Morfologia i anatomia organów wegetatywnych perko z uwzględnieniem wartości paszowych

H. DALKIEWICZ-BARANOWSKA i M. WILCZYŃSKA

Instytut Biologii Roślin, SGGW—AR w Warszawie

(Otrzymano dn. 17 X 1979)

H. Dalkiewicz-Baranowska, M. Wilczyńska (*Plant Biology
Institute, Agricultural University, Rakowiecka 26/30, 02-528 Warszawa, Po-
land* Acta Agrobotanica 34 (1) 69-88, 1981

*Morphology and anatomy of vegetative perko organs with reference
to their fodder value*

Abstract

A new forage crop — perko is a hybrid of tetraploid winter turniplike rapa (*Brassica campestris* L.) × tetraploid chinese cabbage (*Brassica chinensis* L.) Young perko plants grow slowly, at a later period their herbage yield rapidly increases, therefore they can be cut as fodder after 60 days of vegetation. The anatomical structure of perko plants shows features characteristic for *Cruciferae*, particularly those of the genus *Brassica*. The good feeding value of this plant is indicated by its anatomical structure: a large proportion of parenchymal tissues and low proportion of vascular tissues with only few lignified elements, the occurrence of colenchyma as supporting tissue and the absence of sclerenchyma. Therefore in the crude fibres the proportion of completely indigestible parts is small since the tissues contain but scarce lignified and cutinised walls. It may be concluded there from that the content of structure-forming tissues in perko is favourable from the point of view of digestibility.

Perko, nowa roślina pastewna, zostało wyhodowane przez firmę hodowlano-nasienną Peragis w RFN. Powstało ze skrzyżowania tetraploidalnego rzepiku ozimego (*Brassica campestris* L.) z tetraploidalną kapustą chińską (*Brassica chinensis* L.). Perko przypomina z wyglądu rzepik ozimy, jednak wytwarza więcej liści i grubszą łodygę. Według Świącickiego i Świącickiego (1975) jego wartość pastewna jest duża. Zawiera 13,6% suchej masy, a w niej białka ogólnego 18,3%, włókna surowego 6,6%, popiołu ogółem 9,8%, tłuszczu surowego 4,9%, bezazotowych substancji wyciągowych 60,4% i mniej tioglikozydów niż

rzepik. Zwierzęta chętnie zjadają tę roślinę w postaci zielonki, kiszonki i suszu. Susz z perko może zastąpić część koncentratów treściwych i ziemniaków w tuczu trzody chlewnej (Galwas, 1977).

Ogólnie anatomia roślin krzyżowych jest opracowana przez Metcalfe i Chalk (1950). Biologię i skład chemiczny roślin krzyżowych opracowali Vaughan i Machad (1976). Budowę anatomiczną kapusty pastewnej omawia Turel-Włoczevska (1977). Struktura anatomiczna perko, jak i roślin, z których ono powstało, nie jest z literatury znana. Badania anatomiczne organów wegetatywnych perko rozpoczęła Wilczyńska (1977).

CEL BADAŃ I METODYKA

Celem pracy jest poznanie struktury anatomicznej organów wegetatywnych perko, stanowiących zieloną masę i na tej podstawie określenie wartości paszowej.

Doświadczenie założono w RZD SGGW—AR w Wolicy. Nasiona pochodziły z importu, z RFN i miały siłę kiełkowania 96%, a ciężar tysiąca nasion 5-6 g. Siew nastąpił 24 IV, a wschody 3 V 1976 r. W okresie wzrostu i rozwoju wykonywano cotygodniowe obserwacje i pomiary.

Powierzchnię asymilacyjną poszczególnych liści obliczano z iloczynu: długość $\times$ szerokość blaszki liściowej $\times$ 0.83. Ten współczynnik przeliczeniowy uzyskano, porównując rzeczywistą powierzchnię liści, z powierzchnią uzyskaną z iloczynu długość $\times$ szerokość.

Materiał do badań został pobrany w sześciu terminach, mniej więcej co dwa tygodnie, od 19 V do 4 VIII i zakonserwowany w 70% alkoholu etylowym.

Przebadano strukturę wewnętrzną młodej siewki i roślin w trakcie wzrostu i rozwoju. Na przekrojach poprzecznych blaszek liściowych wykonano pomiary grubości, oraz ustalono wymiary komórek miękiszu asymilacyjnego. Zwrócono też uwagę na budowę skórki na liściach i pomierzono jej komórki. Poza tym zostały policzone aparaty szparkowe, w każdej próbie z 10 pól widzenia, o powierzchni 0,0929 mm², z czego przeliczono liczbę aparatów szparkowych na 1 mm².

Rysunki wykonano przy pomocy aparatu rysunkowego Abbe'go, a fotograficznie na mikroskopie Zeiss Nu-2.

