

Badania porównawcze nad homologicznymi biotypami pastewnym i gorzkim łubin białego

Cz. II. Skład jakościowy alkaloidów oraz zmiany ich zawartości w ontogenezie

Comparative studies on the homologous types of bitter and fodder white lupine

P. II. Qualitative composition of the alkaloids and changes in their content in ontogenesis

A. ŚCIBOR-MARCHOCKA

W części pierwszej niniejszej pracy opisano 3-letnie badania mające na celu porównanie biotypu gorzkiego łubinu białego z biotypem pastewnym z punktu widzenia wzrostu i rozwoju roślin oraz asymilacji azotu w ciągu trzech kolejnych okresów wegetacyjnych oraz wpływu różnego stopnia zaopatrzenia w fosfor i potas na te procesy (Ścibor-Marchocka 1970). Niżej przedstawione wyniki badań dotyczą porównania zmian w zawartości alkaloidów i składzie jakościowym tych zasad w rozwoju ontogenetycznym obu biotypów.

Tabela 1 — Table 1

CHARAKTERYSTYKA NASION Z 1961 R.

Characteristic of seeds from the year 1961

biotyp	ciężar 1000 nasion	ogólna zaw. N % s.m.	ogólna zaw. alkal. % s.m.	Procentowy udział frakcji alkal.								N alkal w % N ogóln. Alkaloid N as percentage of total N
				Percentual contribution of alkal. fraction								
biotype	1000 grain weight,g	total N content as % of dry weight	total alkaloid content,as % of dry weight	sp	la	hl	Ehl	mlf	ang	ay		
gorzki bitter	406	5,42	1,32	-	56,1	23,8	15,2	2,1	2,7	-	2,68	
pastewny fodder	379	5,08	0,03	3,0	38,8	30,2	12,7	2,8 ^{a/}	12,5 ^{b/}	-	0,07	

a/ związek o Rf multifloryny
compound with multiflorine Rf

b/ zasada An
An base

METODA

Do badań użyto dwóch biotypów łubinu białego: gorzkiego i pastewnego, szybkorosnących i pochodzących z krzyżówki dwóch form pastewnych (cz. I). Analizę alkaloidów wykonano metodą ilościową (Reifer, Niziołek 1957). Do rozdzielu chromatograficznego (chromatografia bibułowa, krążkowa) stosowano fazy rozwijające: 1. butanol : toluen : HCl (Reifer i in. 1959), 2. siarczan amonu : etanol (Wiewiórowski i in. 1957). Tej drugiej fazy używano tylko do jakościowego sprawdzenia niektórych zasad.

Nasiona z 1961 r. użyte do doświadczeń charakteryzuje tabela 1.

WYNIKI

I. Biotyp gorzki

W pierwszych fazach wegetacji rośliny zawierały stosunkowo mało alkaloidów. Dopiero między kwitnieniem a wypełnieniem strąków nastąpił gwałtowny wzrost ich zawartości, przy czym pędy boczne zawierały $\frac{1}{3}$ ogólnej ilości tych zasad w roślinie. W okresie dojrzewania (tj. ostatnich 58 dni wegetacji) już tylko nieznacznie wzrosła ich zawartość. Nastąpiło głównie przemieszczanie do nasion, tak że w fazie pełnej dojrzałości zawierały one około 80% ogólnej ilości alkaloidów w roślinie.

W 1963 r. wraz z wcześniejszym pojawieniem się pędów bocznych, już w okresie kwitnienia rośliny wykazywały intensywne gromadzenie alkaloidów; po 59 dniach wzrostu posiadały już przeszło $\frac{1}{3}$ ich końcowej zawartości. Z tego prawie połowa znajdowała się w pędach bocznych. W okresie wypełniania strąków, przy nie zmienionej zawartości względnej a znacznym wzroście bezwzględnej ilości alkaloidów w roślinach, zmieniły się znacznie stosunki w ich zawartości między poszczególnymi organami. Już w tym okresie rozpoczęło się przemieszczanie alkaloidów do nasion. Stąd we wszystkich organach wegetatywnych było ich stosunkowo mniej, a prawie połowa ilości tych zasad znajdowała się już w łupinach i nasionach. W dojrzałych roślinach tylko około 22% alkaloidów pozostało poza nasionami. Warto zwrócić uwagę, że omawiane rośliny nie zakończyły gromadzenia tych zasad wraz z wypełnieniem strąków, lecz trwało ono prawie do końca wegetacji.

W 1964 r. do okresu kwitnienia rośliny zgromadziły już stosunkowo dużo alkaloidów. W ciągu następnych 22 dni, w okresie rozwoju pędów bocznych, nie stwierdzono zwiększania ilości badanych zasad, chociaż masa roślin wzrosła prawie dwukrotnie. Ten fakt jest trudny do wytłumaczenia, tym bardziej, że w okresie późniejszym zaobserwowano jeszcze pewien wzrost ilości alkaloidów.

Tabela 2 - Table 2
BIOTYP G O R Z K I
Bitter Biotype
ZAWARTOŚĆ ALKALOIDÓW W POSZCZEGÓLNYCH ORGANACH
Alkaloid content in particular organs

