie kwasu askorbinowego. Miareczkowania ekstraktu dokonano odczynnikiem Tillmansa o mianie 0,05 mg/ml do goździkowatego koloru trwającego 15 sekund. Wymnażanie liczby wy-miareczkowania przez miano i odnoszenie wyniku do ciężaru naważki zostało przeprowadzone po odliczeniu ślepej próby, po czym wyrażano ostateczny wynik w promilach zawartości KA w danym pokładzie tkanki.

E. Interpretacja i ekspozycja wyników. Wyniki stabelaryzowano stosując numerację skrawków, począwszy od obwodowe-go, oznaczanego numerem 1. Reperem wskaźnikowym położenia głębszych warstw jest miejsce przebiegu wiązek, co zostało przedstawione w ta-belach (symbol „p. w.”) i na rycinach (kropki). Lewe strony przekrojów profilowych przedstawiają stronę jabłka najbardziej eksponowaną na działanie promieni słonecznych.

III. WYNIKI BADAŃ

A. Skrawanie prymitywne (Meudon). Badanie w oparciu o skrawanie prymitywne siedmiu odmian (nr 2, 4, 5, 7, 12a, 13, 15a, 15b — vide pkt IIA), analizowanych przez autora we Francji, wykazało specy-ficzny przebieg średnicowej krzywej profilu poziomów zawartości KA, zobrazonej przykładowo na rycinie 1 dla odmiany „Golden Delicious”. Hipoteza postulowanego przebiegu krzywej — jedynie w oparciu o nie-

Ryc. 1. Interpolowany profil poziomów zawartości KA wzdłuż przekroju jabłka z odmiany „Golden Delicious”

liczne skrawania — wymagała potwierdzenia przez zastosowanie techniki bardziej precyzyjnej.

B. Skrawanie precyzyjne. Odmiany badane w oparciu o skrawanie precyzyjne (Skierniewice) pozwoliły na bardziej dokładne określenie profilowej krzywej gradientu lokalizacji KA, podanej przykła-

Ryc. 2. Diagram synoptyczny poziomów zawartości KA w jabłku z odmiany „Pepina Linneusza” z niezauważalnym rumieńcem, dokonany według profilu przebiegającego wzdłuż średnicowej linii przekroju

dowo dla odmiany „Pepina Linneusza” na ryc. 2. Stabelaryzowane dane dla odmian skrawanych precyzyjnie są częściowo podane w tabelach 5—13.

TABELA 5

Lokalizacja KA w pokładach jabłka z odmiany „Starking”
z dnia 3. IV. 1959 r.

Strona jabłka	Lp.	Specyfika pokładu	Ciężar skrawka (w mg)	Zawartość KA	
				bezwzględna (w mg)	względna (w promilach)
R u m i a n a	1	„skórka”	548	0,129	0,24
	2	miąższ	1118	0,023	0,02
	3	miąższ	2099	0,020	0,01
	4	miąższ	835	0,014	0,018
	5	miąższ	1731	0,009	0,005
	6	miąższ	1619	0,007	0,004
	7	miąższ	1329	0,005	0,004
	8	miąższ + p.w.	1124	0,008	0,007
	9	miąższ	2630	0,033	0,013
	10	kom nasienne	1328	0,035	0,026

Srednia względna zawartość KA w ćwiartce = 0,020‰.

Gramatura „skórki” = 0,050 g/cm².

Drobne wiązki widoczne nawet w rejonie styczonym ze skórka.

