Dynamika pobierania składników mineralnych przez pędy wikliny w ciągu okresu wegetacyjnego

The dynamics of absorption of mineral ingredients by the shoots of osiers
during the vegetation period

ZYGMUNT JEŻEWSKI

Wiklina, czyli wierzba koszykarska należy do roślin przemysłowych specjalnych, podobnie jak chmiel, zioła i tytoń. Odrębność jej polega na tym, że plonem wikliny jest zdrewniała łodyga, a nie owoce, kwiaty czy liście. Fakt ten sprawia, że leśnicy uprawę wikliny zaliczają do produkcji drzewnej.

Wiklina różni się jednak od hodowli innych gatunków drzewiastych tym, że okres pozysku drewna wypada u niej nie co kilkadziesiąt lat, ale corocznie.

Ta specyfika wikliny sprawia, że osiągnąć z dziedziny fizjologii roślin uprawnych ani fizjologii drzew często nie można przenosić na wiklinę. Spośród wielu zagadnień z dziedziny fizjologii wikliny niezwykle ważne jest zbadanie dynamiki pobierania pokarmów przez wiklinę na przestrzeni całego okresu wegetacyjnego. Ma to również praktyczne znaczenie, gdyż daje podstawy do racjonalnego jej dokarmiania drogą nawożenia. Niestety omawiane zagadnienie jest dotąd prawie nie rozpracowane. W literaturze znajdujemy tylko pracę *Steinberga* (1929), w której między innymi podane są wyniki pewnych badań na ten temat, oraz pracę *Ostrowskiej* (1957).

Znacznie więcej znajdujemy danych dotyczących zawartości najważniejszych składników pokarmowych w przeciętnym plonie 10 ton świeżych pędów wikliny wyciętych w zimie z powierzchni 1 ha.

Dane te przytaczają w swych pracach następujący autorzy: *Steinberg* (1929), *Lesourd* (1943), *Staniszkis* (1927), *Gruner* (1948), *Prawdina* (1952), *Morozow* (1950).

Średnie obliczone z 8 opublikowanych wyników analiz, wykonanych w Belgii, Niemczech, Francji i ZSRR przedstawiają się następująco:

Przeciętny plon prętów wikliny z hektara zawiera średnio:

41 kg N	(min. 40,0 kg — maks. 42 kg)
14 kg P ₂ O ₅	(„ 8,5 „ — „ 18 „)
20 kg K ₂ O	(„ 13,0 „ — „ 25 „)
29 kg CaO	(„ 14,5 „ — „ 45 „)

Zawartość procentowa w suchej masie prętów jednorocznych wyciętych zimą na plantacji wynosi (wg Instytutu Naukowego Gleby i Uprawy Roślin w Niemczech):

0,88% N; 0,27% P₂O₅; 0,52% K₂O i 0,92% CaO

Steinberg w swej pracy przytacza wyniki badań nad dynamiką pobierania pokarmów przez wiklinę przeprowadzonych w 1923 r. przez Instytut Naukowy Gleby i Uprawy Roślin na gatunku *Salix amygdalina*. Materiał do badań pobrano z plantacji Stacji Doświadczalnej w Poppelsdorf, założonej w dolinie Renu na głębokiej, średnio ciężkiej glinie dyluwialnej — w 10 roku jej plonowania. Metoda polegała na cięciu przy pniu prętów wraz ze wszystkimi jeszcze nie opadłymi liśćmi, w 2-miesięcznych odstępach, następnie na suszeniu ich i analizie chemicznej.

Zasadnicze wyniki badań ujęte są w tabeli 1.

TABELA 1

Wyniki badań Niemieckiego Instytutu Gleby i Uprawy Roślin nad dynamiką pobierania pokarmów przez wiklinę wg Steinberga

Okres	Ilość wytworzonej suchej masy		Przybytek wzgl. ubytek w kg				Przybytek wzgl. ubytek w % ilości znajdujących się w plonie końcowego cięcia			
	q/ha	% ilości znajdujących się w plonie końcowego cięcia	N	K ₂ O	P ₂ O ₅	CaO	N	K ₂ O	P ₂ O ₅	CaO
1.IV—15.VI (76 dni)	33	29,7	88	85	31	49	85,4	118,0	83,8	47,6
16.VI—15.VIII (60 dni)	70	63,1	28	48	11	59	27,2	66,7	29,7	57,3
16.VIII—15.X (60 dni)	8	7,2	—13	—61	—5	—5	—12,6	—84,7	—13,5	—4,9
Razem*	111	100,0	103	72	37	103	100,0	100,0	100,0	100,0

* Rubryka „Razem“ nie istniejąca w pracy Steinberga, dodana została przez autora dla łatwiejszej orientacji w przeliczeniach Steinberga.

Zimą roku 1929 w Poppelsdorf na powierzchni 2 m², na 18-letniej plantacji *S. amygdalina* zdejmowano kolejno warstwy ziemi, które przesiewano i otrzymywano świeżą masę korzeni, w której następnie oznaczano suchą masę oraz zawartość azotu, potasu, fosforu i wapnia. Otrzymano następujące wyniki:

Ciężar świeżych korzeni		
w przeliczeniu na q/ha — 540,8		
Sucha masa korzeni		
w przeliczeniu na q/ha — 301,4		
Azot	—0,615%	—185,1 kg/ha
Potas	—0,566%	—170,4 kg/ha
Fosfor	—0,717%	—215,8 kg/ha
Wapń	—1,147%	—345,2 kg/ha

Na podstawie przytoczonych wyników badań *Stenberg* wnioskuje, że przeważającą część pokarmów wiklina pobiera już w połowie czerwca, a od połowy sierpnia następuje już ich częściowy odpływ do korzeni, przy czym w największym stopniu odpływa potas (84,7%). Korzenie w porównaniu z pętlami zawierają mniejszy procent azotu, a większy fosforu, *Stenberg* zaleca stosowanie silnego nawożenia przy zakładaniu plantacji oraz do piątego roku jej plonowania, gdyż w tym okresie rozbudowuje się system korzeniowy.