BADANIA WŁASNE

Morfologia perko

Nasiona perko mają kształt elipsoidalnie kulisty, barwę ciemnobrunatną, na powierzchni widoczny jest zarys brzegów liścieni i korzonka.

Nasienie jest bezbielmowe, z układem liścieni i korzonka charakterystycznym dla grupy *orthoplacae* (Dorywalski, 1956) (rys. 1).

Rys. 1. Przekrój przez nasienie perko (pow. 60×)

Fig. 1. Cross section through perko seed (×60)

Wschody roślin pojawiły się po 10 dniach od wysiewu. Perko, podobnie jak i inne rośliny krzyżowe, kiełkuje epigeicznie. Ze względu na niską temperaturę w III dekadzie kwietnia wschody przebiegały nierównomiernie. Pierwsze liście ukazały się po 8 dniach vegetacji. Po 16 dniach (19 V) większość roślin była w fazie trzech liści. Po 35 dniach vegetacji było na ogół 6 liści na roślinie. Liścienie w tym okresie zmarły i odpadły. W ciągu następnych dwóch tygodni rośliny wytworzyły po 10 liści. Rozwój perko w początkowym okresie (do wytworzenia 8 liści) przebiega wolno, co jest charakterystyczne dla roślin drobnonasiennych, u których materiały zapasowe wystarczają na bardzo krótki

Tabela 1—Table 1

Pomiary morfologiczne perko (średnie z 5 powtórzeń)
Morphological parametres of perko (means from 5 replications)

Data obserwacji	Dni vegetacji	Liczba liści na 1 roślinie	Powierzchnia asymilacyjna	Długość łodygi
Date of observation	Days of vegetation	No. of leaves on plant	Assimilation surface cm ²	Length of stem cm
19 V	16	3	—	—
7 VI	35	6	266,1	1,9
14 VI	42	8	662,9	2,6
21 VI	49	10	1411,1	2,9
29 VI	57	13	2194,6	2,8
5 VII	63	13	2347,2	3,4
12 VII	70	14	2479,9	4,0
19 VII	77	14	2852,7	3,8
4 VIII	93	11	1047,6	3,7

Rys. 2. Morfologia liścia perko z dnia 15 VII, a, b—miejsca, z których wykonano przekroje poprzeczne

Fig. 2. Morphology of perko leaf on 15 VII, a, b—site at which cross sections were made

okres. Niezbędne substancje do dalszego wzrostu roślina wytwarza we własnym zakresie. Początkowo dopływ materiałów budulcowych jest nieznaczny, ze względu na małą powierzchnię asymilacyjną. Po wykształceniu większej liczby liści wzrost zostaje znacznie przyspieszony i zwiększa się zielona masa roślin. Taki szybki wzrost liści, a w związku z tym wzrost powierzchni asymilacyjnej, obserwowano od 42 do 77 dnia wegetacji, przy czym największy przyrost był w ostatnich dwóch tygodniach tego okresu. Później następuje zmniejszenie powierzchni asymilacyjnej, bowiem najstarsze liście stopniowo żółkną i zasychają (tab. 1).

Perko charakteryzuje się w stadium wegetatywnym skróconą łody-

Rys. 3. Budowa pierwotna korzenia perko, A — cały przekrój (pow. 30 $\times$), B — walec osiowy (pow. 300 $\times$)

Fig. 3. Primary structure of perko root, A — whole cross section ($\times 30$), B — central cylinder ($\times 300$)

Rys. 4. Budowa anatomiczna hypocotyłu perko, A — cały przekrój (pow. 30 $\times$), B — walec osiowy, a — endoderma, b — pericykl, c — łyko, d — drewno (pow. 300 $\times$)
 Fig. 4. Anatomical structure of perko hypocotyl, A — whole cross section ($\times 30$), B — central cylinder, a — endodermis, b — pericycle, c — phloem, d — xylem ($\times 300$)

gą, długości 3—4 cm, z której wyrastają skrętoległe liście, tworząc bogatą przyziemną rozetę. W dobrze wyrosniętych roślinach liczba liści dochodzi do 14. Pierwsze dwa liście mają długie ogonki liściowe i małe blaszki o niewielkich wcięciach, a całe liście są silnie owłosione. Następne liście są lirowato pierzastodzielne (rys. 2). Ogonki liściowe na całej niemal długości są nieregularnie oskrzydłone. W górnej części blaszka liściowa jest rozszerzona, kształtu łopatkowatego. Nerwacja liści jest pierzasta; o bardzo wyraźnej siatce nerwów bocznych. Długość dobrze rozwiniętych liści perko przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2—Table 2