I tak w tabeli 5 uwzględniono dane dla 10 warstw pobranych popromieniowo z jabłka odmiany „Starking”. W dalszych tabelach uwzględniono wyniki dla 20 warstw, tzn. dla dwóch kompletów 10-warstwowych pobieranych popromieniowo z dwóch promieni, leżących na jednej linii i tworzących średnicę jabłka. Z wyjątkiem danych zawartych w tabeli 6 (dla odmiany „Kantówka Gdańska”) można przyjąć, że strona jabłka określona jako „rumiana” jest stroną silniej eksponowaną na działanie promieni słonecznych. Dotyczy to więc tabeli 7 (odmiana „Cortland”), tabeli 8 („Jonathan”) i dalszych. W tabelach 9 i 10 dla odmiany „Boiken” przedstawiono obraz wielkości zmienności indywidualnej poziomów zawartości KA w miąższu z danej odmiany. Wahania te są nieznaczne z wyjątkiem pozornych różnic poziomu w warstwie obwodowej, uzależnionego od miąższości jej skrojenia. Podane gramatury pozwalają jednak na dokonanie odpowiednich deniwelacji poziomów. Gramatury były bowiem niższe przy skrawaniu w dniu 14.II aniżeli 12.III, stąd poziomy warstw obwodowych są w tabeli 10 wyższe aniżeli w tabeli 9. Tabele 11, 12 i 13 przedstawiają dane dla odmiany „Ontario”, w której ogólny poziom zawartości KA maleje nieco na przestrzeni 35 dni.

TABELA 7

Lokalizacja KA w poślach jabłka z odmiany "Cortland"
z dnia 17. IV. 1959 r.

Strona jabłka	Lp.	Specyfika pokładu	Ciężar strawki (w mg)	Zawartość KA	
				bezwzględna (w mg)	względna (w promilach)
	1	"skórka"	697	0,062	0,09
	2	miąższ	1303	0,037	0,03
	3	miąższ	1715	0,026	0,015
	4	miąższ	1014	0,016	0,016
	5	miąższ	1812	0,012	0,007
	6	miąższ + p.w	2086	0,011	0,005
	7	miąższ + p.w	1044	0,009	0,009
	8	miąższ	864	0,009	0,010
	9	miąższ	1570	0,011	0,007
	10	kom nasienne	705	0,015	0,021

Srednia względna zawartość w ćwiartce = 0,016 ‰;
Gramatura "skórki" = 0,056 g/cm²

TABELA 6

Lokalizacja KA w pokładach jabłka z odmiany "Kantówka Gdańska"
z dnia 9. IV. 1959 r.

Strona jabłka	Lp.	Specyfika pokładu	Ciężar strawki (w mg)	Zawartość KA	
				bezwzględna (w mg)	względna (w promilach)
	1	"skórka"	438	0,262	0,60
	2	miąższ	827	0,136	0,16
	3	miąższ	911	0,075	0,08
	4	miąższ	1215	0,078	0,06
	5	miąższ	751	0,035	0,05
	6	miąższ + p.w	903	0,056	0,04
	7	miąższ + p.w	897	0,031	0,03
	8	miąższ	1221	0,052	0,04
	9	miąższ	2194	0,101	0,05
	10	kom nasienne	1305	0,060	0,05

Srednia względna zawartość w ćwiartce = 0,081 ‰;
Gramatura "skórki" = 0,052 g/cm²

Strona jabłka	Lp.	Specyfika pokładu	Ciężar strawki (w mg)	Zawartość KA	
				bezwzględna (w mg)	względna (w promilach)
	1	"skórka"	772	0,110	0,14
	2	miąższ	1240	0,051	0,04
	3	miąższ	1592	0,029	0,018
	4	miąższ	2051	0,034	0,017
	5	miąższ	1913	0,024	0,013
	6	miąższ	1664	0,024	0,014
	7	miąższ + p.w	1789	0,016	0,009
	8	miąższ + p.w	1869	0,019	0,010
	9	miąższ	2844	0,054	0,019
	10	kom nasienne	839	0,021	0,025

Srednia względna zawartość KA w ćwiartce = 0,023 ‰;
Gramatura "skórki" = 0,059 g/cm²