Faza Phase	Część rośliny Part of plant	%								mg / 1 roślinie mg per plant							
		Pożywka pełna Full medium						- K - P K defici- P defici- cient, cient		Pożywka pełna Full medium						- K - P K defici- P defici- cient, cient	
		1962		1963		1964				1962		1963		1964			
		Nasiona z roku - Seeds from year															
		1961	1961	1962	1961/62	1962/63	1961/1963		1961	1961	1962	1961/62	1962/63	1961/1963			
3-4 liście leaves	część nadziem. aerial part				0,89	0,88	0,80	0,95	0,93			3,29	4,48	4,06	4,49	5,29	
zakład. paków kwiat. bud setting	liście leaves	0,25			0,35	0,32	0,51	0,44	0,48	1,36		2,86	3,59	4,79	4,26	4,68	
	lodygi shoots	0,40			0,35	0,34	0,40	0,41	0,40	0,84		1,48	1,80	2,28	2,11	2,13	
	Razem Total	0,29			0,35	0,33	0,40	0,43	0,44	2,20		4,34	5,39	7,07	6,37	6,81	
kwitnienie flowering	pod główny main shoot																
	liście leaves	0,32	0,36	0,36			0,81			3,11	7,53	5,99		15,3			
	lodygi shoots	0,50	0,23	0,25			0,52			3,66	6,67	5,97		11,8			
	kwiatostan inflorescence	0,62	1,03	1,62			1,90			0,31	3,92	3,56		2,09			
	pędy boczne lateral shoots																
	liście leaves		1,04	1,14			1,91			11,7	9,35			8,46			
	lodygi shoots		0,92	1,19						5,07	4,42						
	Razem Total	0,40	0,49	0,54			0,84			7,06	34,9	29,3		37,7			
wypełnienie strąków filling out of pods	pod główny main shoot																
	liście leaves	0,36	0,25	0,41			0,16			3,97	4,50	7,41		2,31			
	lodygi shoots	0,34	0,29	0,41			0,16			8,64	12,6	15,7		5,07			
	łupiny pod valves	0,99	0,58	0,56			0,78			16,9	19,8	12,6		15,0			
	nasiona seeds	1,23	0,98	1,68			1,47			3,45	14,2	14,5		8,25			
	pędy boczne lateral shoots																
	liście leaves	0,59	0,78	1,19			0,71			10,1	9,23	15,1		5,31			
	lodygi shoots	0,59	0,68	1,08			0,48			4,59	6,59	10,9		1,77			
	liście opadłe leaves shed						0,04							0,05			
	Razem Total	0,59	0,51	0,69			0,45			47,7	66,9	75,9		37,8			
pełna dojrzałość full maturity	liście leaves	0,06	0,08	0,23	0,05	0,11	0,06	0,09	0,05	1,16	2,54	5,52	0,70	1,87	1,23	1,55	0,63
	lodygi shoots	0,05	0,15	0,35	0,14	0,12	0,13	0,13	0,12	2,74	8,57	17,4	4,48	3,98	4,92	4,51	4,37
	łupiny pod valves	0,36	0,49	0,76	0,32	0,45	0,61	0,50	0,28	5,79	11,2	11,4	4,19	6,86	8,78	6,87	4,16
	nasiona seeds	1,31	1,60	1,65	1,35	1,53	1,38	1,91	1,41	42,1	77,5	52,8	52,1	40,0	36,0	43,3	37,7
	Razem Total	0,43	0,63	0,73	0,52	0,59	0,53	0,65	0,53	51,8	99,8	87,1	82,5	52,7	51,0	56,2	46,8

Tabela 3 - Table 3

UDZIAŁ AZOTU ALKALOIDOWEGO W AZOCIE OGÓLNYM / % /

Contribution of alkaloid nitrogen to total nitrogen, %

Faza Phase	Część-rośliny Part of plant	Biotyp gorzki Bitter biotype						Biotyp pastewny Fodder biotype									
		pożywka pełna full medium			K def. P def. cient. cient.			pożywka pełna full medium			K def. P def. cient. cient.						
		1962	1963	1964		1962		1963	1964		1964						
		Nasiona z roku - Seeds from year															
		1961	1961	1962	1961/ 62	1962/ 63	1961/1963	1961	1961	1962	1961/ 62	1962/ 63	1961/ 63				
3-4 liście leaves	część nadziemna aerial part						2,39						0,08				
zawiąz. kwiat. bud setting	liście leaves	0,79			0,99	1,27	1,09	1,04	1,18	0,04		0,06	0,08	0,07	0,08	0,19	
	lodygi shoots	3,10			2,42	2,43	2,94	3,07	3,31	0,38		0,51	0,21	0,16	0,32	0,76	
	Razem Total	1,11			1,11	1,00	1,38	1,31	1,47	0,09		0,13	0,09	0,08	0,11	0,28	
kwiطنienie flowering	pd główny main shoot																
	liście leaves	0,90	1,05	1,00			1,38			0,62	0,36	0,24			0,08		
	lodygi shoots	4,38	2,91	3,41			5,25			0,21	0,51	0,64			0,39		
	kwiatostan inflorescence	1,66	3,43	5,68			4,77			0,18	0,08	0,25			0,06		
	pd boczne lateral shoots																
	liście leaves		2,07	2,51						0,11	0,43						
	lodygi shoots		2,45	3,54			4,12								0,19		
	Razem Total	1,62	2,14	2,33			2,93			0,09	0,19	0,40			0,16		
wypełnienie strąków filling out of pods	pd główny main shoot																
	liście leaves	1,18	0,96	1,31			0,94			0,07	0,40	0,27			0,26		
	lodygi shoots	5,20	3,68	5,62			2,21			0,08	0,60	0,45			0,14		
	łupiny pod valves	3,84	2,24	2,22			3,48			0,04	0,47	0,12			0,28		
	nasiona seeds	3,53	2,63	5,28			4,36			0,15	0,55	0,07			0,61		
	pd boczne lateral shoots																
	liście leaves	1,53	2,09	3,13			2,27			0,06	0,32	0,31			0,43		
	lodygi shoots	5,12	4,02	7,48			3,56			0,10	0,88	0,66			1,29		
	liście opadłe leaves shed						0,34								0,27		
	Razem Total	2,67	2,40	3,29			12,43			0,06	0,48	0,025			0,35		
pełna dojrzałość full maturity	liście leaves	0,37	0,86	1,54	0,39	0,82	0,42	0,83	0,50	0,08	0,46	0,39	0,25	0,46	0,47	0,29	0,48
	lodygi shoots	0,60	1,82	4,13	2,33	2,17	2,15	2,25	2,17	0,11	0,40	0,44	0,77	0,66	0,57	0,51	0,62
	łupiny pod valves	3,28	6,48	10,81	4,77	6,33	7,70	7,31	3,94	0,09	0,17	0,21	0,13	0,07	0,09	0,10	0,09
	nasiona seeds	3,41	3,29	3,62	3,37	3,71	3,28	4,30	3,44	0,06	0,14	0,20	0,18	0,36	0,29	0,47	0,17
	Razem Total	2,37	3,09	3,72	3,00	3,30	2,88	3,78	3,06	0,08	0,22	0,28	0,36	0,44	0,27	0,37	0,33

Tabela.4 - Table 4

BIOTYP GORZKI - skład alkaloidów w mg w 1 roślinie, w poszczególnych fazach rozwoju

Bitter biotype alkaloid composition mg / 1 plant in particular development phases