Długość liści perko w cm z dnia 29 VI
Length of perko leaves (cm) on 29 VI

Kolejny liść Successive leaf	Nr rośliny — Plant No				
	1	2	3	4	5
5	33,7	33,8	30,2	48,8	32,1
6	37,3	33,9	31,8	45,6	36,6
7	35,8	32,8	34,9	43,6	35,2
8	34,2	36,0	34,4	38,6	37,6
9	33,0	31,6	30,8	31,6	36,8
10	30,6	26,3	29,8	17,7	29,4
Srednia Mean	34,1	32,4	31,8	37,6	34,6

Budowa anatomiczna organów wegetatywnych perko

W młodej siewce wyróżniamy korzeń zarodkowy, wydłużony hypokotyl, dwa liścienie i pączek wierzchołkowy. W tym okresie korzeń wykazuje budowę pierwotną. Na przekroju poprzecznym (rys. 3A, B) obserwuje się ciekłą skórę, dwie warstwy miękiszu korowego i endodermę, a w walcu osiowym perycykl oraz wiązkę diarchiczną. Hypokotyl w badanych siewkach miał 3-4 cm długości i w nim również wyróżnia się skórę, korę pierwotną i walec osiowy (rys. 4A, B). W skórze zwracają uwagę pojedyncze duże komórki rozmieszczone w pewnych odstępach między znacznie drobniejszymi. W korze pierwotnej jest kilka (6-7) warstw komórek miękiszowych. Ostatnią warstwę kory pierwotnej stanowi endoderma. Jednowarstwowy perycykl otacza system waskularny, złożony z dwóch wiązek ksylemu i dwóch floemu. Hypokotyl w tym przypadku wykazuje podobieństwo w budowie do korzenia, co jest na

ogół charakterystyczne dla roślin z wydłużonym hypokotylem (E s a u, 1973).

Tabela 3—Table 3

Grubość blaszek liściowych perko w μm (średnie z 3 kolejnych dobrze wykształconych liści z 3 roślin)

Thickness of perko leaf blades (μm) (means from 3 successive well developed leaves from 3 plants)

Data pomiaru Date of measurement	Dni wegetacji Days of regetation	W środkowej części blaszki liściowej In central part of leaf blade			Z boku blaszki liściowej In lateral part of leaf blade		
		średnia average	min. min.	maks. max.	średnia average	min. min.	maks. max.
2 VI	30	316	275	358	296	253	341
1 VII	59	402	321	526	362	295	490
15 VII	73	388	285	474	362	253	442
4 VIII	93	311	263	368	279	253	342
Średnie z kolejnych liści Average from successive leaves		1	394		365		
		2	365		333		
		3	320		283		

Na przekroju poprzecznym liścienia obserwuje się małe zróżnicowanie miękiszu asymilacyjnego. Jego komórki są nieco wydłużone. Wśród komórek miękiszowych widoczna jest wiązka centralna i słabo wyróżnione wiązki boczne. Skórka liścienia, oglądana z góry (rys. 5A) zbudowana jest z komórek różnej wielkości i kształtu. W skórcie z dolnej

Rys. 5. Skórka z aparatami szparkowymi z liścienia perko, A—z górnej powierzchni, B—z dolnej (pow. 330 $\times$)

Fig. 5. Epidermis with stomata from perko cotyledone, A—from upper surface, B—from lower surface ($\times 330$)

powierzchni liścienia (rys. 5B) występuje więcej aparatów szparkowych niż w górnej (tab. 5). Widać też powstające aparaty szparkowe.

Przekroje poprzeczne blaszek liściowych zostały wykonane w połowie ich długości a) w okolicy nerwu głównego, b) z boku blaszki z nerwem bocznym. Miejsca te są zaznaczone na rysunku 2. Z pomiarów wynika, że najgrubsze blaszki liściowe są w okolicy nerwu głównego (rys. 6, 7 i tab. 3), a cieńsze przy brzegach liścia. Liście młode, niewyrośnięte są na ogół cieńsze od starszych dobrze wykształconych. W nerwie centralnym blaszki liściowej występuje jedna wiązka przewodząca kolateralna otwarta (rys. 8). W wiązce tej najbardziej jest rozbudowane drewno, w którym między naczyniami o ścianach zdrewniałych występuje miękisz. W strefie kambialnej obserwuje się kilka warstw spłaszczonych komórek. Od dolnej strony znajduje się łyko. Nad drewnem i pod łykiem występują wiązkowe czapeczki kolenchymatyczne. Wielkość ich jest różna. W liściach starszych i przy większych wiązkach są zazwyczaj większe. Całą wiązkę otacza jedna warstwa komórek miększowych, tworzących pochwę okołowiązkową. Pozostałą część nerwu wypełniają duże zaokrąglone komórki miękiszowe (rys. 9). W nerwie głównym i w większych nerwach bocznych tuż pod skórą występuje kolenchyma. Liczba warstw jest różna w zależności od wieku rośliny i kolejności liścia.