W Polsce badania nad pobieraniem pokarmów przez wiklinę przeprowadziła *Ostrowska*, biorąc do analiz materiał pochodzący z doświadczenia polowego założonego na trwałych pasach nawozowych pola doświadczalnego w Skierniewicach z odmianą „Amerykanka” w roku 1953.

Sześć kombinacji nawozowych: O (bez nawożenia), Ca NPK, NPK, PK, PN, i KN zastosowano w trzech powtórzeniach (tylko O w czterech powtórzeniach). Wielkość poletek 50 m². Wiegłba: 50×15 cm.

Nawozy dawano w ilości:

Saletry sodowej	30 kg N na ha w I roku i 45 kg w II
superfosfatu	30 kg P ₂ O ₅ na ha w obu latach
solu potasowej	60 kg K ₂ O na ha w obu latach
wapno dane było ostatni raz w 1951 r. w ilości 16q/ha	

Podczas drugiego okresu wegetacyjnego, w roku 1954, pobierano z każdego poletka próbki zawierające 10 roślin w terminach: 15.V, 15.VI, 16.VIII, 15.IX i 25.XI. Natychmiast po wycięciu każdą roślinę ważono. W dniach 15.V i 15.VI wycięte rośliny po pocięciu na sieczkarni wysuszono na powietrzu i zmielono. W dniach 16.VIII i 15.IX obrywano z roślin liście, suszono je na powietrzu i ważono. Łodygi cięto na sieczkarni i próbę 1 kg po wysuszeniu na powietrzu ważono. Oddzielnie mielono liście i łodygi. W dniu 25.XI liście już opadły, a z łodygami postępowano jak poprzednio.

Powietrzno suchy zmielony materiał z każdego cięcia zanalizowano na zawartość wody higroskopowej, azotu, fosforu, potasu, wapnia i sodu. Analizowano próbki z każdego poletka, a następnie obliczono średnie z kombinacji. Azot oznaczano metodą Kjeldahla, fosfor metodą Lorentza; sól, wapń i potas metodą płomieniową na aparacie Leitz. Wszystkie oznaczenia dokonano w dwóch równoległych powtórzeniach. Wyniki przeliczono na suchą masę. Przy III i IV terminie, kiedy analizowano liście i łodygi oddzielnie, procentową zawartość składników pokarmowych obliczono jako średnią ważoną.

O s t r o w s k a podaje następujące najważniejsze wnioski: wysoka procentowa zawartość składników pokarmowych w młodej roślinie spada od 15.VI, natomiast plon badanych pierwiastków wzrasta równolegle do plonu rośliny i maleje następnie od połowy sierpnia w związku z opadaniem liści. Różnice między kombinacjami nawozowymi powodują bardzo małe początkowe zróżnicowanie w procentowej zawartości składników pokarmowych, które silnie się zwiększa przy intensywnym wzroście rośliny, a następnie prawie zanika. Azot, fosfor i potas są najintensywniej pobierane od połowy maja do połowy czerwca, a wapń i sól od połowy czerwca do połowy sierpnia, przy czym intensywność pobierania potasu, fosforu, wapnia i sodu zależy od nawożenia tymi składnikami oraz od nawożenia azotowego. Wielkość plonu wikliny zależy przede wszystkim od nawożenia azotowego (w warunkach doświadczenia skierniewickiego). W okresie maksymalnego rozwoju wiklina pobiera około trzy razy więcej składników pokarmowych, niż jest ich w ostatecznym plonie łodyg.

BADANIA WŁASNE

Badania nad dynamiką pobierania pokarmów przez wiklinę przeprowadzone zostały z inicjatywy autora w roku 1956, finansowane zaś były przez Zarząd Przemysłu Wikliniarskiego. Temat został ograniczony do zanalizowania części nadziemnych wikliny z pominięciem systemu korzeniowego.

Badania składały się: z doświadczenia polowego, które miało wykazać przebieg przyrostu świeżej masy wikliny w poszczególnych miesiącach i dostarczyć próbek łodyg i liści, oraz z analiz pozyskanych próbek na zawartość: azotu, potasu, fosforu i wapnia.

Doświadczenie polowe*

Doświadczenie zostało założone w Zakładzie Uprawy Wikliny w Bogdańcu pow. Białystok w maju 1956 r., na części plantacji produkcyjnej

* Doświadczenie polowe przeprowadzone zostało na podstawie instrukcji autora przez st. technolga Zakładu w Bogdańcu Ob. Edwarda Tyrańskiego.

wikliny „Amerykanki” zasadzonej na wiosnę 1954 r., która w poprzednich sezonach wegetacyjnych odznaczała się wyrównanym porostem.

G l e b a: bielica wytworzona z piasku gliniastego. Poziom próchniczny wytworzony z piasku gliniasto-pyłastego od 0—25 cm. Woda gruntowa na ± 200 cm, pH = 5.

N a w o ż e n i e: Plantacja otrzymywała corocznie (również i w 1956 r.) następujące nawożenie w stosunku na 1 ha: w kwietniu — 150 kg azotniaku, 100 kg soli potasowej 40% i 150 kg superfosfatu; w czerwcu — 100 kg saletry wapniowej. Przed założeniem plantacji, w marcu 1954 r. dano 15 q wapna palonego mielonego.

P i e l ę g n a c j a: w roku 1954 r. — czterokrotne ręczne motykowanie. W latach 1955 i 1956 — przykrycie nawozów bronką jednorzędową. W kwietniu i potem w okresie do połowy lipca trzykrotne opielanie konnym opiłaczem jednorzędowym.

Metodyka założenia i przeprowadzenia doświadczenia

Doświadczenie założono metodą losowanych bloków, w 9 powtórzeniach. W doświadczeniu zbadano plony z siedmiu terminów zbiorów:

Obiekt A — 6.VI.	Obiekt D — 4.IX.
B — 6.VII.	E — 4.X.
C — 6.VIII.	F — 4.XI.
	G — 4.XII.