Faza Phase	Część rośliny Part of plant	1962								1963								1964							
		1961								Nasiona z roku - Seeds from year 1961								1962							
		sp	la	hl	Ehl	mif	ang	ay		sp	la	hl	Ehl	mif	ang	ay		sp	la	hl	Ehl	mif	ang	ay	
3-4 liście leaves	część nadziemna aerial part																								
budowanie bud setting	liście leaves	0,1	0,8	śl.	0,2	śl.	0,1											0,8	2,6	0,3	0,6	0,2	0,3		
	lodygi shoots	0,1	0,3	0,1	0,2	śl.	śl.											0,3	0,8	0,4	0,4	0,1	0,1		
	Razem Total	0,2	1,1	0,1	0,4	śl.	0,1											1,1	3,4	0,7	1,0	0,3	0,4		
kwitnienie flowering	pęd główny main shoot																								
	liście leaves	0,4	1,1	0,1	0,5		0,9			0,3	5,0	0,3	0,7	0,1	0,2			0,5	3,9	0,3	0,8	0,1	0,2		
	lodygi shoots	0,8	1,5	0,4	0,6		0,2			0,4	3,1	0,2	1,7	śl.	0,4			0,3	3,2	0,1	1,8	śl.	0,3		
	kwiatostan inflorescence	śl.	0,2	śl.	śl.		śl.			0,1	2,8	0,1	0,1	śl.	0,2			0,1	2,8	0,1	0,1	0,1	0,1		
	pędy boczne lateral shoots																								
	liście leaves									0,7	6,5	0,5	1,2	0,4	0,4	0,2		0,7	5,7	0,3	1,3	0,3	0,4	śl.	
	lodygi shoots									0,7	2,7	0,1	0,4	0,2	0,3			0,6	2,7	0,1	0,6	0,1	0,2		
	Razem Total	1,2	2,8	0,5	1,1		1,1			2,2	20,1	1,2	4,1	0,7	1,4	0,2		2,2	18,3	0,9	4,6	0,6	1,2		
wypełnienie strąków filling out of pods	pęd główny main shoot																								
	liście leaves	0,4	0,9	0,1	1,3	0,2	1,0	śl.		0,2	2,5	0,8	0,7		0,4			0,9	2,2	2,5	0,5	0,1	0,3		
	lodygi shoots	0,3	5,1	1,0	1,3	0,4	0,3			2,7	5,9	1,6	0,7		0,7			1,8	7,0	2,5	1,7	0,1	0,8		
	łupiny pod valves	0,3	9,7	1,3	3,8	0,1	1,4			1,0	11,6	2,6	0,8		0,4			1,3	8,0	1,0	1,1	0,2	0,3		
	nasiona seeds	śl.	2,7	0,3	0,2	śl.	śl.			0,9	9,4	1,6	0,3		0,4			0,6	10,3	1,3	0,3	0,5	0,6		
	pędy boczne lateral shoots																								
	liście leaves	0,8	6,1	1,0	1,1	0,4	0,5	śl.		0,4	4,8	1,2	0,9	0,2	0,5	śl.		0,9	8,7	1,3	2,4	0,7	0,2		
	lodygi shoots	0,5	2,4	0,4	0,8	śl.	0,2	śl.		0,1	3,8	0,4	0,8	0,4	0,3			0,6	6,5	0,6	0,9	0,2	0,1		
	liście opadłe leaves shed																								
	Razem Total	2,3	26,9	4,1	8,5	1,1	3,4	0,2		5,3	38,0	8,2	4,2	0,6	2,7			6,1	42,7	9,2	6,9	1,8	2,3		
pełna dojrzałość full maturity	liście leaves	0,1	0,4	0,3	śl.	0,1	0,1	śl.		0,1	0,7	0,7	0,5		0,4			0,3	2,1	1,9	0,4		0,1		
	lodygi shoots	0,1	1,1	0,7	0,2	0,4	0,1	śl.			6,2	1,1	0,3	0,3	0,5				9,4	3,8	1,5	0,6	0,9		
	łupiny pod valves	0,3	2,3	1,4	0,4	0,6	0,3	0,3		0,2	4,4	4,8	0,4	0,2	0,5	śl.		0,4	4,5	3,0	0,5	0,7	0,7	0,2	
	nasiona seeds	0,2	25,1	2,8	0,7	1,4	4,0	0,4		2,2	49,1	2,6	2,3	0,8	9,3			1,0	31,6	6,4	2,8		5,1		
	Razem Total	1,0	28,9	12,2	1,3	2,5	4,4	0,7		2,5	60,4	16,2	3,5	1,3	10,7			1,7	47,6	15,1	5,2	1,3	6,8	0,2	0,2

Niedobór potasu względnie fosforu w podłożu nie wpłynął w sposób istotny na gromadzenie alkaloidów w roślinach.

Porównanie dynamiki gromadzenia alkaloidów w roślinach kontrolnych z dynamiką gromadzenia azotu ogólnego (tab. 5) wskazuje na pewną zbieżność między tymi dwoma procesami. Rozpatrując udział azotu alkaloidowego w ilości azotu ogólnego (tab. 3) trzeba zwrócić uwagę na bardzo wysoki jego udział w łodygach, tzn. w organach, w których jeśli synteza omawianych związków przebiegała, to w stopniu bardzo nieznacznym; nawet w łodygach roślin w pełni dojrzałych był znacznie wyższy niż w liściach. W większości przypadków w końcu wegetacji udział badanych związków był najwyższy w łupinach i znacznie różnił się od udziału obserwowanego w nasionach. Warto dodać, że względna zawartość alkaloidów w poszczególnych organach wykazywała dość duże wahania w zależności od roku badań, natomiast w nasionach były one niewielkie. W nasionach wyjściowych (z 1961 r.) użytych do doświadczeń stwierdzono chromatograficznie pięć alkaloidów z siedmiu znanych w łubinie białym szybkopędnym (tab. 1). Nie udało się wykryć sparteiny i zasady a_y , które niekiedy znajdowano w nasionach uzyskiwanych w doświadczeniu.

W ciągu całego okresu wegetacji roślin w 1962 r. dominującym alkaloidem była lupanina (tab. 4), której największy przyrost stwierdzono między okresem kwitnienia, a wypełnieniem strąków. W dojrzewających roślinach wzrost jej był już stosunkowo mały. Natomiast wzrost ilości hydroksylupaniny obserwowano w końcowym okresie wegetacji. Początkowo występowała ona głównie w formie estrowej. Udział sparteiny w ogólnej zawartości alkaloidów największy był w okresie intensywnej syntezy tych zasad (17%).

W doświadczeniu w 1963 r. udział lupaniny w sumie alkaloidów był znacznie większy niż w 1962. Już w okresie kwitnienia było jej znacznie więcej, a wzrost zawartości trwał do końca wegetacji. Natomiast podobnie jak w poprzednim roku udział hydroksylupaniny wzrastał istotnie w okresie wypełnienia strąków i dojrzewania nasion. W 1964 r. najbardziej intensywne gromadzenie lupaniny zaobserwowano między okresem zawiązywania pąków kwiatowych, a kwitnieniem. Następnie tempo przyrostu ilości tej zasady znacznie osłabło i w efekcie końcowym było jej stosunkowo mało. Przyrost zawartości hydroksylupaniny największy był — podobnie jak w poprzednich latach — w dojrzewających roślinach, a wzrost ilości jej frakcji estrowej kończył się w okresie wypełnienia strąków. Tylko do czasu kwitnienia roślin wzrastała zawartość sparteiny, a następnie bardzo szybko zmniejszała się (do 2%).

Zawartości pozostałych zasad — tak jak w poprzednich latach — były małe i nie ulegały większym zmianom.

