Badania składu chemicznego pyłku

I. Badania pyłku jako pokarmu pszczół

Investigations on the chemical composition of the pollen

I. *The study of the pollen as bee-food*

K. LUBLINER-MIANOWSKA

Dotychczasowe badania składu chemicznego pyłku podejmowane były z różnych przyczyn. Dla analizy pyłkowej osadów geologicznych ważny jest jedynie chemizm błon jako czynnik ich trwałości. Badanie pyłku jako przyczyny chorób alergicznych dotyczy niektórych, łatwo dyfundujących przez błony związków azotowych. Poszukiwanie tych związków w pyłku żyta jest treścią pracy Kammanna (1904); w pyłku amerykańskiego chwastu z rodzaju *Ambrosia* badali czynnik alergiczny Heyl (1917) i Koessler (1918), w pyłku kukurydzy Anderson i Kulp (1925), w pyłku traw Benjamins (1931), Gough (1951) i inni.

Zwrócenie uwagi na zawartość materiałów zapasowych w pyłku zawdzięczamy potrzebom pszczelarzy zainteresowanych składem chemicznym pierzgi, czyli tzw. „chleba pszczelego“. Pod tym kątem widzenia v. Planta przeprowadził już w 1885 r. wszechstronną analizę chemiczną pyłku *Pinus silvestris* i *Corylus avellana*, nieco później Kressling (1891) zanalizował pyłek *Picea excelsa*, Stifft (1895) — *Beta vulgaris* var. *saccharifera* i Gillette (1900) — *Zea mays*. W tym okresie czasu pszczelarze poszukiwali gorliwie materiału, który mógłby być użyty jako namiastka pyłku zbieranego przez pszczoły na pokarm dla larw. Znalezienie takiej namiastki opierać się musiało na szczegółowej analizie chemicznej pierzgi. Do tegoż celu zmierzały również i analizy pyłku niektórych roślin egzotycznych, które przeprowadzili: Nishida (1935) u *Cycas revoluta*, Dutt i Gopala (1930) u *Saccharum officinarum*, Ridi i Aboul Wafa (1950) u *Phoenix dactylifera*. Jak widzimy, wszystkie wymienione powyżej rośliny, zarówno europejskie, jak i pozaeuropejskie, są to gatunki obficie pyłące, które mogą z łatwością dostarczyć chemikowi dostatecznej ilości materiału do badań. Jeżeli porównamy teraz listę ga-

tunków zbadanych chemicznie z listą gatunków uważanych za pyłkodajne, okaże się, że analizy przeważnie dotyczą pyłku nie najchętniej zbieranego przez pszczoły (np. pyłek *Gymnospermae*). Pszczoły zbierają pyłek na ogół z wielu gatunków roślin. Według S y n g e g o (1947) jest takich roślin około 100. Jeżeli w danym regionie brak jest roślin pyłkodajnych, pszczoły biorą każdy dostępny pyłek, ale w przypadku obfitości pyłku dokonują pewnego wyboru, przenosząc jedne gatunki ponad inne. Nie mamy jednak naukowo stwierdzonych dowodów na to, czym kierują się pszczoły przy wyborze pyłku. S y n g e zwraca uwagę na mechanizm otwierania się kwiatów, ułatwiający pszczołom zbiór pyłku, oraz na stan pogody i temperatury wpływający na długość okresu kwitnienia. Czy skład chemiczny pyłku ma wpływ na wybór tych lub innych gatunków przez pszczoły, jest to kwestia otwarta, która stała się punktem wyjścia mojej pracy.