Na plantacji sadzonej w więźbie 50×15 cm wytyczono i rozgraniczono drutem 63 poletka o wymiarach $2,5 \text{ m} \times 2,7 \text{ m} = 6,75 \text{ m}^2$, tworząc 9 bloków po 7 poletek. Bloki połączono w 3 grupy po 3 bloki.

Powierzchnie poletek tak dobrano aby na każdym z nich było najmniej 60 roślin (porost zbierano potem z 45 roślin, ale należało stworzyć rezerwę w razie wypadnięcia którejś rośliny).

W oznaczonych dniach (6.VI, 6.VII itd.) na 9 poletkach stanowiących powtórzenia danego obiektu — wycinano 45 roślin (krzaków), obrywano liście z łodyg i oddzielnie ważono, oznaczając świeżą masą łodyg i liści. Następnie łodygi pochodzące z poletek 3 pierwszych bloków (grupa I) mieszano razem i to samo robiono z liśćmi. Po zmieszaniu łodyg pobierano próbkę zawierającą ponad 2 kg i wiązano ją w wiązkę. Z liści odważano próbkę o wadze 1 kg. Analogicznie postępowano z łodygami i liśćmi II i III grupy bloków. Następnie każdą wiązkę łodyg oddzielnie cięto na kawałki 2—3 cm długości i po ich wymieszaniu pobierano próbkę o wadze 2 kg uważając, aby znalazły się w niej zarówno kawałki z części odziomkowej, jak i wierzchołkowej.

Próbki jednokilogramowe liści i dwukilogramowe łodyg doprowadzono do powietrzno-suchej masy.

W dniu 25 lipca, kiedy zaobserwowano żółknięcie niektórych dolnych liści — rozpoczęto zrywanie wszystkich pożółkłych, usychających liści (aby nie dopuścić do ich opadnięcia) i zbierano je do toreb, oddzielnie z każdego poletka. Czynność tę powtarzano na całej powierzchni doświadczenia początkowo co 7, a potem co 3 dni. Aby stale obrywać liście z tych samych 45 krzaków na poletku, trzeba było odgradzić drutem na uprzednio wyznaczonych poletkach wybrane krzaki od pozostałych, które również i przy wycince nie były brane pod uwagę. Obrywane liście zostały zważone po wysuszeniu do stanu powietrzno-suchego w końcu listopada i oznaczono w nich suchą masę, która wynosiła ca 87%.

Można przyjąć, że wszystkie pożółkłe liście, z których substancje pokarmowe zostały odprowadzone do łodyg, a które zostały zerwane przed ich opadnięciem w różnych miesiącach (od sierpnia do listopada włącznie), miały podobną zawartość suchej masy.

Na tej samej plantacji, na której założono opisywane doświadczenie, przeprowadzano również codzienne pomiary długości pędów dla stwierdzenia wpływu opadów i temperatury powietrza na przyrosty długości. Stwierdzono, że przyrost pędów na długość zakończył się na tej plantacji w 1956 r. w dniu 11.IX.

Po wycięciu wikliny na poletkach obiektu G w dniu 4.XII przygotowano próbki ostateczne przeznaczone do analizy. Przy sporządzaniu próbek liści, brano powietrznie suche liście zielone (obrywane z łodyg w dniu ich wycinki) w takim stosunku wagowym do powietrznie suchych liści pożółkłych (obrywanych w czasie wegetacji), w jakim je zebrano z poszczególnych poletek.

Sposób sporządzania próbek liści najlepiej zilustruje przykład:

W dniu 4.X na poletkach obiektu E wchodzących w skład I grupy bloków uzyskano odpowiednio:

na poletku Nr	4—1,4 kg	świeżych liści	
„ „ „	14—2,0 „	„ „	średnio 1,60 kg
„ „ „	17—1,4 „	„ „	
	<hr/>		
	razem 4,8 kg		

Z 4,8 kg liści pobrano próbkę 1-kilogramową, która po wyschnięciu ważyła 0,42 kg. Wobec tego średni plon świeżych liści 1,60 kg. z poletka ważyłby po wyschnięciu do stanu powietrzno-suchego: $1,60 \times 0,42 = 0,67$ kg.

Jednocześnie z tych samych poletek oberwano w ciągu okresu wegetacyjnego następujące ilości pożółkłych liści doprowadzonych do stanu powietrzno-suchego:

z poletka Nr	4—0,44 kg	
„ „ Nr	14—0,60 „	średnio 0,48 kg
„ „ Nr	17—0,40 „	
	<hr/>	
	razem 1,44 kg.	

Stosunek wag 0,67 kg do 0,48 kg ma się jak 1,4:1. Ponieważ liści zielonych powietrznie suchych było do dyspozycji w dniu sporządzania próbki ostatecznej 0,42 kg, odważono odpowiednio $0,42:1,4 = 0,30$ kg liści pożółkłych i dokładnie je wymieszano.

Próba ostateczna ważyła $0,42 + 0,30 = 0,72$ kg

W próbach ostatecznych oznaczono zawartość suchej masy oraz azotu, fosforu, potasu i wapnia.

WYNIKI DOŚWIADCZENIA POLOWEGO

Wyniki uzyskane z doświadczenia polowego ujęte są w tabelach 2 i 3, przy czym dodano w nich rubryki dotyczące sumy opadów i średnich dziennych temperatur w miesiącach: od maja do listopada.

Plantacja, na której założone zostało doświadczenie, wydała w 1956 r. plon 16,4 tony z ha świeżej masy pętów wyciętych w grudniu. Aby można było porównać wyniki doświadczenia z danymi z literatury, przeliczono je na ogólnie przyjęty — jako przeciętny plon — 10 ton/ha świeżej masy pętów. Masę liści w tym przeciętnym plonie uzyskano przez ustalenie stosunku procentowego masy liści do masy łodyg w plonie z doświadczenia w poszczególnych miesiącach i odniesienie go do przeciętnego plonu łodyg.