Strona jabłka	Lp.	Specyfika pokładu	Ciężar strawki (w mg)	Zawartość KA	
				bezwzględna (w mg)	względna (w promilach)
	1	"skórka"	461	0,072	0,16
	2	miąższ	848	0,046	0,05
	3	miąższ	772	0,023	0,03
	4	miąższ	823	0,018	0,02
	5	miąższ	704	0,010	0,014
	6	miąższ + p.w	760	0,016	0,021
	7	miąższ + p.w	742	0,018	0,024
	8	miąższ	649	0,014	0,022
	9	miąższ	1865	0,081	0,043
	10	kom nasienne	1020	0,037	0,036

Srednia względna zawartość KA w ćwiartce = 0,039 ‰;
Gramatura "skórki" = 0,057 g/cm²

TABELA B

Localizacja KA w pokładach jabłka z odmiany "Jonathan"
z dnia 6. IV. 1959 r.

Strona jabłka	Lp.	Specyfika pokładu	Ciężar skrawka (w mg)	Zawartość KA	
				bezwzględna (w mg)	względna (w promilach)
	1	"skórka"	617	0,274	0,44
	2	miąższ	1240	0,036	0,03
	3	miąższ	1472	0,013	0,009
	4	miąższ	2070	0,017	0,008
	5	miąższ	1890	0,012	0,006
	6	miąższ	1512	0,009	0,006
	7	miąższ + p.w	1404	0,012	0,009
	8	miąższ	1401	0,010	0,007
	9	miąższ	2459	0,038	0,015
	10	kom nasionne	1428	0,025	0,018

Średnia względna zawartość w ćwiartce = 0,029 ‰;
gramatura "skórki" = 0,052 g/cm²

	1	"skórka"	664	0,068	0,10
	2	miąższ	988	0,024	0,024
	3	miąższ	1682	0,018	0,011
	4	miąższ	1615	0,016	0,010
	5	miąższ	1286	0,011	0,009
	6	miąższ + p.w	1558	0,015	0,010
	7	miąższ + p.w	1082	0,013	0,012
	8	miąższ	861	0,006	0,007
	9	miąższ	1991	0,041	0,021
	10	kom nasionne	818	0,012	0,015

Średnia względna zawartość w ćwiartce = 0,018 ‰;
gramatura "skórki" = 0,069 g/cm²

TABELA 9

Localizacja KA w pokładach jabłka z odmiany "Boiken"
z dnia 12. III. 1959 r.

Strona jabłka	Lp.	Specyfika pokładu	Ciężar skrawka (w mg)	Zawartość KA	
				bezwzględna (w mg)	względna (w promilach)
	1	"skórka"	1161	0,602	0,52
	2	miąższ	1437	0,160	0,11
	3	miąższ	2208	0,111	0,05
	4	miąższ	1945	0,062	0,03
	5	miąższ	1825	0,043	0,02
	6	miąższ + p.w	2329	0,047	0,02
	7	miąższ + p.w	1877	0,043	0,02
	8	miąższ	3712	0,043	0,01
	9	miąższ	2375	0,057	0,02
	10	kom nasionne	1852	0,054	0,03

Średnia względna zawartość w ćwiartce = 0,059 ‰;
gramatura "skórki" = 0,077 g/cm²

	1	"skórka"	1150	0,204	0,18
	2	miąższ	1692	0,054	0,03
	3	miąższ	2064	0,034	0,02
	4	miąższ	2391	0,027	0,01
	5	miąższ	1980	0,023	0,01
	6	miąższ + p.w	1747	0,022	0,01
	7	miąższ	1457	0,025	0,02
	8	miąższ	1663	0,034	0,02
	9	miąższ	2252	0,050	0,02
	10	kom nasionne	1401	0,035	0,03

Średnia względna zawartość w ćwiartce = 0,029 ‰;
gramatura "skórki" = 0,088 g/cm²

TABELA 10

Lokalizacja KA w pokładach jabłka z odmiany "Boiken"
z dnia 14. III. 1959 r.