Dynamika gromadzenia poszczególnych alkaloidów była podobna

Tabela 5 - Table 5

BIOTYP GORZKI NA ZRÓŻNICOWANEJ POŻYWKIE

Bitter biotype on different nutrient medium

Faza Phase	Część rośliny Part of plant	Skład alkaloidów w poszczególnych fazach rozwoju Alkaloid composition in particular development phases															
		%							mg								
		sp	la	hl	Ehl	mlf	ang	ay	sp	la	hl	Ehl	mlf	ang	ay		
		pożywka - K							K - deficient								
3-4 liście 3-4 leaves	część nadziemna aerial part		59	8	17		16			2,5	0,3	0,7		0,7			
butonizacja bud setting	liście leaves	12	57	13	10	3	5		0,5	2,3	0,5	0,4	0,1	0,2			
	lodygi shoots	10	37	20	26	4	3		0,2	0,7	0,4	0,5	0,1	0,1			
	Razem Total	11	50	15	15	3	4		0,7	3,0	0,9	0,9	0,2	0,3			
pełna dojrzałość full maturity	liście leaves	6	41	32	9	5	7		0,1	0,6	0,4	0,1	0,1	0,1			
	lodygi shoots		47	31	10	4	7			1,7	1,2	0,4	0,1	0,3			
	łupiny pod valves		44	36	7	7	4	3		2,8	2,3	0,4	0,4	0,2	0,2		
	nasiona seeds		68	13	6	4	9			27,2	5,1	2,4	1,5	3,6			
	Razem Total	1	63	18	7	4	8	1	0,1	32,3	9,0	3,3	2,1	4,2	0,2		
		pożywka - P							P - deficient								
3-4 liście 3-4 leaves	część nadziemna aerial part		63	8	10	4	15			3,1	0,4	0,5	0,2	0,8			
butonizacja bud setting	liście leaves	15	46	4	17	4	14		0,7	2,0	0,2	0,8	0,2	0,6			
	lodygi shoots	16	42	6	22	2	12		0,3	0,8	0,1	0,4	0,1	0,2			
	Razem Total	15	45	5	19	3	13		1,0	2,8	0,3	1,2	0,2	0,8			
pełna dojrzałość full maturity	liście leaves	8	30	29	12	10	11		0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1			
	lodygi shoots		37	44	11		8			1,5	1,7	0,4		0,3			
	łupiny pod valves		32	39	13	7	9			1,2	1,5	0,5	0,2	0,3			
	nasiona seeds		64	19	6	3	5	3		21,9	6,5	1,9	1,1	1,6	1,0		
	Razem Total	1	59	23	7	3	5	2		24,8	9,9	2,9	1,4	2,3	1,0		

Tabela 6 - Table 6

PORÓWNIANIE DYNAMIKI GROMADZENIA ALKALOIDÓW Z DYNAMIKĄ
GROMADZENIA AZOTU OGÓLNEGO / W % ZAWARTOŚCI KOŃCOWEJ /
Comparison of dynamics of alkaloids accumulation with that
of total nitrogen accumulation , % of final content .

Faza Phase		1962		1963				1964	
				nasiona seeds		1961			
		N	Alk. Alkaloids	N	Alk. Alkaloids	N	Alk. Alkaloids	N	Alk. Alkaloids
Biotyp gorzki Bitter biotype	3 - 4 liście 3 - 4 leaves							9,8	7,9
	butonizacja bud setting	9,1	4,2					29,7	13,9
	kwitnienie flowering	20,0	15,6	49,8	35,0	53,9	33,6	74,3	73,8
	wypełnienie strąków filling out of pods	82,0	92,0	85,0	67,0	99,0	87,1	89,9	74,1
	pełna dojrzałość full maturity	100	100	100	100	100	100	100	100
	% w nasionach w stosun- ku do zawartości ogólnej content in seeds as percentage of total content	56	81	69	77	62	60	63	70
Biotyp pastewny Fodder biotype	3 - 4 liście 3 - 4 leaves							13,4	2,8
	zakł. pąków kwiat. bud setting	7,8	9,4					38,2	8,2
	kwitnienie flowering	31,2	34,0	49,0	43,9	54,7	79,2	100,5	40,0
	wypełnienie strąków filling out of pods	126,2	107,2	63,8	126,3	85,5	86,0	110,3	98,2
	pełna dojrzałość full maturity	100	100	100	100	100	100	100	100
	% w nasionach w stosun- ku do zawartości ogólnej content in seeds as percentage of total content	63	41	66	42	59	43	63	45