Przeprowadzona została analiza wariancji uzyskanych doświadczeniowo wyników: świeżej masy łodyg, świeżej masy liści i powietrznie suchej masy liści pożółkłych, a obliczone przedziały ufności podano w tabelach.

Z tabeli 2 widać, że największe przyrosty zarówno świeżej, jak i suchej masy łodyg są w okresie od 6.VI do 6.VIII. Podobne wyniki otrzymano przy badaniach przyrostu łodyg na wysokość w doświadczeniach polowych (J e - ż e w s k i, C h o d o r o w s k i (1956).

Spadek procentowej zawartości suchej masy łodyg między 4.XI a 4.XII można tłumaczyć odpłynięciem pokarmów z łodyg do korzeni. Największe plony zarówno świeżej, jak i suchej masy łodyg są w końcowym okresie, przed ich wycinką, tzn. w początkach grudnia (praktycznie już od połowy listopada).

Z tabeli 3 widać, że największy przyrost zarówno świeżej, jak i suchej masy liści nastąpił w okresie od 6.VI do 6.VII. Największa masa liści świeżych znajduje się na roślinach w początkach września, a największą suchą masę wszystkich liści wytwarzają rośliny do początku października.

Spadek suchej masy liści z 17,2 kg w dn. 4.X do 14,9 kg w dniu 4.XI, czyli o 2,3 kg, spowodowany jest przypuszczalnie odpływem soków do łodyg. W łodygach w tym okresie obserwujemy wzrost suchej masy z 37,0 kg do 43,7 kg, czyli o 6,7 kg. Wzrost ten poza przypływem z liści, można tłumaczyć dodatkowo asymilacją substancji organicznej przez liście, które w tym okresie jeszcze znajdują się w dużej ilości na pędach (w dniu 4.X na 45 roślinach było 2,25 kg świeżej masy, a w dniu 4.XI—0,28 kg).

TABELA 2
Masa łodyg wikliny w poszczególnych miesiącach wegetacji

Obiekt	Data zbioru	Dane otrzymane doświadczalnie z 45 krzaków					Sucha masa łodyg w q/ha przeliczona w stosunku do przeciętnego plonu 100 q/ha świeżej masy (czyli 44 q/ha suchej masy) łodyg pozyskanych w grudniu	Przyrost suchej masy łodyg przeciętnego plonu w q	Przyrost suchej masy łodyg w stosunku do s.m. końcowego plonu (44 q/ha) w %	Suma opadów w mm	Średnia dzienna temperatura
		Świeża* masa łodyg w kg	Procentowa zawartość suchej masy	Sucha masa łodyg w kg	Sucha masa w procentach w stosunku do końcowego plonu	6					
1	2	3	4	5(3×4)	6	7	8	9	10	11	
A	6.VI	0,99	20	0,20	6,2	2,7	+ 2,7	6	17	12,6	
B	6.VII	3,41	30	1,02	31,6	14,0	+ 11,3	25	72	18,2	
C	6.VIII	5,01	39	1,95	60,6	26,7	+ 12,7	29	56	16,7	
D	4.IX	5,86	39	2,29	71,1	31,2	+ 4,5	10	134	14,4	
E	4.X	6,45	42	2,71	84,2	37,0	+ 5,8	13	45	11,1	
F	4.XI	6,81	47	3,20	99,3	43,7	+ 6,7	15	112	7,2	
G	4.XII	7,32	44	3,22	100,0	44,0	+ 0,3	2	23	-1,8	
przedział ufności D = 1,06											

* Podane w tej rubryce cyfry są średnimi z 9 poletek, na każdym z nich wycinanych było 45 krzaków.

TABELA 3
Masa liści wikliny w poszczególnych miesiącach wegetacji

Obiekt	Data zbioru	Dane otrzymane doświadczalnie z 45 krzaków						Stosunek s. m. liści do s. m. today (stosunek cyfr rubryki 8 do rubryki 5 w tabeli 2) w %	Sucha masa liści w q w przeciętnym plonie 100 q/ha świeżej masy today (rubr. 9* rubr. 2) w q	Przyrosty lub ubytki suchej masy liści w przeciętnym plonie q	Przyrosty lub ubytki suchej masy liści w stosunku do końcowego zbioru liści (14,9 q) w %
		Świeża* masa zielonych w kg	Pow. sucha* masa liści pozostawionych w czasie wegetacji w kg	Procentowa zawartość suchej masy w liściach zielonych	Sucha masa liści zielonych w kg	Sucha** masa liści pozostawionych w kg	Łączna sucha masa liści w kg				
1	2	3	4	5	6 (3×5)	7	8 (6+7)	9	10	11	12
A	6.VI.	0,96	—	28	0,27	—	0,27	1,350	3,6	+3,6	+24,1
B	6.VII.	2,40	—	33	0,79	—	0,79	0,775	10,9	+7,3	+49,0
C	6.VIII.	2,52	0,11	33	0,83	0,10	0,93	0,476	12,7	+1,8	+12,1
D	4.IX.	2,71	0,23	33	0,89	0,20	1,09	0,475	14,8	+2,1	+14,1
E	4.X.	2,25	0,60	33	0,74	0,52	1,26	0,464	17,2	+2,4	+16,1
F	4.XI.	0,28	1,15	33	0,09	1,00	1,09	0,341	14,9	-2,3	-15,4
G	4.XII.	—	1,25	—	—	1,09	1,09	0,339	14,9	—	—
Przedział ufności D = 0,47 D = 0,16											

* Podane w tej rubryce cyfry są średnimi z 9 poletek; na każdym z nich liście obrywane były z 45 krzaków.

** Zawartość suchej masy w liściach pozostawionych na todayach powietrzenie suchych wynosi ca 87 %

Stosunek suchej masy liści do suchej masy łodyg w poszczególnych okresach waha się od 1,35 w dniu 6.VI. do 0,34 przy zakończeniu wegetacji. Sucha masa całego plonu wytworzonych liści (17,2 q/ha) stanowi ca 40% suchej masy całego plonu łodyg (44 q/ha), a 27% całej wytworzonej suchej masy (liści i łodyg). Sucha masa całego plonu wytworzonych liści (17,2 q) jest prawie jednakowa z przyrostem suchej masy łodyg od 6.VIII, do końca wegetacji (17,3 q).