Całą blaszkę liściową wypełnia 7-8 warstw komórek miększu asymilacyjnego o słabym zróżnicowaniu na palisadowy i gąbczasty. Trzy warstwy komórek miększu palisadowego, leżące pod górną skórą, tworzą układ zwarty z małymi przestrzeniami międzykomórkowymi. Wymiary komórek mezofilu są zestawione w tabeli 4. Komórki miększu palisadowego są tylko nieco wydłużone, o średnich wymiarach $54,3 \times 36,5 \mu\text{m}$, ich stosunek długości do szerokości wynosi $1 : 0,67$. W miększu gąbczastym występują większe przestrzenie międzykomórkowe. Komórki są owalne, o średnich wymiarach $49,2 \times 34,5 \mu\text{m}$ i stosunku długości do szerokości $1 : 0,72$.

Skórka okrywająca liść jest zbudowana z jednej warstwy tafelkowatych komórek, o nieregularnych kształtach i różnych wymiarach. Zewnętrzne ściany komórek skórki ulegają kutynizacji, a wewnętrzne pozostają celulozowe. Perko ma liście amfistomatyczne, a więc aparaty szparkowe występują w skórcie górnej i dolnej powierzchni. Zazwyczaj więcej aparatów szparkowych występuje w skórcie dolnej, średnio 181-193 na 1 mm^2 (tab. 5). W liściach młodych na jednostkę powierzchni przypada większa liczba aparatów szparkowych, obserwuje się też po-

Rys. 6. Schematy przekrojów poprzecznych blaszek liściowych perko, A—2 VI, B—1 VII, C—15 VII (pow. 10×)

Fig. 6. Diagrams of cross sections through perko leaf blades, A—2 VI, B—1 VII, C—15 VII (×10)

Rys. 7. Przekrój poprzeczny blaszki liściowej perko (15 VII), z bocznej części z nerwem bocznym (pow. 60×)

Fig. 7. Cross section through perko leaf blades from side part with lateral rib (×60)

Rys. 8. Przekrój poprzeczny przez nerw główny z liścia perko, a—skórka, b—kolenchyma, c—mięgisz, d—pochwa okołowiązkowa, e—czapeczka kolenchymatyczna, f—drewno, k—kambium, l—łyko (pow. 130×)

Fig. 8. Cross section through central rib of perko leaf, a—epidermis, b—colenchyma, c—parenchyma, d—perivascular sheath, e—colenchymatous cap, f—xylem, k—cambium, l—phloem (×130)

Tabela 4—Table 4

Wymiary komórek mezofilu w μm z liści perko (średnie z 9 powtórzeń)
 Dimensions of mesophyll cells (μm) in perko leaves (averages from 9 replications)

Data pomiaru Date of measurement	Dni wegetacji Days of vegetation	Nr liścia Leaf No.	Mięgisz palisadowy Palisade parenchyma		Mięgisz gąbczasty Spongy parenchyma	
			długość × szerokość length × breadth	długość × szerokość length × breadth	długość × szerokość length × breadth	długość × szerokość length × breadth
2 VI	30	1	40,5	32,0	45,3	31,5
1 VII	59	1	62,7	45,4	58,7	43,2
		2	56,5	45,6	49,9	39,5
		3	42,4	36,5	38,7	29,5
15 VII	73	1	59,2	38,9	56,6	33,6
		2	74,4	39,5	60,3	43,7
		3	44,6	25,3	42,4	26,4
Średnia Average			54,3	36,5	49,2	34,5
Stosunek długości do szerokości Length to breadth ratio			1 : 0,67		1 : 0,72	

Tabela 5—Table 5

Liczba aparatów szparkowych na 1 mm² skórki z blaszek liściowych i liścieni perko
 (średnie z 3 roślin w 10 powtórzeniach)

Number of stomata per 1 mm² of epidermis in leaf blades and cotyledones of perko
 (average from 3 plants in 10 replications)

Data obserwacji Date of observation	Dni wegetacji Days of vegetation	Liścień Cotyledone				Leaf Liść			
				1		2		3	
		góra upper part	dół lower part	góra upper part	dół lower part	góra upper part	dół lower part	góra upper part	dół lower part
19 V	16	97	141	185	275	—	—	—	—
2 VI	30	—	—	73	215	82	238	—	—
17 VI	45	—	—	36	122	91	187	101	209
1 VII	59	—	—	73	158	78	141	60	183
15 VII	73	—	—	69	143	80	158	92	170
4 VIII	93	—	—	77	165	77	153	83	181
18 VIII	107	—	—	96	201	90	206	103	224

Rys. 9. Fragmenty przekrojów poprzecznych przez nerw główny liścia perko, A — z górnej, B — z dolnej strony (pow. 280 $\times$)