Tabela 7 - Table 7

BIOTYP PASTEWNY

Fodder Biotype

ZAWARTOŚĆ ALKALOIDÓW W POSZCZEGÓLNYCH ORGANACH

Alkaloid content in particular organs

Faza Phase	Część rośliny Part of plant	%														mg/ 1 roślinę mg per plant													
		pożywka pełna full medium						- K - P K defl P defl cient cient						pożywka pełna full medium						- K - P K defl P defl cient cient									
		1962		1963		1964		1962		1963		1964		1962		1963		1964		1962		1963		1964					
		Nasiona z roku - Seeds from year																											
		1961	1962	1961/62	1962/63	1961/1963		1961	1962	1961/62	1962/63	1961/1963																	
3-4 liść leaves	część nadziemna aerial part			0,03	0,03	0,02	0,02	0,02				0,14	0,14	0,14	0,11	0,09													
	liście leaves	0,01		0,02	0,03	0,03	0,03	0,08	0,05			0,21	0,37	0,29	0,33	0,63													
	lodygi shoots	0,04		0,07	0,03	0,02	0,04	0,09	0,08			0,25	0,16	0,12	0,18	0,40													
	Razem Total	0,02		0,04	0,03	0,03	0,03	0,08	0,13			0,56	0,53	0,41	0,51	1,03													
zaw. paków kwiata bud setting	peń główny main shoot																												
	liście leaves	0,02	0,05	0,09		0,04			0,24	0,81	1,70			0,70															
	lodygi shoots	0,02	0,04	0,06		0,04			0,19	1,11	1,50			0,99															
	kwiatostan inflorescence	0,06	0,02	0,07		0,02			0,04	0,07	0,18			0,03															
	peń boczne lateral shoots																												
	liście leaves		0,05	0,16						0,46	1,66																		
	lodygi shoots		0,05	0,12		0,08				0,25	0,25			0,29															
	Razem Total	0,02	0,04	0,10		0,04			0,47	2,70	5,79			2,01															
kwitnienie flowering	peń główny main shoot																												
	liście leaves	0,02	0,06	0,09		0,06			0,24	0,86	1,32			0,42															
	lodygi shoots	0,01	0,05	0,05		0,03			0,28	1,67	2,02			0,35															
	łupiny pod valves	0,01	0,08	0,03		0,06			0,15	1,08	0,88			1,13															
	nasiona seeds	0,05	0,15	0,03		0,21			0,15	1,26	0,30			1,10															
	peń boczne lateral shoots																												
	liście leaves	0,02	0,12	0,09		0,14			0,49	1,28	1,21			1,18															
	lodygi shoots	0,02	0,08	0,06		0,11			0,17	0,81	0,56			0,49															
	liście opadłe leaves shed					0,03								0,26															
	Razem Total	0,02	0,07	0,09		0,05			1,48	7,76	6,29			4,93															
wypełnienie strąków filling out of pods	peń główny main shoot																												
	liście leaves	0,01	0,06	0,06	0,01	0,05	0,06	0,04	0,06	0,21	1,48	1,90	0,37	0,79	0,88	0,77	0,82												
	lodygi shoots	0,01	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,46	1,72	1,84	1,31	1,31	1,26	1,04	1,23												
	łupiny pod valves	0,01	0,01	0,02	0,08	0,05	0,05	0,05	0,04	1,15	0,33	0,41	1,07	0,57	0,58	0,72	0,53												
	nasiona seeds	0,02	0,06	0,09	0,07	0,15	0,11	0,18	0,06	0,57	2,61	2,16	1,35	2,85	2,30	2,47	1,13												
	Razem Total	0,01	0,04	0,06	0,05	0,07	0,06	0,07	0,04	1,38	6,14	7,31	4,10	5,52	5,02	6,00	3,71												
pełna dojrzałość full maturity	liście leaves	0,01	0,06	0,06	0,01	0,05	0,06	0,04	0,06	0,21	1,48	1,90	0,37	0,79	0,88	0,77	0,82												
	lodygi shoots	0,01	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,46	1,72	1,84	1,31	1,31	1,26	1,04	1,23												
	łupiny pod valves	0,01	0,01	0,02	0,08	0,05	0,05	0,05	0,04	1,15	0,33	0,41	1,07	0,57	0,58	0,72	0,53												
	nasiona seeds	0,02	0,06	0,09	0,07	0,15	0,11	0,18	0,06	0,57	2,61	2,16	1,35	2,85	2,30	2,47	1,13												
	Razem Total	0,01	0,04	0,06	0,05	0,07	0,06	0,07	0,04	1,38	6,14	7,31	4,10	5,52	5,02	6,00	3,71												

Fodder Biotype - alkaloid composition, mg / 1 plant in particular development phases

Faza Phase	Część rośliny Part of plant	1962								1963								1964															
		Nasiona z roku - Seeds from year								1961								1962								1961/ 1963							
		sp	la	hl	Ehl	mlf	An	ay	sp	la	hl	Ehl	mlf	An	ay	sp	la	hl	Ehl	mlf	An	ay	sp	la	hl	Ehl	mlf	An	ay				
3-4 liście leaves	część nadziemna aerial part																																
zakł. kw. bud setting	liście leaves	4	18	4	13	4	7	1																									
	lodygi shoots	3	33	4	20	2	15																										
	Razem Total	7	51	8	33	6	22	1																									
kwitnienie flowering	pod główny main shoot																																
	liście leaves	44	91	23	30	12	24		25	267	45	84	121	194	39		93	859	172	94	45	315	44		40	208	24	173	24	215			
	lodygi shoots	17	103	19	15	10	28		94	414	257	203	116	372			35	866	76	149	29	130	48		33	453	50	216	38	178			
	kwiatostan inflorescence	2	19	2	9	1	4		2	26	24	6	3	7			9	110	9	8	2	21			2	15	1	12	1	2			
	pędy boczne lateral shoots																																
	liście leaves								14	208	32	68	79	74	14		80	1010	77	100	53	150	44										
	lodygi shoots								32	97	36	7	10	34	10		42	249	26	189	21	56			36	106	11	42	14	53			
Razem Total		63	213	44	54	23	56		167	1012	394	368	269	682	63		259	3094	430	540	150	672	136		111	782	86	443	77	448			
wypełnienie strąków filling out of pods	pod główny main shoot																																
	liście leaves	17	35	14	37	36	67	22	27	361	44	110	21	264			97	252	126	178	65	552			25	178	19	34	16	130			
	lodygi shoots	17	85	15	51	38	57	8	113	578	300	314	23	225			161	523	201	495	145	466			18	159	31	63	7	45			
	lupiny pod valves	5	46	27	43	3	20		83	989	363	238	18	55			20	532	143	98	4	56			29	677	70	149	22	91			
	nasiona seeds	6	49	45	21	6	14		57	554	341	95	45	70	45		8	71	89	36	14	32			27	760	78	72	81	55			
	pędy boczne lateral shoots																																
	liście leaves	75	107	30	60	68	107	23	50	721	95	101	35	200	147		71	261	88	95	32	283			41	479	142	106	57	264			
	lodygi shoots	13	46	18	18	14	43	7	51	365	80	116	37	107	9		16	79	32	35	37	73			22	254	45	73	29	52			
	liście opadłe leaves shed																																
Razem Total		133	368	149	230	165	308	60	381	3568	1223	974	179	921	201		373	1717	679	937	297	1462			172	2544	420	502	343	642			
pełna dojrzałość full maturity	liście leaves	11	44	38	23	35	34	9	88	215	55	141	276	422	95		74	421	124	89	375	471	110		78	107	37	84	131	411	22		
	lodygi shoots	16	127	91	30	54	100	24	49	392	262	131	235	548			134	683	278	141	108	397			108	253	99	88	68	576	39		
	lupiny pod valves	12	39	39	12	7	22	5	12	62	81	8	115	13			13	169	60	22	24	73			31	223	149	24	19	112			
	nasiona seeds	22	147	187	64	51	88		198	1182	517	274	30	280			88	1798	474	274	41	147	5		78	1032	462	241	87	416			
	Razem Total		61	357	355	129	147	244	38	347	1851	945	551	656	1263	95		309	3071	936	526	548	1088	115		295	1615	747	437	305	1515	61	

w roślinach wyrosłych na pożywce pozbawionej potasu lub fosforu (tab. 5).

We wszystkich badanych w 1964 r. grupach roślin zawartość alkaloidów była stosunkowo mała. Szczególnie mało było lupaniny.

II. Biotyp pastewny

W 1962 r. największy bezwzględny przyrost ilości alkaloidów stwierdzono w okresie wykształcania i wypełnienia strąków. W okresie dojrzewania ilość ich nie uległa już zmianie. Do nasion przemieściło się tylko 42% ogólnej zawartości tych zasad.

Znacznie więcej alkaloidów zawierały rośliny w 1963 r. Już w okresie kwitnienia było ich więcej, a w ciągu następnych trzech tygodni nastąpił jeszcze dalszy wzrost, szczególnie w pędach bocznych i strąkach. W dojrzałych nasionach stwierdzono, podobnie jak w poprzednim roku około 44% ogólnej zawartości w roślinie, reszta pozostała w częściach wegetatywnych.