Najsłuszniej byłoby poddać analizie chemicznej te gatunki, o których wiadomo, że są najbardziej poszukiwane przez pszczoły, i porównać wyniki ze składem chemicznym pyłku gatunków omijanych przy zbiorze pierzgi. Taki plan pracy był jednak niewykonalny z dwu przyczyn: 1^o — badania statystyczne nad składem gatunkowym pierzgi nie są jeszcze u nas zrobione, nie wiemy zatem z pewnością, z jakich roślin pyłek jest najczęściej zbierany. Studia takie są dopiero zapoczątkowane dla okolic Lublina, a dla Pomorza nawet jeszcze nie zaczęte. 2^o — pyłek chętnie zbierany przez pszczoły nie zawsze należy do roślin wiatropylnych, z których można zebrać dowolną ilość materiału, a częściej są to rośliny owadopylne, skąpo pylące. Wobec tego na razie ograniczyłam się do przeprowadzenia analiz chemicznych tego materiału pyłkowego, który udało się zebrać, uważając to za pierwszą część postawionego sobie zadania. Rośliny, z których zbierałam pyłek, wymieniane są jednak przez pszczelarzy w spisach tzw. roślin pyłkodajnych. Pyłek zbierany był w Gdańsku w latach 1952—1954. Niezupełnie rozwinięte kwiatostany, pozostawione na gałązkach, ustawiano w pracowni w naczyniach z wodą. Po kilku godzinach rozwijające się pylniki pękały, a pyłek wysypywał się na podstawione czyste szalki szklane. Zebrany pyłek przesiewano jeszcze przez siatkę planktonową dla usunięcia grubszych zanieczyszczeń.

Poszczególne składniki pyłku oznaczano następującymi metodami¹. 1) Wodę — metodą suszarkową 2) popiół — przez spalanie w piecu mufowym; 3) ekstrakt eterowy — w aparacie Soxhleta; 4) białko surowe — metodą Kjeldahla; 5) cukry — metodą Bertranda. Wyniki analiz przedstawione są w tabeli 1.

¹ Kolegom z Politechniki Gdańskiej: inż. mgrowi A. Kwiańkowskiemu i inż. A. Radeckiemu wyrażam w tym miejscu serdeczne podziękowanie za przeprowadzenie analiz chemicznych.

T a b e l a 1
Analizy chemiczne pyłku
(Chemical analyses of pollen)

Lp.	Nazwa rośliny The name of plant	‰ wody water	‰ popiołu ash	‰ ekstr. eter. aether extract	‰ białka pro- tein	‰ cukrów sugars	
						red. reduc.	nie red. non red.
1	<i>Acer negundo</i>	19,50	5,02	7,50	40,70	13,40	7,40
2	<i>Alnus incana</i>	2,90	3,10	9,00	24,10	5,80	
3	<i>Betula verrucosa</i>	8,21	2,94	8,70	28,25	13,40	
4	<i>Cannabis sativa</i>	6,40	7,22	14,10	32,50	29,00	
5	<i>Carpinus betulus</i>	8,00	5,52	1,70	21,70	10,34	7,16
6	<i>Corylus avellana</i>	9,40	3,44	6,00	23,00	10,80	
7	<i>Corylus colurna</i>	5,31	3,80	5,90	32,80		
8	<i>Fraxinus excelsior</i>	10,30	0,27	11,18	28,60		
9	<i>Larix europaea</i>	9,50	2,91	3,56	23,30	13,00	9,00
10	<i>Papaver orientale</i>	10,30	3,33		40,80	8,80	19,30
11	<i>Papaver Rhoeas</i>	10,20	6,20	15,00	39,00	1,42	0,22
12	<i>Pinus silvestris</i>	7,10	3,06	3,80	16,40	6,42	
13	<i>Populus alba</i>	4,50	9,32	13,20	32,30	4,90	
14	<i>Quercus rubra</i>	6,98	4,00	1,90	40,80	7,10	1,50
15	<i>Quercus sessiliflora</i>	7,70	4,02	4,45	21,90	14,16	9,00
16	<i>Sambucus nigra</i>	12,40	3,39	21,00	42,20	4,00	8,00
17	<i>Ulmus montana</i>	4,70	3,95	9,85	12,90	15,70	

Braki niektórych danych w powyższej tabeli są wynikiem niedostatecznej ilości rozporządzalnego materiału. W wypadkach, kiedy ilość zebranego pyłku wystarczała na przeprowadzenie jednej tylko analizy, oznaczany był procent białka surowego, ponieważ pyłek zużywany jest przez pszczoły jako pokarm białkowy. Wyniki podają poniżej, w tabeli 2 — łącznie z danymi o zawartości białka w pyłku według badań poprzedników.