Fig. 9. Fragments of cross section through central rib of perko leaf, A — on upper side, B — on lower side ($\times 280$)

Rys. 10. Skórka z aparatami szparkowymi z liścia perko, w widoku z góry (4 VIII), A — strona górna, B — strona dolna (pow. 410 $\times$)

Fig. 10. Epidermis with stomata from perko leaf, viewed from above, (4 VIII), A — upper side, B — lower side ($\times 410$)

Rys. 11. Włoski w skórcie liścia perko (pow. 75 $\times$)

Fig. 11. Hairs of perko leaf epidermis ($\times 75$)

wstawanie nowych aparatów szparkowych. W pobliżu nerwów i na nich skórka zbudowana jest z komórek wydłużonych i brak w tym miejscu aparatów szparkowych. Porównując z danymi z literatury typ aparatów szparkowych w skórze liścia perko jest anizocytyczny (*cruciferus*) Esau (1973), Kowal i in. (1966). W tym przypadku aparat szparkowy otoczony jest trzema różnej wielkości komórkami przyszparkowymi (rys. 10). Niekiedy aparat szparkowy sąsiaduje z czterema komórkami.

Wymiary komórek skórki przedstawiono w tabeli 6. Aparaty szparkowe w skórze dolnej powierzchni liścia są nieco większe ($31,5 \times 19,7 \mu\text{m}$) od aparatów w skórze górnej ($28,1 \times 17,9 \mu\text{m}$). Jednak stosunek długości do szerokości jest taki sam (1 : 0,6). W liściach w pełni wykształconych nie obserwuje się żadnych zależności pomiędzy wiekiem rośliny a wielkością komórek epidermy. Niektóre komórki skórki wyrastają w jednokomórkowe włoski mechaniczne, ostro zakończone (rys. 11). Ściana komórkowa jest w nich zgrubiała, szczególnie w części wierzchołkowej. Nasada włoska jest otoczona małymi komórkami skórki o grubych ścianach. Bardzo dużo włosków występuje na młodych roślinach, w późniejszym okresie wegetacji liczba ich się zmniejsza. Z punktu widzenia paszowego włoski te stanowią niekorzystny element struktury.

Przekroje poprzeczne ogonków liściowych przedstawiono na rysunkach od 12 do 14. Ogonki liściowe są na ogół w dolnej nasadowej części szerokie, stosunkowo płaskie i półksiężycowate, w górnej zaś, węższe, od dołu zaokrąglone, a od góry ścięte, często oskrzydłone. Ogonek liściowy okryty jest epidermą o zewnętrznych zgrubiałych i skutynizowa-

Rys. 12. Schematy przekrojów poprzecznych ogonków liściowych perko (I VII). A — w części nasadowej, B — w górnej, a — skórka, b — miękisz, c — wiązka przewodząca (pow. $9\times$)

Fig. 12. Diagrams of cross sections through perko petioles (I VII). A — at base, B — in upper part, a — epidermis, b — parenchyma, c — vascular bundle ($\times 9$)

Tabela 6—Table 6

Wymiary komórek skórki w μm z blaszek liściowych perko (średnie z 10 powtórzeń)Dimensions of epidermis cells (μm) in perko leaf blades (averages from 10 replications)

Data pomiaru Date of measurement	Nr li- scia Leaf No.	Skórka górna Upper epidermis						Skórka dolna Lower epidermis					
		komórki przyszparkowe subsidiary cells		aparatuszparkowy stomata		pozostałe komórki remaining cells		komórki przyszparkowe subsidiary cells		aparatuszparkowy stomata		pozostałe komórki remaining cells	
		długość length	szerokość breadth	długość length	szerokość breadth	długość length	szerokość breadth	długość length	szerokość breadth	długość length	szerokość breadth	długość length	szerokość breadth
2 VI	2	61,7	28,6					71,3	29,0				
		38,9	25,4	21,4	15,1	152,8	42,2	48,0	18,2	28,1	16,8	184,3	40,1
		23,0	15,6					26,4	14,1				
17 VI	1	72,0	32,2					88,8	26,4				
		58,1	26,9	31,7	19,4	160,2	53,3	62,2	23,5	32,9	20,6	187,7	43,2
		31,4	20,9					31,9	21,2				
15 VII	1	63,6	34,1					67,7	27,6				
		37,9	24,2	27,8	18,0	134,2	46,1	49,4	23,0	31,4	19,4	130,1	38,9
		25,9	17,3					30,5	21,6				
	2	63,6	28,6					72,0	24,9				
		40,6	19,4	18,2	17,8	114,2	34,1	60,9	24,0	29,0	17,3	152,6	29,8
		25,2	19,2					29,5	22,2				
	3	69,6	34,1					82,3	33,1				
		49,7	28,8	28,1	18,2	115,2	30,2	54,5	28,8	35,0	21,4	148,8	47,5
		29,3	23,5					37,7	24,0				