W 1964 r. okres intensywnego gromadzenia alkaloidów trwał od czasu wykształcania pąków kwiatowych do wypełnienia strąków. Inne było nieco rozmieszczenie tych zasad w roślinach w ciągu okresu wegetacji, ale dojrzałe nasiona, podobnie jak w latach poprzednich, zawierały 46% ogólnej ilości alkaloidów.

Wpływ niedoboru potasu w podłożu zaznaczył się w końcowym okresie wegetacji. Dojrzałe rośliny zawierały nieco więcej badanych zasad — szczególnie w nasionach (57% ogólnej ich ilości w roślinie). Niedobór fosforu wpłynął już w okresie wcześniejszym, a dojrzałe rośliny zawierały stosunkowo mniej alkaloidów. Inne było też ich rozmieszczenie w roślinie. Do nasion przemieściło się tylko 31% badanych zasad.

Porównując dynamikę gromadzenia alkaloidów z dynamiką gromadzenia azotu ogólnego (tab. 6) należy stwierdzić, że tylko w niektórych przypadkach można znaleźć zbieżność między tymi procesami.

W nasionach wyjściowych (z 1961 r.) użytych do doświadczeń stwierdzono sześć spośród siedmiu znanych w łubinie białym szybkościowym zasad (Szymańska 1964 — tab. 1). W 1962 w pierwszych okresach wegetacji (tab. 8) rośliny zawierały stosunkowo dużo lupaniny. Bezwzględna jej ilość wzrastała do czasu wypełnienia strąków. Udział hydroksylupaniny wzrastał do końca wegetacji, tak że w dojrzałych roślinach było jej więcej (licząc z frakcją estrową) niż lupaniny. Udział sparteiny największy był w okresie kwitnienia roślin.

Znacznie większą zawartość alkaloidów stwierdzono w roślinach w 1963 r., ale udział poszczególnych zasad w sumie nie uległ dużym zmianom. Podobnie jak w 1962 r. udział lupaniny nie przekroczył 48%.

Tabela 9 - Table 9

BIOTYP PASTEWNY NA ZRÓŻNICOWANEJ POŻYWKIE

Fodder biotype on different nutrient medium

Faza Phase	Część rośliny Part of plant	Skład alkaloidów w poszczególnych fazach rozwoju Alkaloid composition in particular development phases													
		%							mg						
		sp	la	hl	Ehl	mlf	An	ay	sp	la	hl	Ehl	mlf	An	ay
		pożywka - K							K - deficient						
3-4 liście leaves	część nadziemna aerial part	16	41	14	12	8	8	1	17	42	14	13	9	8	1
zakł. paków kwiatowych bud setting	liście leaves	11	33	5	30	6	55		34	100	15	92	19	47	
	łodygi shoots	4	46	6	20	4	20		7	72	10	31	7	31	
	Razem Total	9	37	5	26	6	17		41	172	25	123	26	78	
	pełna dojrzałość full maturity	liście leaves	7	16	5	11	13	47	1	52	117	37	78	93	348
	łodygi shoots	6	43	21	13	1	16		55	428	212	126	3	164	
	łupiny pod valves	5	56	10	10	6	14		33	366	66	65	41	90	
	nasiona seeds	4	54	20	8	3	11		113	1706	631	258	94	342	
	Razem Total	5	47	17	10	4	17	1	253	2617	946	527	231	944	13
		pożywka - P							P - deficient						
3-4 liście leaves	część nadziemna aerial part	6	41	7	30	9	7		5	34	6	25	8	6	
zakł. paków kwiatowych bud setting	liście leaves	10	37	2	25	6	20		60	217	13	145	39	117	
	łodygi shoots	4	45	4	21	5	20		15	169	16	80	18	77	
	Razem Total	8	40	3	23	6	20		75	386	29	225	57	194	
	pełna dojrzałość full maturity	liście leaves	3	17	5	5	22	41	7	23	129	38	42	166	324
	łodygi shoots	4	17	5	7	8	55	4	44	189	58	80	94	623	40
	łupiny pod valves	8	40	12	29	4	7		39	191	56	141	18	39	
	nasiona seeds	5	32	29	20	1	13		56	342	309	213	13	136	
	Razem Total	5	25	13	14	8	32	3	162	851	461	476	291	1122	90

Do czasu wypełnienia strąków wzrastała ilość hydroksylupaniny i jej frakcji estrowej oraz sparteiny (nieco inaczej układały się te zależności w roślinach wyrosłych z nasion z 1962 r.).

W roślinach z doświadczenia 1964 r. gromadzenie lupaniny trwało do czasu wypełnienia strąków. Wtedy też największy był jej udział w sumie alkaloidów. Do końca wegetacji wzrastała ilość hydroksylupaniny oraz jej udział w ogólnej zawartości badanych zasad. Zawartość sparteiny wzrastała do końca wegetacji, ale jej udział największy był w młodych roślinach.

W ciągu wszystkich trzech lat badań zawartości zasad o R_f mulifloryny i A_n były stosunkowo duże, szczególnie w końcowym okresie wegetacji. Niekiedy zasady A_n było więcej niż lupaniny i hydroksylupaniny.

Niedobór potasu w podłożu (tab. 9) nie wpłynął w sposób istotny na proporcje między poszczególnymi zasadami. Nieco więcej stwierdzono tylko w plonie końcowym lupaniny, a mniej zasady A_n . Niedobór fosforu pojawił się tylko w zmianie proporcji między hydroksylupaniną i jej frakcją estrową, a w dojrzałych roślinach stwierdzono mniej lupaniny.

DYSKUSJA

W przedstawionych powyżej badaniach dynamika gromadzenia alkaloidów w biotypie gorzkim i pastewnym była w zasadzie podobna. Intensywne gromadzenie tych zasad trwało zwykle od czasu kwitnienia do wypełnienia strąków na pędzie głównym; ustawało zupełnie w dojrzewających roślinach biotypu pastewnego, a w gorzkich niekiedy trwało dłużej. Prawdopodobnie duży wpływ na gromadzenie alkaloidów miały warunki pogody (podobnie jak na gromadzenie azotu).

W każdym z trzech kolejnych okresów wegetacyjnych, niezależnie od warunków pogody i ilości zgromadzonych alkaloidów, łubin gorzki przemieszczał do nasion 60—80% ogólnej zawartości tych zasad w roślinach, natomiast pastewny tylko około 40%, co z punktu widzenia praktycznego może mieć istotne znaczenie.