WYNIKI ANALIZY*

Do analizy wzięto po 3 próbki z każdego obiektu, z których każda reprezentowała po 3 poletka à 45 roślin. Oznaczenia wykonane były w dwóch równoległych powtórzeniach.

Azot oznaczano metodą Kjeldahla, wapń — metodą szczawianową, fosfor — metodą Lorentza, potas — metodą fotopłomieniową. Wyniki analiz 3 próbek tego samego obiektu wykazywały bardzo dużą zgodność. Np. oznaczenie azotu w łodygach w obiekcie A (4.VI.):

próbka	I	—	1,51%
„	II	—	1,61%
„	III	—	1,58%

albo oznaczenie wapnia w liściach w obiekcie E (4.X)

próbka	I	—	2,82%
	II	—	2,99%
	III	—	2,81%

Wyniki analiz podano w tabeli 4 w procentach suchej masy.

Rozpatrując dane tabeli 4 widzimy, że procentowa zawartość azotu w łodygach maleje od czerwca do sierpnia, po czym zaczyna rosnąć aż do listopada i gwałtownie maleje w okresie od 4 listopada do 4 grudnia, co jest wywołane przypuszczalnie odpływem związków azotowych do korzeni. Zawartość wapnia maleje od czerwca do września, i następnie utrzymuje się na stałym poziomie. Zawartość fosforu maleje od czerwca do września, następnie utrzymuje się na stałym poziomie. Zawartość potasu maleje od czerwca do października i dalej utrzymuje się na stałym poziomie.

W liściach procentowa zawartość azotu maleje od czerwca do grudnia, wapnia rośnie od czerwca do grudnia. Fosforu maleje od czerwca do września i później utrzymuje się na stałym poziomie. Potasu maleje od czerwca do lipca, potem utrzymuje się na stałym poziomie do października, a w październiku i listopadzie jest znacznie niższa.

* Analizy wykonane zostały na zlecenie Zarządu Przemysłu Wikliniarskiego przez pracownice Stacji Chemiczno-Rolniczej w Warszawie: ob. J. Janicką, J. Wnuk i D. Pielat.

TABELA 4

Procentowa zawartość poszczególnych pierwiastków
przeliczona na suchą masę łądyg i liści wikliny

Data zbioru	Łodygi					Liście				
	N %	CaO %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	Surowy popiół %	N %	CaO %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	Surowy popiół %
6.VI	1,64	1,18	0,72	2,84	6,79	3,70	2,21	1,06	1,88	9,08
6.VII	0,68	0,82	0,30	1,16	3,58	2,80	2,43	0,75	1,48	7,98
6.VIII	0,47	0,74	0,26	0,73	2,64	2,36	2,63	0,66	1,56	8,73
4.IX	0,53	0,68	0,24	0,59	2,36	2,18	3,11	0,58	1,48	9,92
4.X	0,64	0,68	0,21	0,41	2,08	1,89	3,15	0,56	1,65	10,67
4.XI	0,73	0,66	0,21	0,40	1,98	1,59	3,28	0,51	1,08	10,48
4.XII	0,53	0,68	0,23	0,41	1,91	1,30	3,58	0,51	1,15	14,04

Znając suchą masę łądyg i liści w poszczególnych miesiącach wegetacji oraz zawartość procentową czterech pierwiastków — wyliczone zostały bezwzględne wartości w kg na ha: azotu, potasu, fosforu i wapnia, które pobiera przeciętny plon 100 q/ha świeżej masy prętów wikliny (tab. 5)

Analiza tabeli 5 nasuwa następujące wnioski:

Azot w największych ilościach znajduje się w pędach na początku października pomimo niewielkiej procentowej zawartości, gdyż sucha masa łądyg i liści zbliża się w tym okresie do swego maksimum. Największy przyrost bezwzględnej ilości azotu w łądygach następuje pomiędzy październikiem i listopadem, co tłumaczyć można oprócz dalszego przyrostu suchej masy również tym, że azot przechodzi z liści do łądyg i korzeni. Ilość, bezwzględna azotu, jaka ubyła z liści w tym okresie wynosi 8,8 kg, a ilość, jaka

TABELA 5

Ilość poszczególnych pierwiastków w kg zawartych w pędach wikliny dającej (w dn. 4.XII)
plon 10 ton świeżej masy prętów z ha

Data zbioru	N (w kg)			K ₂ O (w kg)			P ₂ O ₅ (w kg)			CaO (w kg)		
	Ło- dygi	Liście	Razem pędy	Łodygi	Liście	Razem pędy	Łodygi	Liście	Razem pędy	Łodygi	Liście	Razem pędy
6.VI	4,4	13,3	17,7	7,7	6,8	14,5	1,9	3,8	5,7	3,2	8,0	11,2
6.VII	9,5	30,5	40,0	16,2	16,1	32,3	4,2	8,2	12,4	11,5	26,5	38,0
6.VIII	12,5	30,0	42,5	19,5	19,8	39,3	6,9	8,4	15,3	19,8	33,4	53,2
4.IX	16,5	32,3	48,8	18,4	21,9	40,3	7,5	8,6	16,1	21,2	46,0	67,2
4.X	23,7	32,5	56,2	15,2	28,4	43,6	7,8	9,6	17,4	25,2	54,2	79,4
4.XI	31,9	23,7	55,6	17,5	16,1	33,6	9,2	7,6	16,8	28,8	48,9	77,7
4.XII	23,3	19,37	42,7	18,0	17,1	35,1	10,1	7,6	17,7	29,9	53,3	83,2

TABELA 6

Przyrosty suchej masy całych pędów i zawartości składników pokarmowych w okresie wegetacji