Strona jabłka	Lp.	Specyfika pokładu	Ciężar skrawka (w mg)	Zawartość KA	
				bezwzględna (w mg)	względna (w promilach)
Rumiana	1	"skórka"	926	0,694	0,75
	2	miąższ	1703	0,215	0,13
	3	miąższ	2115	0,103	0,05
	4	miąższ	1853	0,07	0,025
	5	miąższ	1767	0,025	0,015
	6	miąższ	1391	0,014	0,01
	7	miąższ + p.w	1070	0,008	0,0075
	8	miąższ	1262	0,014	0,01
	9	miąższ	2686	0,037	0,015
	10	kom nasionne	1004	0,055	0,035

Srednia względna zawartość w gwarcie = 0,076 ‰;
gramatura "skórki" = 0,057 g/cm²

Mieruniłana	1	"skórka"	1056	0,242	0,23
	2	miąższ	1603	0,073	0,05
	3	miąższ	1692	0,030	0,02
	4	miąższ	1668	0,023	0,01
	5	miąższ	1949	0,023	0,01
	6	miąższ + p.w	1461	0,014	0,01
	7	miąższ + p.w	1559	0,037	0,02
	8	miąższ	1483	0,031	0,025
	9	miąższ	2732	0,049	0,02
	10	kom nasionne	1147	0,043	0,04

Srednia względna zawartość w gwarcie = 0,035 g/cm²
gramatura "skórki" = 0,073 g/cm²

TABELA 11

Lokalizacja KA w pokładach jabłka z odmiany "Ontario"
z dnia 9. III. 1959 r.

Strona jabłka	Lp.	Specyfika pokładu	Ciężar skrawka (w mg)	Zawartość KA	
				bezwzględna (w mg)	względna (w promilach)
s	1	"skórka"	1321	1,286	0,97
	2	miąższ	2140	0,609	0,28
	3	miąższ	4326	0,497	0,11
	4	miąższ	2822	0,496	0,18
	5	miąższ	1925	0,284	0,15
	6	miąższ	2261	0,317	0,14
	7	miąższ + p.w	2561	0,347	0,14
	8	miąższ	2393	0,317	0,13
	9	miąższ	3903	0,633	0,16
	10	kom nasionne	1564	0,205	0,13

Srednia względna zawartość w gwarcie = 0,198 ‰;
gramatura "skórki" = 0,076 g/cm²

s	1	"skórka"	1402	0,928	0,66
	2	miąższ	2110	0,568	0,27
	3	miąższ	2447	0,532	0,26
	4	miąższ	2555	0,595	0,23
	5	miąższ	2382	0,506	0,21
	6	miąższ	2271	0,415	0,18
	7	miąższ + p.w	2387	0,385	0,16
	8	miąższ	1950	0,316	0,16
	9	miąższ	3235	0,602	0,19
	10	kom nasionne	1601	0,213	0,13

Srednia względna zawartość w gwarcie = 0,231 ‰;
gramatura "skórki" = 0,093 g/cm²

Tabela 12

Lokalizacje KA w pokładach jabłka z odmiany "Ontario"
z dnia 2. IV. 1959 r.

Strona jabłka	Lp.	Specyfika pokładu	Ciężar skrawka (w mg)	Zawartość KA	
				bezwzględna (w mg)	względna (w promilach)
	1	"skórka"	1273	0,939	0,74
	2	miąższ	1703	0,425	0,25
	3	miąższ	2443	0,490	0,20
	4	miąższ	2454	0,370	0,15
	5	miąższ	2620	0,320	0,12
	6	miąższ + p.w	2071	0,212	0,10
	7	miąższ + p.w	1838	0,164	0,09
	8	miąższ	1426	0,092	0,06
	9	miąższ	2089	0,178	0,09
	10	kom nasionna	1153	0,109	0,09

Średnia względna zawartość w ćwiartce = 0,173 ‰;
gramatura "skórki" = 0,091 g/cm²