4 VIII	1	67,7	26,4					55,6	20,2				
		43,7	24,2	31,7	19,9	155,8	56,4	43,7	19,2	32,4	21,1	101,8	37,4
		26,6	15,6					27,4	16,8				
	2	44,6	21,1					60,7	24,5				
		32,9	17,8	26,6	17,5	124,1	42,7	45,3	17,6	29,3	19,4	126,0	31,9
		22,6	13,2					27,1	17,3				
	3	27,6	26,9					59,0	23,8				
		42,2	19,6	29,0	18,0	121,9	34,1	50,6	20,9	33,8	21,6	120,9	31,9
		27,8	17,0					35,0	18,0				
	Średnia Average	62,6	29,0					69,7	26,2				
		43,2	23,3	28,1	17,9	134,8	42,4	50,6	21,9	31,5	19,7	144,1	37,6
		26,5	17,8					36,4	19,4				
Stosunek długości do szerokości Length to breadth ratio		1 : 0,5					1 : 0,4						
		1 : 0,5	1 : 0,6			1 : 0,31		1 : 0,4		1 : 0,6		1 : 0,26	
		1 : 0,7						1 : 0,5

Rys. 13. Schematy przekrojów poprzecznych ogonków liściowych perko (15 VII),
A — w części nasadowej, B — w środkowej, C — w górnej (pow. 9×)

Fig. 13. Diagrams of cross sections through perko petioles (15 VII) A — at base,
B — in central part, C — in upper part (×9)

Rys. 14. Schematy przekrojów poprzecznych ogonków liściowych perko (4 VIII),
A — w części nasadowej, B — w środkowej, C — w górnej (pow. 9×)

Fig. 14. Diagrams of cross sections through perko petioles (4 VIII), A — at base,
B — in central part, C — in upper part (×9)

nych ścianach. Pod skórą występuje cieńsza lub grubsza warstwa kolenchymy kątowej, szczególnie w części nasadowej ogonka liściowego, po stronie dolnej. Wnętrze wypełnia tkanka miękiszowa, o dość regularnych, zaokrąglonych komórkach, drobniejszych na obwodzie i powiększających się ku środkowi. Wiązki przewodzące w większych lub mniejszych skupieniach są rozmieszczone łukowato w dolnej obwodowej części ogonka. Układ wiązek jest podobny jak u kapusty Turel-Włoczevska (1977). W każdym skupieniu występuje 2-8 wiązek, tworzą one pewną całość (rys. 15). Łuk kambium przebiega niemal ciąglą warstwą bądź też pomiędzy wiązkami występują wąskie promienie miękiszowe. W wiązkach przy łyku i drewnie występują kolenchymatyczne czapeczki, bogatsze są one przy większych wiązkach i większych skupieniach. Całe skupienia wiązek otoczone są jedną warstwą drobniejszych komórek miękiszowych. W nasadowej części ogonka liściowego jest zazwyczaj więcej wiązek niż w części górnej. Liczba wiązek w ogonkach liściowych wahała się od 17-62 (tab. 7).

Tabela 7—Table 7

Liczba wiązek przewodzących w ogonku liściowym perko (średnie z 9 powtórzeń)

Number of vascular bundles in petiole of perko (averages from 9 replications)

Data pomiaru Date of measurement	Dni wegetacji Days of vegetation	Liczba wiązek w ogonku liściowym Number of vascular bundles in petiole	
		w części górnej in upper part	w części dolnej in lower part
2 VI	30	17,4	19,3
1 VII	59	45,3	58,8
15 VII	73	44,8	55,6
4 VIII	93	45,5	61,7

Łodyga perko jest okryta epidermą o zewnętrznych ścianach zgrubiałych i skutynizowanych (rys. 16). Pod skórą występuje nierównomierny pas kolenchymy kątowej, najczęściej jest to jedna do trzech warstw. Większe skupienia kolenchymy występują zwykle na przeciw wiązek wysuniętych bardziej ku obwodowi łodygi. Cienkościenne komórki miękiszowe, leżące pod tkanką wzmacniającą, mają wymiary stopniowo rosnące ku środkowi łodygi. Wiązki przewodzące kolateralne otwarte rozmieszczone są w obwodowej części łodygi, tworząc falisty pierścień (rys. 17). Wiązki przewodzące (rys. 18, 19) są różnej wielkości,