Okres	Zawartość suchej masy w całych pędach w g/ha	Przyrosty suchej masy pędów w g/ha	Przyrosty suchej masy pędów w stosunku do końcowego plonu w %	Przyrosty względnie ubytki zawartości w całych pędach				Procentowy stosunek przyrostów (wzgl. ubytków) do zawartości w dn. 4.XII:			
				N kg	K ₂ O kg	P ₂ O ₅ kg	CaO kg	N %	K ₂ O %	P ₂ O ₅ %	CaO %
do 6.VI		6,3	10,7	17,7	14,5	5,7	11,2	41,7	41,3	32,2	13,4
6.VI	6,3										
6.VI—6.VII		18,6	31,6	22,3	17,8	6,7	26,8	52,2	50,7	37,9	32,2
6.VII	24,9										
6.VII—6.VIII		14,5	24,6	2,5	7,0	2,9	15,2	5,9	20,0	16,4	18,3
6.VIII	39,4										
6.VIII—4.IX		6,6	11,2	6,3	1,0	0,8	14,0	14,8	2,8	4,5	16,8
4.IX	46,0										
4.IX—4.X		8,2	13,9	7,4	3,3	1,3	12,2	17,3	9,4	7,3	14,7
4.X	54,2										
4.X—4.XI		4,4	7,5	— 0,6	—10,0	—0,6	—1,7	—1,4	—28,5	—3,4	—2,0
4.XI	58,6										
4.XI—4.XII		0,3	0,5	—12,9	1,5	0,9	5,5	—30,2	4,3	5,1	6,6
4.XII	58,9										
razem		58,9	100,0	42,7	35,1	17,7	83,2	100,0	100,0	100,0	100,0

przybyła w łodygach wynosi 8,2 kg. W okresie od listopada do grudnia ilość azotu w łodygach maleje, gdyż sucha masa już się nie zmienia, a procentowa zawartość wyraźnie maleje.

Łączna zawartość potasu w pędach rośnie od czerwca do października, a potem maleje. W łodygach zawartość potasu rośnie od czerwca do sierpnia, gdyż przyrost masy jest w tym okresie nieproporcjonalnie większy niż spadek zawartości procentowej. W okresie od sierpnia do października następuje spadek absolutnej ilości potasu wywołany przypuszczalnie jego odpływem do liści, w których w tym czasie zawartość potasu rośnie. W ciągu października następuje w łodygach kolejny wzrost wywołany przypuszczalnie przepływem potasu z liści. W listopadzie i grudniu zawartość potasu jest podobna. Wyraźny spadek zawartości potasu w liściach w ciągu października można jeszcze tłumaczyć ewentualnym wypłukaniem jego z liści przez deszcze.

Łączna zawartość fosforu w pędach rośnie od czerwca do października, a potem utrzymuje się na stałym poziomie. Zawartość fosforu w łodygach wzrasta razem ze wzrostem suchej masy od czerwca do grudnia, pomimo że procentowa zawartość początkowo maleje a od września utrzymuje się na jednakowym poziomie. Zawartość fosforu w liściach rośnie od czerwca do października a następnie spada, co spowodowane jest przypuszczalnie odpływem jego do łodyg. W listopadzie i grudniu utrzymuje się na stałym poziomie.

Łączna zawartość wapnia rośnie od czerwca i osiąga swe maksimum w październiku, a potem z małymi wahaniami utrzymuje się na podobnym poziomie. Podobnie zmienia się zawartość wapnia w liściach, natomiast w łodygach wzrasta ciągle od czerwca do grudnia w związku ze stałym wzrostem suchej masy łodyg pomimo utrzymywania się procentowej zawartości wapnia na jednakowym poziomie już od września.

Dla lepszego zobrazowania dynamiki wzrostu suchej masy części nadziemnych wikliny oraz dla umożliwienia porównania wyników z wynikami S t e i n b e r g a — podano w tabeli 6 (obliczone z tab. 5) przyrosty suchej masy, przyrosty ilości pobranych pierwiastków oraz ich procentowy stosunek do ilości w plonie w dniu 4.XII.

DYSKUSJA WYNIKÓW

Metodyka przyjęta w badaniach podanych przez S t e i n b e r g a nie pozwalała na uzyskanie danych dotyczących całej suchej masy pędów wyprodukowanych na plantacji; nie brano zupełnie pod uwagę masy opadłych liści.

Ostatnie cięcie pędów dokonywane było w połowie października i wszelkie obliczenia procentowego stosunku przyrostów i ubytków odnosiły się do

suchej masy pozyskanej w tym czasie. Wydaje się, że właściwsze jest odnoszenie wszystkich uzyskanych wielkości na przestrzeni okresu wegetacyjnego do suchej masy w początkach grudnia. W tym czasie ustalona jest już sucha masa liści, które wszystkie już odprowadziły właściwą część pokarmów do łodyg i opadły, a masa łodyg ustabilizowała się po odprowadzeniu pokarmów do korzeni.

Chcąc porównać wyniki przyrostu suchej masy w badaniach niemieckich (tab. 2) z wynikami naszymi należało dokonać odpowiednich przeliczeń. Mianowicie drogą interpolacji ustalono zawartość suchej masy w łodygach i zielonych liściach w dniach 15.VI, 15.VIII i 15.X, a następnie łączną suchą masę oraz jej przyrosty w powyższych okresach.

Następnie również drogą interpolacji ustalono zawartość suchej masy pędów (ze wszystkimi liśćmi) — w analogicznych okresach, a w końcu obliczono procentowo stosunki tych przyrostów do plonów uzyskanych 15.X.