	1	"skórka"	690	0,362	0,52
	2	miąższ	1296	0,291	0,22
	3	miąższ	1735	0,297	0,17
	4	miąższ	1434	0,194	0,14
	5	miąższ	1679	0,196	0,12
	6	miąższ + p.w	1160	0,102	0,09
	7	miąższ + p.w	951	0,080	0,08
	8	miąższ	936	0,057	0,06
	9	miąższ	1383	0,141	0,10
	10	kom nasionna	651	0,042	0,06

Średnia względna zawartość w ćwiartce = 0,161 ‰;
gramatura "skórki" = 0,068 g/cm²

Tabela 13

Lokalizacja KA w pokładach jabłka z odmiany "Ontario"
z dnia 13. IV. 1959 r.

Strona jabłka	Lp.	Specyfika pokładu	Ciężar skrawka (w mg)	Zawartość KA	
				bezwzględna (w mg)	względna (w promilach)
	1	"skórka"	955	0,795	0,83
	2	miąższ	2075	0,593	0,29
	3	miąższ	1872	0,336	0,18
	4	miąższ	2315	0,199	0,086
	5	miąższ	2165	0,151	0,070
	6	miąższ + p.w	1589	0,065	0,041
	7	miąższ + p.w	2066	0,038	0,018
	8	miąższ	2086	0,015	0,007
	9	miąższ	1495	0,018	0,012
	10	kom nasionna	1349	0,019	0,014

Średnia względna zawartość w ćwiartce = 0,124 ‰;
gramatura "skórki" = 0,074 g/cm²

	1	"skórka"	995	0,475	0,48
	2	miąższ	1668	0,279	0,167
	3	miąższ	1507	0,112	0,074
	4	miąższ	1694	0,090	0,053
	5	miąższ	1344	0,017	0,013
	6	miąższ + p.w	1238	0,001	0,001
	7	miąższ + p.w	1166	0,003	0,003
	8	miąższ	677	0,004	0,006
	9	miąższ	339	0,006	0,018
	10	kom nasionna	1838	0,008	0,004

Średnia względna zawartość w ćwiartce = 0,080 ‰;
gramatura "skórki" = 0,098 g/cm²

C. Lokalizacja KA po konturze przekroju. Określenie lokalizacji kwasu askorbinowego po konturze (wzdłużnie połówiącego) przekroju jabłka (ryc. 3) zostało dokonane na odmianie „Boiken” w oparciu o analizy warstwy obwodowej i warstwy miąższu jej podległego. Wielkość

Ryc. 3. Schemat przedstawiający względną zawartość KA w warstwach obwodowych i podobwodowych jabłka odmiany „Boiken” na przekroju wzdłużnym

odcinków poprzecznego zakreskowania jest proporcjonalna do zawartości KA. Bliższe dane zawarte są w poprzedniej pracy autora na ten temat (Bogdański 1950 b).

IV. WNIOSKI

1. Zasada ugradientowania profilu konfiguracji poziomów zawartości KA wzdłuż linii średnicowej jabłka jest typowa dla tego owocu i niezależna od pewnych fluktuacji odmianowych (ryc. 4).

2. Odmianowa charakterystyka ugradientowania wyraża się zwłaszcza dwoma następującymi parametrami:

a — poziom początkowy w warstwie przypowierzchniowej (obwodowej),

Ryc. 4. Zestawienie kilkunastu odmianowych gradientów poziomów zawartości kwasu askorbinowego wzdłuż średnicowej linii jabłka, wychodzącej z południka maksymalnej ekspozycji słonecznej, prostopadłej do osi jabłka i przecinającej ją połowiacą. Cyfry oznaczają odmiany wg wykazu podanego w rozdz. II A; linia ciągła oznacza średnią międzyodmianową stanowiąc miernik dla gradientu gatunkowego

b — stopień malenia poziomów w miarę porównywania coraz to głębszych warstw tkanki miększu bezzieleniowego.