Porównanie dynamiki gromadzenia alkaloidów w badanych roślinach z dynamiką gromadzenia azotu w tychże roślinach wskazuje na zbieżność między tymi procesami — głównie w biotypie gorzkim. W biotypie pastewnym zbieżności takiej dopatrzeć się nie można. Bardzo możliwe, że zbyt duże błędy w oznaczeniach alkaloidów w łubinie pastewnym uniemożliwiły ustalenie tej zbieżności. Podobnie Byszewski (1959) badając formy pastewne łubinów nie stwierdził korelacji między zawartością azotu, a ilością alkaloidów. Na temat zbieżności między zawartością azotu, a zawartością alkaloidów w roślinie zdania są podzielone. Nowotná (1928, 1935) uważa, że ścisłego stosunku między ilością azotu ogólnego i alkaloidowego w roślinach dopatrzeć się nie można. Natomiast Guillaume (1930), Iwanow (1932), Szarapow (1949),

Barbacki (1952), Majsurian (1953), Ruther (1953), Jaranowski (1956) i in. sądzą, że lepsze zaopatrzenie roślin w azot może wpłynąć na zwiększenie zawartości alkaloidów w łubinach, szczególnie gorzkich.

Badania składu jakościowego alkaloidów wskazały, że podobnie w biotypie gorzkim i pastewnym wzrost zawartości głównego alkaloidu — lupaniny trwał do czasu wypełnienia strąków, a w dojrzewających roślinach ilość jej nie ulegała już większym zmianom. Natomiast zawartość hydroksylupaniny wzrastała istotnie w końcowym okresie wegetacji. Zawartość sparteiny w dojrzewających roślinach biotypu gorzkiego zawsze zmniejszała się, a w biotypie pastewnym ulegała małym zmianom.

Największą różnicę między tymi dwoma biotypami zaobserwowano w udziale angustifoliny i zasady A_n . Pierwsza z nich występuje najprawdopodobniej tylko w biotypie gorzkim w stosunkowo niewielkich ilościach, natomiast drugą znajduje się prawdopodobnie tylko w biotypie pastewnym i to w dużych ilościach, szczególnie w starzejących się organach wegetatywnych.

Otrzymane wyniki zbliżone są do wyników badań Szymańskiej (1964), szczególnie jeśli chodzi o organy wegetatywne łubinu. Natomiast odmiennie od cytowanych badań stwierdzono w nasionach biotypu pastewnego jak i gorzkiego sparteinę (lub zasadę o R_f sparteiny). W nasionach roślin pastewnych występowała ona zawsze, w gorzkich wykryto ją w dwóch pierwszych latach badań.

Stosunki ilościowe alkaloidów różnią się w badanych biotypach. W gorzkim stosunkowo duży jest udział lupaniny — szczególnie w nasionach, przy mniejszym udziale hydroksylupaniny, natomiast w pastewnym znacznie większy jest udział mniej toksycznej hydroksylupaniny i jej frakcji estrowej. Podobne stosunki między tymi zasadami stwierdzono także w innych odmianach łubinu białego (Birecka 1959, 1963; Nalborczyk T. 1964). Według Barbackiego (1956) angustifolina w łubinie pastewnym jest charakterystyczna dla średniowczesnego biotypu V — czyli inaczej 'Przebédowskiego Średniowczesnego' — formy ojcowskiej badanych w niniejszej pracy biotypów.

Charakterystyczna dla łubinu Białego V jest też stosunkowo niewielka ilość lupaniny równoważąca się mniej więcej z ilością hydroksylupaniny (co przypomina formę późną).

Warto zwrócić uwagę, na stosunkowo duży udział sparteiny w biotypie gorzkim w okresie intensywnej syntezy alkaloidów, głównie w liściach i łodygach pędu głównego w fazie kwitnienia, wynoszący niekiedy przeszło 20% ogólnej ilości alkaloidów w tych organach, a także w pędach bocznych w okresie pełnego ich rozwoju. Udział ten jest znacznie większy od udziału spotykanego u innych form łubinu białego gorzkiego,

które nie pochodzą od pastewnych rodziców (Birecka i inn. 1960, 1962).

Należy zaznaczyć, że pochodzenie nasion, z jakich wyrosły rośliny omawiane w niniejszej pracy, nie miało w zasadzie wpływu na stosunki między poszczególnymi alkaloidami występującymi tak w biotypie gorzkim, jak i pastewnym.

Wpływ niedoboru potasu względnie fosforu w podłożu na zawartość alkaloidów zaznaczył się tylko w biotypie pastewnym. Trzeba jednak zaznaczyć, że w badaniach Lasoty (1960) nad innymi odmianami gorzkimi i pastewnymi niski poziom żywienia fosforowego wywołał u obu grup roślin znaczne obniżenie procentowej i ogólnej zawartości alkaloidów w nasionach oraz organach wegetatywnych wraz z obniżeniem zawartości azotu ogólnego. Byszewski (1967) przytacza wyniki licznych doświadczeń, z których wynika, że zwiększone nawożenie potasowe zmniejsza, a zwiększenie fosforu zwiększa procentową zawartość alkaloidów w roślinach. Do podobnych wniosków dochodzi także Wojtysiak (1936, 1937).

WNIOSKI

Przeprowadzone trzyletnie badania nad biotypami pastewnym i gorzkim lubinu białego szybkoepędnego pochodzącymi od wspólnych pastewnych rodziców wykazały, że w warunkach wazonowych:

1. Dynamika gromadzenia alkaloidów w biotypie gorzkim i pastewnym była dość podobna (przy dużych różnicach ilościowych, średnio 10-krotnych). Okres intensywnego gromadzenia tych zasad trwał zwykle od czasu kwitnienia pędu głównego do wypełnienia strąków, a niekiedy dłużej. W nasionach, w fazie pełnej ich dojrzałości — niezależnie od sumarycznej ilości alkaloidów — znajdowało się w biotypie gorzkim 60—80% ich ogólnej zawartości, natomiast w pastewnym tylko 40%.

Zbieżność między dynamiką gromadzenia alkaloidów a dynamiką gromadzenia azotu w roślinach wystąpiła głównie w biotypie gorzkim.

2. Intensywność gromadzenia lupaniny w obu badanych biotypach była w zasadzie podobna. Zawartość tej zasady wzrastała zwykle między kwitnieniem a wypełnieniem strąków. Natomiast intensywne gromadzenie hydroksylupaniny tak w biotypie gorzkim, jak i pastewnym odbywało się w końcowym okresie wegetacji. W fazach wcześniejszych zasada ta występowała głównie w formie estrowej.

Różnice między biotypem gorzkim i pastewnym w składzie ilościowym poszczególnych alkaloidów dotyczą głównie udziału lupaniny i hydroksylupaniny w ogólnej zawartości tych zasad w roślinach. W biotypie gorzkim udział lupaniny wynosił około 60%, a hydroksylupaniny około 20%. W biotypie pastewnym udział lupaniny był mniejszy, 30—40%, a hydroksylupaniny większy i wynosił około 30%.