Zestawienie powyższych danych z wynikami podanymi przez Steinberga przedstawia się następująco:

TABELA 7

Porównanie wyników badań z wynikami Steinberga

Okres	Stosunek przyrostów do końcowego plonu suchej masy (15.X.) w %		
	Łodyg i liści zielonych wg Steinberga	Łodyg i liści zielonych	Łodyg wraz ze wszystkimi liśćmi
1.IV—15.VI	29,7	28,1	21,3
16.VI—15.VIII	63,1	58,5	55,7
16.VIII—15.X	7,2	13,4	23,0
r a z e m	100,0	100,0	100,0

Wyniki dotyczące suchej masy pędów bez opadłych liści są prawie zgodne, w naszych wynikach nastąpiło jednak pewne przesunięcie na korzyść ostatniego okresu, spowodowane przypuszczalnie różnicami klimatu. Uwzględnienie suchej masy wszystkich wyprodukowanych przez roślinę liści zmienia układ procentowy, w kierunku dalszego zmniejszenia przyrostów drugiego okresu na korzyść ostatniego.

Przy porównaniu wyników badań nad dynamiką pobierania pokarmów przedstawionych w tabeli 1 (wg Steinberga) i w tabeli 6, widać nawet bez dokonywania przeliczeń analogicznych do obliczeń suchej masy, że wyniki będą się poważnie różniły.

U Steinberga procentowa zawartość azotu wyraźnie zmniejsza się o 12% już od 15.VIII do 15.X, u nas zaś jeszcze w sierpniu i wrześniu wyraźnie przyrasta, a dopiero w październiku lekko się zmniejsza, tak że w rezultacie da w tym okresie przyrost nie ubytek.

To samo dotyczy również potasu, przy czym odpływ jego już do 15.X wynosi wg Steinberga aż 85%, podczas gdy u nas wynosi ogółem tylko 28,5%. Analogiczne różnice wystąpią w fosforze i wapniu.

Podobnie, jak u Steinberga, w badaniach Ostrowskiej metodyka pobierania prób do analiz nie pozwalała na uzyskanie całego plonu wytworzonej suchej masy liści, ponieważ nie zbierano opadających liści (począwszy od 16 sierpnia). Duże zastrzeżenia budzą też podane plony zielonej i suchej masy w q/ha otrzymane z przemnożenia średniego ciężaru 10 roślin z 3 powtórzeń przez 132 000 (jako że przy wieźbie 50×150 cm, na hektarze znajduje się 132 000 szt.). Różnice w plonie zielonej masy z ha (w dn. 25.XI), otrzymane na podstawie ciężaru roślin i na podstawie plonu z poletka w skrajnym wypadku (w kombinacji NPK), wynoszą odpowiednio 209,6 q/ha i 115,2 q/ha. Wydaje się, że zasadniczym źródłem tej różnicy (pominiętym przez autorkę) jest znacznie zmniejszona ilość żywych roślin w końcu II okresu wegetacji w porównaniu z ilością zasadzoną.

Mało prawdopodobny jest bardzo znaczny spadek suchej masy (w kombinacji Ca NPK i MPK) w okresie od 16.VIII do 25.XI, wynoszący około 50%, który autorka tłumaczy opadnięciem liści. W naszym doświadczeniu sucha masa łodyg i nie opadniętych liści prawie się nie zmniejszała, gdyż straty spowodowane opadnięciem liści wyrównywane były przez przyrost suchej masy łodyg (patrz str. 00).

U Steinberga, który podobnie jak Ostrowska nie uwzględnił opadających liści — sucha masa łodyg i liści od 16.VIII do 15.X jeszcze przyrasta (tabela 7), podczas gdy u Ostrowskiej masa ta znacznie spada już w okresie od 15.VIII do 16.IX (o 24%). Wcześniejsze zmniejszenie plonu suchej masy na poletkach nawożonych azotem w stosunku do nie nawożonych w doświadczeniu Ostrowskiej należy przypuszczalnie tłumaczyć tym, że na bujniej rosnących roślinach, dających większe zaciemnienie, wcześniej zaczynały opadać dalsze liście.

Porównując procentową zawartość składników osobno w liściach i łodygach w dn. 16.VIII i 15.IX u Ostrowskiej z procentową zawartością tych składników w naszej pracy w dniach: 6.VIII i 4.IX — można zauważyć dużą zgodność, jeśli chodzi o: N, P_2O_5 i K_2O . Większe różnice występują w zawartości wapnia, co spowodowane jest przypuszczalnie odmiennymi metodami oznaczenia (fotopłomieniową i szczawianową).

W dniach 16.VIII i 15.IX procentową zawartość składników w całej roślinie obliczano w pracy Ostrowskiej jako średnią ważoną z procentowej zawartości składników w łodygach i liściach. Nie uwzględniając

opadłych liści sztucznie zmniejszono ich udział, co w konsekwencji wpłynęło na zmniejszoną zawartość składników w całej roślinie, tym bardziej że procentowa ich zawartość w liściach jest znacznie większa jak w łodygach.

Wszystkie wnioski w pracy O s t r o w s k i e j dotyczące przebiegu pobierania składników pokarmowych są z góry obarczone pewnym błędem, gdyż nie uwzględniają opadłych liści.

Gdyby w naszym doświadczeniu obliczyć na przykład zawartość azotu w łodygach i nie opadniętych liściach w dn. 4.X — byłaby ona o 30% mniejsza niż zawartość azotu w łodygach i wszystkich liściach wyprodukowanych przez roślinę do dnia 4.X (tzn. zarówno liści znajdujących się w tym dniu na łodydze, jak i wcześniej opadłych).

Z drugiej strony zapotrzebowanie wikliny na składniki pokarmowe we wszystkich okresach jest u O s t r o w s k i e j wybitnie podwyższone na skutek przemnożenia procentowej zawartości składników przez sztucznie zwiększoną (drogą niewłaściwego przeliczenia) suchą masę, dochodzącą aż do 216,2 q/ha, podczas gdy normalnie w okresie największego wzrostu masa łodyg i liści nie przekracza 60 q/ha (patrz rubryka 1 w tab. 6).

Ciekawe jest porównanie średniej zawartości poszczególnych pierwiastków wyciągniętej z 8 analiz wykonywanych za granicą z wynikami analiz wykonywanych w Polsce.