Wpływ tych czynników da się wyrazić krzywą $y_1 = N \log (a - bx)$, gdzie y wyraża poziom zawartości KA, zaś x — stopień zagłębienia mierzony po linii średnicowej od epidermis.

3. Powyższym wzorem można też wyrazić wnikanie promieni, zgodnie z prawem Lamberta, które można by uważać za czynnik sprawczy dla badanego gradientu, bo aktywujący powstawanie prekursora KA w sezonie wegetacyjnym. Stąd więc z zasady — u wszystkich odmian badanych a jest wyższe po silniej eksponowanej na promienie słoneczne stronie jabłka. Natomiast b wyrażałoby w tym przypadku stopień ekstynkcji bezbarwnego mięszu dla tych promieni (pomiaru wielkości takiej ekstynkcji opisane są w pracy Bogdańskiego i Bogdańskiej 1961).

Jak wiadomo, prawo Lamberta wyraża wielkość gęstości optycznej za pomocą wzoru na ekstynkcję:

$$E = \log \frac{I_0}{I_t} = \log I_0 - \log I_t.$$

gdzie:

I_0 — napromieniowanie padające początkowo, I_t — na promieniowanie przeszłe poprzez przegrodę w postaci roztworu² podlegającego wspomnianemu prawu.

Podstawiając za I_t — y , za I_0 — $N \log a$, za E — bx otrzyma się podane w pkt. 2 równanie $y = N \log (a - bx)$.

Jak z powyższego wynika, parametr a byłby uzależniony i dodatnio skorelowany z intensywnością irradycji początkowej, a więc funkcją stopnia eksponowania strony jabłka na promienie słoneczne (I_0), natomiast parametr b byłby wprost proporcjonalny do wartości ekstynkcji (wygaszania światła E) na porównywalnej miąższości (x) przegrody, dzielącej badany punkt owocu od epidermis. Napromieniowanie (I_t) tegoż punktu stanowiłoby miarę poziomu zawartości w nim KA, tzn. wartość y , wyrażoną w odpowiednich jednostkach (na ryc. 5, patrz niżej, będą to tzw. „miligramoprocenty”³ zaw. KA).

4. Ponieważ promienie zgęszczają się przy wnikaniu popromieniowym do quasi-walca, jaki stanowi badana część centralna jabłka o maksymalnym obwodzie, stąd wzór na y należałoby zaopatrzyć współczynnikiem zagęszczenia promieni. Tak powstaje wzór $y_2 = \frac{m}{m - 2x} \cdot N \log (a - bx)$, gdzie m — średnica jabłka. Wzór ten pozwala na geometryczne wytłumaczenie zasady tworzenia się w samym centrum

² Tu soków komórkowych (otoczonych błonami komórkowymi — miast szkłem kuwet kolorymetru, używanych w klasycznych pomiarach roztworów podlegających prawu Lamberta).

³ 100 mg^g/g = 1‰.

Ryc. 5. Wpływ wielkości m (średnicy jabłka) na przebieg krzywej $y = \frac{m}{m - 2x}$

· $N \log (1,95 - 0,1x)$, opatrzonej współczynnikiem topograficznym $\frac{m}{m - 2x}$, dla

$$m_1 = 50 \text{ mm}, m_2 = 60 \text{ mm}, m_3 = 70 \text{ mm}$$

$$y_{24} = f(m_1); y_{25} = f(m_2); y_{26} = f(m_3)$$

jabłka rejonu wyżowego o najwyższej wartości KA otoczonego strefą niżową o niskiej wartości KA, co zilustrowane jest na rycinie 5 dla $a = 1,95$; $b = 0,1$ i trzech wartości m , a mianowicie: 50 mm; 60 mm i 70 mm.

W przypadku każdej z otrzymanych w ten sposób trzech krzywych, wyżej ($y \rightarrow \infty$) widoczne są w odległości pół wartości m od epidermis.