znacznie wydłużone, na ogół otoczone pochwą z jednej warstwy komórek mięksiszowych. W łodydze jednak te pochwy okołowiązkowe są znacznie słabiej wyróżnicowane niż przy wiązkach w nerwach liścia, czy w ogonkach liściowych. Po zewnętrznej stronie floemu występuje wiązkowa czapeczka kolenchymatyczna, czapeczki te stanowią niekiedy 1/3 wiązki. Do czapeczki przylega floem pierwotny, spychany i zgniatany przez rozrastający się wtórny. Strefa kambialna jest dość szeroka, do pięciu warstw komórek. W drewnie pierwotnym widoczne są zdrewniałe naczynia protoksyenu o małych średnicach oraz większe naczynia metaksylemu. Pomiedzy nimi obserwuje się cienkościenne komórki mięksizu. W powstającym drewnie wtórnym widoczne są duże naczynia w stadium różnicowania, jeszcze cienkościenne. Między wiązkami występują węższe bądź szersze promienie rdzeniowe. Komórki promieni są wydłużone w kierunku radialnym. Znaczną część łodygi stanowi rdzeń zbudowany z luźno ułożonych komórek mięksiszowych. W łodydze, z wyjątkiem skórki i naczyń wszystkie komórki mają ściany celulozowe.

DYSKUSJA

Obserwacje morfologiczne pozwalają stwierdzić, że perko we wczesnych fazach, do wytworzenia ośmiu liści, charakteryzuje się wolnym tempem wzrostu, co jest typowe dla roślin drobnonasiennych. Po tym okresie szybko przyrasta zielona masa roślin. W fazie wegetatywnej łodyga jest skrócona, długości 3-4 cm, ze skrętolegle ułożonymi liśćmi, tworzącymi bogatą rozetę. Maksymalna liczba liści wahała się od 11 do 14. W miarę starzenia roślin dolne liście żółkną i zasychają, a wyrastają nowe. Z tego względu należy ścinać perko po około 60 dniach wegetacji, kiedy liście są zielone a ich powierzchnia asymilacyjna duża. Po skoszeniu powyżej stożka wzrostu nowe liście wyrastają z pączka wierzchołkowego jak również z pączków bocznych powstających w kątach liści. W badanym materiale wykształciły się nieliczne pędy kwiatowe, tak że zieloną masę stanowiły głównie liście dorastające do 49 cm długości, stanowiące najbardziej wartościowe pod względem paszowym części roślin.

Na podstawie badań anatomicznych można stwierdzić, że perko wykazuje cechy budowy podobne do innych roślin krzyżowych przede wszystkim z rodzaju *Brassica* (Metcalf i Chalk 1950). Analizując budowę anatomiczną w aspekcie wartości paszowych należy zwrócić uwagę, że we wszystkich częściach rośliny tworzących zieloną masę, największy jest udział tkanki mięksiszowej, która zawiera najwięcej substancji odżywczych. W blaszkach liściowych dominuje mięksisz asymilacyjny, w masywnych ogonkach liściowych jest mięksisz zieleniowy i dużo wypełniającego mięksizu bez chloroplastów. Łodygi stanowiące znikomą część w zielonej masie też charakteryzują się dużą ilością mięksizu. Udział tkanek przewodzących jest w organach wegetatywnych mały,

Rys. 15. Skupienia wiązek przewodzących w ogonku liściowym perko (2 VI), A, B (pow. 130 $\times$)

Fig. 15. Agglomerations of vascular bundles in perko petiole (2 VI), A and B ($\times 130$)

Rys. 16. Fragment przekroju poprzecznego łodygi perko, a — skóra, b — kolenchyma kąтова, c — miękisz (pow. 150 $\times$)

Fig. 16. Fragment of cross section through perko stem, a — epidermis, b — angular colenchyma, c — parenchyma ($\times 150$)

Rys. 17. Schemat przekroju poprzecznego łodygi perko (pow. 3,25 $\times$)

Fig. 17. Diagram of cross section through perko stem ($\times 3,25$)

tkanka naczyniowa charakteryzuje się małą liczbą naczyń i brakiem zdrewniałych włókien. Dalszą z tym związaną korzystną cechą jest brak tkanki sklerenchymatycznej, o ścianach zdrewniałych. Rolę wzmacniającą spełnia kolenchyma, występująca w obwodowych częściach łodygi, ogonków liściowych oraz w blaszce liściowej pod skórą przy nerwach (szczególnie większych). Poza tym występują czapeczki kolenchymatyczne przy wiązkach w ogonkach i blaszkach liściowych od strony łyka jak i drewna, a w łodygach tylko od strony łyka. Jak podaje E s a u (1973) czapeczki wiązkowe powstają z wydłużonych komórek miękiszu łykowego, w których grubieją ściany celulozowe podobnie jak w kolenchymie. Od strony drewna tworzą się one z miękiszu drzewnego. Do elementów niestrawnych zaliczyć możemy skórę, której zewnętrzne ściany są skutynizowane.