Dane o wartości pokarmowej pyłku i jego poszczególnych składników znajdujemy w pracach z zakresu biologii pszczół. S v o b o d a (1940) badając oddziaływanie pyłku *Corylus* i *Pinus silvestris* na rozwój młodych pszczół stwierdził, że tylko pierwszy z nich pobudzał do rozwoju gruczoły mleczne. Autor przypisuje to zjawisko znacznie większej zawartości dających się strawić białek w pyłku leszczyny. Wyczerpującą rozprawę o potrzebach pokarmowych pszczół ogłosił de G r o o t (1953). Z licznych jego doświadczeń przeprowadzanych na pszczołach hodowanych w zamknięciu i karmionych pokarmem o ściśle określonym składzie chemicznym okazało się, że pokarm białkowy niezbędny jest nie tylko dla młodych pszczół, które produkują papkę pokarmową dla larw, lecz także potrzebny jest i star-

T a b e l a 2
Zawartość białka w pyłku — (Protein content of pollen)

Lp.	Nazwa rośliny (The name of plant)	% białka protein %	autor author	Lp.	Nazwa rośliny (The name of plant)	% białka protein %	autor author
1	<i>Abies cephalonica</i>	20,61	S.B.	51	<i>Eucalyptus globulus</i>	26,22	T.B.
2	<i>Abies numidica</i>	26,25	S.B.	(*)52	<i>Fagus sylvatica</i>	20,50	L.M.
3	<i>Acanthus mollis</i>	41,80	S.B.	(*)53	<i>Fraxinus excelsior</i>	28,60	L.M.
4	<i>Acer negundo</i>	40,70	L.M.	54	<i>Ginkgo biloba</i>	28,75	S.B.
5	<i>Aconitum napellus</i>	41,25	S.B.	55	<i>Helianthus annuus</i>	25,50	L.M.
(*)6	<i>Aesculus hippocastanum</i>	10,90	E.	56	<i>Hyacinthus orientalis</i>	41,25	S.B.
(*)7	<i>Alnus glutinosa</i>	23,44	E.G.	57	<i>Hypericum perforatum</i>	26,90	S.B.
8	<i>Alnus incana</i>	24,10	L.M.	58	<i>Juglans nigra</i>	23,15	T.B.
9	<i>Alnus viridis</i>	30,47	L.	59	<i>Juglans regia</i>	23,20	Sv.
10	<i>Althaea rosea</i>	16,20	L.M.	60	<i>Lappa minor</i>	28,29	L.M.
11	<i>Ambrosia arthemisiaefolia</i>	24,40	H.	61	<i>Larix europaea</i>	23,30	L.M.
12	<i>Anemone canadensis</i>	30,62	S.B.	62	<i>Lilium martagon</i>	28,40	L.M.
13	<i>Anemone coronaria</i>	35,62	S.B.	63	<i>Lobelia fulgens</i>	56,10	L.
14	<i>Anemone rupestris</i>	26,25	S.B.	64	<i>Myrica Gale</i>	14,10	L.M.
15	<i>Anthriscus silvestris</i>	13,82	E.	65	<i>Narcissus poeticus</i>	45,37	L.
16	<i>Aquilegia chrysantha</i>	45,00	S.B.	66	<i>Narcissus Tazetta</i>	42,50	S.B.
17	<i>Aquilegia vulgaris</i>	42,50	S.B.	67	<i>Olea europaea</i>	16,71	T.B.
18	<i>Araucaria Biduilli</i>	14,37	S.B.	68	<i>Paeonia sinensis</i>	22,50	L.M.
19	<i>Asparagus officinalis</i>	25,60	T.B.	69	<i>Papaver bracteatum</i>	42,50	S.B.
20	<i>Beta vulgaris</i>	16,90	St.	70	<i>Papaver orientale</i>	40,80	L.M.
21	<i>Betula sp.</i>	21,90	Sv.	(*)71	<i>Papaver Rhoeas</i>	39,00	L.M.
22	<i>Betula lenta</i>	29,42	L.	72	<i>Phoenix dactylifera</i>	23,00	R.W.
23	<i>Betula pubescens</i>	24,06	E.	73	<i>Picea excelsa</i>	15,72	E.
24	<i>Betula verrucosa</i>	28,25	L.M.	74	<i>Pinus Banksiana</i>	21,25	S.B.
25	<i>Brassica campestris</i>	25,29	T.B.	75	<i>Pinus canariensis</i>	11,87	S.B.
*26	<i>Brassica nigra</i>	21,74	T.B.	76	<i>Pinus contorta</i>	7,02	T.B.
27	<i>Brassica scaber</i>	22,41	T.B.	77	<i>Pinus radiata</i>	13,45	T.B.