TABELA 8

Porównanie wyników analiz na zawartość składników pokarmowych w średnim plonie prętów wikliny

	Zawartość poszczególnych pierwiastków w suchej masie plonu 10 ton świeżych prętów wikliny w kg			
	N	K ₂ O	P ₂ O ₅	CaO
Średnia z 8 analiz zagranicznych	41	20	14	29
Analiza wykonana przez Ostrowską (dane z poletek o pełnym nawożeniu)	28	20	11	50
Wyniki z tab. 5 niniejszej pracy	23	18	10	30

Zastanawiająca jest rozbieżność w ilości azotu, która w analizach zagranicznych wynosi średnio 41 kg (nie spada nigdzie poniżej 40 kg) a w analizach krajowych wynosi 28 i 23 kg. Rozbieżność tę trudno jest wytłumaczyć. Zawartość wapnia również wykazuje różnice, natomiast zawartości potasu i fosforu są bardzo zbliżone.

WNIOSKI KOŃCOWE

1. Największe przyrosty suchej masy w pędach wikliny stwierdzono w okresie od początku czerwca do początku sierpnia — i wynoszą one w ciągu dwóch miesięcy ponad 50% całej wyprodukowanej suchej masy. Przed i po tym okresie przyrost jest wolniejszy. Przyrost suchej masy kończy się praktycznie z końcem października.

2. Od początku wegetacji do pierwszych dni lipca wiklina pobiera prawie całą ilość azotu, potasu i fosforu, jaka się znajduje w końcowym plonie (tzn. w prętach i opadłych liściach)

3. Przez lipiec, sierpień i wrzesień pobieranie trwa nadal, ale w znacznie mniejszych ilościach i prawie całą ilość pobranego w tym okresie azotu i potasu tracą pędy w następnych miesiącach.

4. W październiku potas, a w listopadzie azot odpływa z pędów lub zostaje wypłukany przez deszcze. Ubytek azotu i potasu wynosi około 30% końcowego plonu w dniu 4.XII.

5. Przyrost fosforu w pędach kończy się we wrześniu i prawie nie jest odprowadzony do korzeni.

6. Wapń pobierany jest mniej więcej równomiernie do końca września (z wyjątkiem okresu najsilniejszego pobierania w czerwcu) i prawie nie jest odprowadzany z pędów do korzeni.

7. Plon 10 ton świeżej masy prętów z ha (wycinanych w grudniu i wywożonych z plantacji) zawiera: 23 kg azotu, 18 kg potasu, 10 kg fosforu i 30 kg wapnia, natomiast maksymalna ilość pobranych pierwiastków przez pędy wikliny (w początkach października) wynosi: 56 kg azotu, 44 kg potasu, 17 kg fosforu i 80 kg wapnia, czyli wiklina pobiera ponad dwukrotnie więcej składników pokarmowych, niż wynosimy z plonem końcowym.

b. Zarząd Przemysłu Wikliniarskiego

w Warszawie

(Wpłynęło 3.4.1958)

obecnie:

Zjednoczenie Leśnej Produkcji Niedrzewnej

SUMMARY

Investigation on the dynamics of the absorption of nutritional elements by willow was carried out in 1956. It consisted of field experiments which were intended to show the course of the increase of willow fresh-mass in different months and to supply samples of stalks and leaves for analyses on the contents of nitrogen, potassium, phosphorus, and calcium.

The investigation showed that:

1. The greatest increase of dry mass in willow shoots appears in the period from the beginning of June till the beginning of August. In these two months over 50% of the whole dry mass is produced. Before and after this period

the increase is slower. The rise in dry mass is practically finished by the end of October.

2. The nutritive elements in willow shoots (stems and leaves) constitute a high percent of dry matter at the beginning of the growth period. The percentages of these elements are significantly reduced during the increase of dry matter, but the absolute value of weights of these elements, as measured by kg per hectare, are still increased.

3. From the beginning of vegetation till the first days of July willow absorbs almost the whole amount of nitrogen, potassium, and phosphorus which is to be found in the crop i.e. stalks and fallen leaves.

4. The absorption continues throughout July, August, and September but to a much smaller degree and practically the whole amount of nitrogen and potassium absorbed in this period is lost by the shoots in the next months.

5. In October potassium and in November nitrogen flows out of the shoots or is washed out by rain. The decrease in nitrogen amounts to about 30% of the final crop.

6. The increase of phosphorus in shoots ends in September and very little of it is carried to the roots.

7. Calcium is absorbed more or less evenly till the end of September (with the exception of the highest absorption in June) and is hardly carried from the shoots to the roots at all.

8. An average yield of 10 tons of green rods by 1 hectare contains 23—28 kg of nitrogen (N), 10—11 kg of phosphorus (P_2O_5), 18—20 kg potassium (K_2O) and 30—50 kg of calcium (CaO).

The maximum amount of elements consumed by the willow (at the beginning of October) is over twice as great as amount contained in the crop of the rods.

The relations of the dry matter contained in all the leaves at the *Salix americana* species, produced during the growth period, to the dry matter of ripe rods, amounts, at optimum soil moisture to 40%

LITERATURA

1. Steinberg J., 1929, Beitrag zur Kultur der Korbweide, Landwirtschaftliche Jahrbücher 68: 57—64. Berlin.
2. Lesourd F., 1943, La culture de l'osier, Paris.
3. Staniszkis W., 1927, Wierzba, Rozdz. VIII Podręcznika Gosp. Wiejsk., Warszawa.
4. Gruner, 1948, Der Korbweidenbau, Berlin.
5. Prawdin L.F., 1952, Iwa, jej kultura i ispolzowanie, Ak. Nauk ZSSR, Moskwa.
6. Morozow I.R., 1950, Iwy ZSSR ih ispolzowanie i primienienie w szczytnom, lesorazwiedenie, M.L. Goslesbumizdat.
7. Jeżewski Z., Chodorowski P., 1956, Uprawa wikliny, PWRL, Warszawa.
8. Ostrowska A., 1957, Pobieranie składników pokarmowych przez wiklinę w zależności od nawożenia, Roczn. Nauk Roln. T. 74-A-3.