V. DYSKUSJA

Jest rzeczą ciekawą, że niżowy rejon o niższych poziomach zawartości KA zlokalizowany jest w strefie przyspojenia owocu prawdziwego a rzekomym, a więc dawnej załąźni z dawnym dnem kwiatowym. Już Mac Daniels (1940) zauważył, że strefa ta jest szczególnie podatna na ciemnienie na powietrzu, co przejawia się powstawaniem owego charakterystycznego brązowego narysu na powierzchni poprzecznego przekroju jabłka. Narys ten jest bardzo niepożądany przez technologów owoców plasterkujących jabłka przed suszeniem lub mrożeniem (w syropach). Natomiast dla pomologów kształt jego bywa wykorzystywany jako wskaźnik dla określenia odmian.

STRESZCZENIE

Autor przedstawia wyniki badań nad lokalizacją w jabłku zdolności redukcyjnych wynikających z obecności kwasu askorbinowego. Lokalizacja ta jest specyficzna dla tego gatunku, wykazując jednak pewne odmianowe odchylenia.

Stwierdzenie i ustalenie miejsca o najwyższej zawartości kwasu askorbinowego, otoczonego strefą niskiej zawartości KA, to główny rezultat badań nad gradientem lokalizacji kwasu askorbinowego w jabłku.

Odchylenia odmianowe, stanowiąc parametr stopnia podatności owoców na długie przechowywanie chłodnicze, posiadają pewne znaczenie praktyczne.

*Katedra Technologii Odżywek
i Koncentratów Witaminowych
Politechniki Łódzkiej*

(Wpłynęło: 25.IX.1960)

RÉSUMÉ

L'auteur expose des résultats des recherches sur la localisation du pouvoir réducteur dans la pomme du à sa teneur en acide ascorbique. Cette localisation est spécifique pour la pomme, mais avec des certaines déviations variétales.

La constatation de l'existence d'une élévation centrale entourée par une region de basse teneur constitue le principal résultat de la recherche du gradient de la localisation de l'acide ascorbique dans la pomme. Les déviations variétales sont aussi pourvues d'une signification pratique, tout en constituant un parametre du degré de l'aptitude des fruits pour un longue entreposage frigorifique.

LITERATURA

1. Bogdański C. A., 1954, Charakterystyka aktywności procesów oksydacyjnych u niektórych odmian jabłek, *Acta Soc. Bot. Pol.* 23 (4): 651—661.
2. Bogdański C. A., 1960 a, Localisation du pouvoir réducteur dans la pomme en relation avec sa tenue au cours de l'entreposage frigorifique, *Revue Générale du Froid* 37 (5): 455—463.
3. Bogdański C. A., 1960 b, On the distribution gradient of ascorbic acid in fruits of some apple varieties, *Bull. de l'Académie Polonaise des Sciences* 8 (5): 189—193.
4. Bogdański C. A., 1960 c, Biochemical significance of the specific ascorbic acid distribution in apple in relation to some physiological storage injury occurrence, *Bull. de l'Académie Polonaise des Sciences* 8 (8): 229—333.
5. Bogdański C. A., Bogdańska H. V., 1961, Transmission degrees of the sun spectra rays through the different apple tissues (w przygotowaniu do druku).

6. Burianek J., Fragner J., Kott V., Kveton M., Lat J., Nemecek J., Novak J., Radimsky O., Skopkova M., Sulc J., Svabensky O., Tomasek J., 1953, Akcesorni ziviny v potravinke technologii, Prumysl Potravin T. 41. s. 2.
7. Legrand G., Bogdański C. A., 1950, Oxydation de l'acide ascorbique par les jus de pomme, Comptes Rendus des Seances de L'Academie des Sciences 230 (23): 2039—2041.
8. Mac Daniels L. H., 1940, The morphology of the apple and other pome fruits, Cornell Univ. Expt. Station, Memoir 230.
9. Tavernier J., Jacquin P., 1946, La vitamine C dans la pomme et les produits dérivés de la pomme, Bulletin de l'Association des Chimistes, s. 1.