W biotypie pastewnym stwierdzono stosunkowo duży udział zasady An, dochodzący niekiedy prawie do 50% ogólnej zawartości alkaloidów, szczególnie w starzejących się organach wegetatywnych. Podobnie udział zasady o R_f multifloryny w organach wegetatywnych dojrzałych roślin, a także łupinach biotypu pastewnego był stosunkowo duży i niekiedy dochodził do 20% ogólnej zawartości alkaloidów w tych organach. Dla badanego biotypu gorzkiego charakterystyczny był stosunkowo duży udział sparteiny w okresie intensywnej syntezy alkaloidów, znacznie większy aniżeli to ma miejsce w odmianach gorzkich, które nie pochodzą ze skrzyżowania dwóch form pastewnych. Udział ten dochodził niekiedy do 20% ogólnej zawartości alkaloidów w młodych liściach lub łodygach.

3. Gorsze zaopatrzenie roślin w potas względnie fosfor nie wpłynęło na zawartość alkaloidów w biotypie gorzkim, natomiast w pastewnym względny niedobór potasu spowodował zwiększenie ilości alkaloidów o ok. 20%, a względny niedobór fosforu — zmniejszenie ilości tych zasad, nie zmieniając (w obu przypadkach) istotnie proporcji między poszczególnymi alkaloidami.

(Wpłynęło dn. 20.8.1968 r.)

SUMMARY

Comparative studies of the bitter and fodder biotypes of white lupine conducted over three years with the aim of gaining a better knowledge of the qualitative composition of their alkaloids and of the quantitative changes occurring in them in plant ontogenesis demonstrated that:

The dynamics of alkaloid accumulation in both biotypes was rather similar (with wide quantitative differences, on the average reaching tenfold values). The time of intensive accumulation of the bases lasted generally from the period of flowering to the time of pod filling out. The seeds contained in the phase of full ripeness, independently of the total alkaloids content: in the bitter biotype 60—80 percent of their total amount in the plant, whereas in the fodder type only ca. 40 percent. A parallel course of the dynamics of total nitrogen accumulation and of alkaloid accumulation occurred mainly in the bitter biotype. In the years when the lupin plants accumulated large nitrogen quantities, also a higher amount of alkaloids was noted.

The relative intensity of lupanine accumulation in both the biotypes was as a rule similar. The content of this base increased generally between the period of flowering and that of pod filling out. Intensive accumulation of hydroxylupanine in both types was observed in the end period of vegetation. In earlier phases the base occurred chiefly in ester form.

The differences between the bitter and fodder biotypes in the quantitative composition of the particular alkaloids concerned in the first place the contribu-

tion of lupanine and hydroxylupanine to the total content of these bases in the plants. In the bitter biotype the contribution of lupanine was ca. 60 and that of hydroxylupanine ca. 20 percent. In the fodder biotype lupanine gave a smaller contribution of 30—40 percent and hydroxylupanine ca. 30 percent.

In the fodder biotype a relatively large contribution of the An base was noted reaching sometimes almost 50 percent of the total alkaloid content, particularly in the ageing vegetative organs. Similarly the contribution of the base with the R_f of multiflorine in vegetative organs of mature plants and also in the pods of the fodder biotype was relatively high and sometimes reached 20 percent of the total alkaloid content in these organs.

For the bitter biotype the relatively high contribution of spartein in the period of intensive alkaloid synthesis was characteristic. It was much higher than in the bitter varieties not derived from a cross of two fodder forms. This contribution reached sometimes 20 percent of the total alkaloid content in young leaves and shoots.

A lower potassium or phosphorus supply did not affect the alkaloid content in the bitter biotype. On the other hand, in the fodder biotype a relative potassium deficit caused a rise in alkaloid content by ca. 20 percent, and a relative phosphorus deficit caused a decrease in the amount of the bases, without changing (in both cases) significantly the proportions between the particular alkaloids.

LITERATURA

- Barbacki S., 1952, Łubin, PWRiL, Warszawa.
 Barbacki S., 1956, Post. Nauk Roln. 3 (7): 1.
 Barbacki S., 1960, Gen. Pol. 1 (1): 103.
 Birecka H., Rybicka H., Ścibor-Marchocka A., 1959, Acta Bioch. Pol. 6 (1): 25.
 Birecka H., Mazan A., Szklarek D., 1959, Acta Soc. Bot. Pol. 28 (2): 285.
 Birecka H., Szymańska W., Ścibor-Marchocka A., 1960, ibidem 29 (3): 369.
 Birecka H., Wojcieszka U., 1962, ibidem 31 (2): 337.
 Birecka H., 1963, ibidem 32 (1): 131.
 Byszewski W., 1957, Hod. Rośl. Aklim. i Nas. 1 (3): 327.
 Byszewski W., 1959, ibidem 3 (4): 439.
 Guillaume A., 1930, Recherches experim sur le lupin, Paris.
 Guillaume A., 1930, Rev. Scient. 17: 4.
 Iwanow N. N., 1932, Trudy po prikl. botan. gen. i sel. 54: 7.
 Jaranowski J., 1956, Roczn. Nauk Roln. 73-A-1: 499.
 Jaranowski J., 1956, ibidem 73-A-4: 583.
 Kuy van der A., 1956, dysertacja, S-Gravenhage.
 Lasota T., 1960, Praca doktorska, IUNG, Warszawa.
 Mironienko A. W., 1965, Fizjol. i bioch. lupina, Nauka i Technika, Mińsk.
 Majsurian N. A., 1952, Izv. T. S. Ch., ZSRR, 1.
 Nalborczyk T., 1964, Praca doktorska, SGGW, Warszawa.
 Nowotówna A., 1928, Pamiętnik PINGW 9 (1): 5.
 Nowotówna A., 1935, ibidem 14 (1): 27.

- Reifer I., Niziołek S., 1957, *Acta Bioch. Pol.* 4 (3): 165.
- Reifer I., Przeździecka N., Kleczkowska D., 1959, *Acta Bioch. Pol.* 6 (1): 27.
- Ruther H., 1953, *Zeitschr. b. Acker. u. Pfl. B.* 97.
- Szarapow N. J., 1949, *Lupin*, Moskwa.
- Ścibor-Marchocka A., 1970, *Acta Agrobot.* 23 (1): 9—20.
- Wiewiórkowski M., Bratek M. D., 1956, *Bull. Acad. Pol. Sci. ser. sci. biol.* 4 (1): 3.
- Wiewiórkowski M., Bratek M. D., 1957, *Acta Soc. Bot. Pol.* 26 (1): 129.
- Winkler-Szymańska W., 1964, *Praca doktorska*, SGGW, Warszawa.
- Wojtysiak A., 1936, *Roczn. Nauk Roln. i Leśn.* 37: 333.
- Wojtysiak A., 1937, *ibidem* 39: 133.