Ogólnie w skład włókna surowego roślin wchodzi: celuloza, hemice-lulozy, związki pektynowe, lignina, kutyna, suberyna. Związki pektynowe są dość łatwo trawione przez zwierzęta, podobnie jak i hemice-lulozy. Trudniej strawna i wykorzystywana w różnym stopniu przez różne zwierzęta jest celuloza. Niemal całkowicie nie są trawione takie składniki ścian komórkowych jak lignina, kutyna i suberyna, w paszach stanowią one balast. U perko jest bardzo mało komórek o ścianach zdrewniałych, ściany skutynizowane występują w skórcie, a suberyny brak. W ścianach komórkowych tkanek budujących organy wegetatywne perko najczęściej jest celulozy, pektyn i hemiceluloz.

Rys. 18. Fragment przekroju poprzecznego łodygi perko z wiązkami przewodzącymi (pow. 250 $\times$)

Fig. 18. Fragment of cross section through perko stem with vascular bundles ($\times 250$)

Rys. 19. Wiązka przewodząca z łodygi perko (pow. 350 $\times$)

Fig. 19. Vascular bundle of perko stem ($\times 350$)

Ze względu na strukturę anatomiczną i skład chemiczny ścian komórek, wartość paszowa perko jest duża. Ujemne znaczenie mogą mieć włoski mechaniczne, występujące licznie, szczególnie na młodych roślinach.

WNIOSKI

1. Na podstawie wzrostu powierzchni asymilacyjnej liści perko można wnioskować, że pierwszy pokos winien być przeprowadzony po około 60 dniach wegetacji.

2. Struktura anatomiczna perko wykazuje cechy budowy charakterystyczne dla roślin krzyżowych z rodzaju *Brassica*.

3. O dobrej wartości paszowej perko świadczą następujące cechy budowy anatomicznej: a) duży udział tkanki miękiszowej, b) mały udział tkanek przewodzących, a w nich tylko nieliczne elementy zdrewniałe, c) występowanie kolenchymy jako tkanki wzmacniającej, a brak sklerenchymy.

4. We włóknie surowym mało jest składników całkowicie niestrawnych, bowiem mały jest udział ścian zdrewniałych i skutynizowanych, a głównie są celulozowe.

STRESZCZENIE

Perko, nowa roślina pastewna powstała ze skrzyżowania tetraploidalnego rzepiku ozimego (*Brassica campestris* L.) z tetraploidalną kapustą chińską (*Brassica chinensis* L.). Młode rośliny perko rosną wolno, a w późniejszym okresie zaznacza się szybki przyrost zielonej masy, w związku z tym perko można ścinać po około 60 dniach wegetacji. Budowa anatomiczna perko wykazuje cechy charakterystyczne dla roślin krzyżowych, szczególnie z rodzaju *Brassica*. O dobrej wartości paszowej tej rośliny świadczą następujące cechy budowy anatomicznej: duży udział tkanek miękiszowych, a mały tkanek przewodzących, w których są nieliczne elementy zdrewniałe, oraz występowanie kolenchymy jako tkanki wzmacniającej, a brak sklerenchymy. We włóknie surowym jest więc niewiele części zupełnie niestrawnych, bowiem mało jest w tkankach ścian zdrewniałych i skutynizowanych. Można stąd wnioskować, że zawartość tkanek strukturotwórczych perko jest korzystna z punktu widzenia strawności.

LITERATURA

- Dorywalski J., 1956. Nasionoznawstwo roślin uprawnych. PWRiL. Warszawa.
- Esau K., 1973. Anatomia roślin. PWRiL. Warszawa.
- Galwas G., 1977. Perko w żywieniu trzody chlewnej. cz. I, 156, cz. II, 157.
- Kowal T., Krupińska A., Lotowski K., Machor Z., Pawłow M., Pica A., Wojtkowska H., 1966. Analiza botaniczna, Poznań.
- Metcalf C. R., Chalk L., 1950. Anatomie of the *Dicotyledones*. Oxford.
- Święcicki W., Święcicki W. K., 1975. Perko nowa roślina pastewna. Hodowla rośl. nas. Biul. branż. n. 5.
- Turel-Włoczewska G., 1977. Badania morfologiczno-anatomiczne kapusty pastewnej, ze szczególnym uwzględnieniem cech świadczących o wartości paszowej. Praca dyplomowa (maszynopis) SGGW — AR. Warszawa.
- Vaughan J. G., Machad A. J., 1976. The biology and chemistry of the *Cruciferae*. London.
- Wilczyńska M., 1977. Badania morfologiczno-anatomiczne perko ze szczególnym uwzględnieniem cech świadczących o wartości paszowej. Praca dyplomowa (maszynopis) SGGW — AR. Warszawa.