28	<i>Buxus sempervirens</i>	36,61	L.	78	<i>Pinus sabiniana</i>	11,36	T.B.
29	<i>Calandrina</i> sp.	16,75	T.B.	79	<i>Pinus silvestris</i>	16,56	P.
*30	<i>Campanula</i> sp.	19,50	E.	80	<i>Plantago lanceolata</i>	22,69	L.
31	<i>Cannabis sativa</i>	32,50	L.M.	*81	<i>Populus alba</i>	32,80	L.M.
32	<i>Carex acuta</i>	21,88	L.	82	<i>Prunus persica</i>	26,84	T.B.
33	<i>Carpinus betulus</i>	21,70	L.M.	83	<i>Quercus Kellogi</i>	19,13	T.B.
34	<i>Ceanothus</i> sp.	26,08	T.B.	84	<i>Quercus rubra</i>	40,80	L.M.
35	<i>Chamaebatis foliosa</i>	23,36	T.B.	85	<i>Quercus sessiliflora</i>	21,90	L.M.
36	<i>Clematis recta</i>	33,02	S.B.	86	<i>Ranunculus acer</i>	20,60	L.M.
37	<i>Centaurea solstitialis</i>	21,19	T.B.	87	<i>Ranunculus bulbosus</i>	26,88	S.B.
*38	<i>Corylus avellana</i>	23,00	L.M.	88	<i>Ranunculus Ficaria</i>	28,75	S.B.
39	<i>Corylus colurna</i>	24,20	L.M.	68	<i>Ricinus communis</i>	43,60	L.
40	<i>Cosmea bipinnata</i>	22,90	L.M.	90	<i>Rosa rugosa</i>	20,40	L.M.
41	<i>Cucumis sativus</i>	22,07	D.	91	<i>Sacharum officinarum</i>	16,66	D.G.
42	<i>Cucurbita marina</i>	36,25	S.B.	*92	<i>Salix</i> sp.*	15,38	T.B.
43	<i>Cupressus</i> sp.	8,67	Ch.	93	<i>Salix</i> sp.	51,20	Sv.
44	<i>Cycas revoluta</i>	32,00	N.	94	<i>Salix alba</i>	44,11	L.
45	<i>Cynodon dactylon</i>	20,44	T.B.	95	<i>Salix babylonica</i>	29,90	L.M.
46	<i>Dahlia variabilis</i>	32,70	L.M.	96	<i>Salix nigra</i>	22,33	T.B.
47	<i>Delphinium formosum</i>	45,00	S.B.	67	<i>Sambucus nigra</i>	42,20	L.M.
48	<i>Digitalis lutea</i>	30,62	S.B.	98	<i>Secale cereale</i>	40,00	K.
49	<i>Digitalis purpurea</i>	43,12	S.B.	95	<i>Sylabum marianum</i>	19,97	T.B.
50	<i>Digitalis purpurea</i> × <i>lutea</i>	16,87	S.B.	*100	<i>Taraxacum officinale</i>	10,90	E.
				101	<i>Taraxacum officinale</i>	10,62	S.B.
				102	<i>Thalictrum glaucum</i>	28,75	S.B.
				103	<i>Thalictrum isopyroides</i>	30,00	S.B.
				*104	<i>Trifolium</i> sp.	21,99	V.B.
				*105	<i>Trifolium repens</i>	23,71	T.B.
				106	<i>Typha latifolia</i>	18,83	T.B.
				*107	<i>Ulmus montana</i>	12,90	L.M.
				*108	<i>Zea mays</i>	20,32	T.B.

* *Salix* sp. cytuję dwukrotnie, wg różnych autorów, ponieważ dane dotyczą niewątpliwie różnych gatunków.

* Gatunki z których najczęściej zbierany jest pyłek.

1. Skróty nazwisk oznaczają:
 - Ch. — Church A. H. (1875), D. — Dutscher R. A. (1918), D. G. — Dutt N. I. i Gopala A. (1930), E. — Elser E. (1928), E. G. — Elser E. i Ganzmüller J. (1931), H. — Heyl W. F. (1917), K. — Kammann A. (1904), L. — Lidforss G. (1899), L. M. — Lubliner-Mianowska K. (1956), N. — Nishida K. (1935), P. — von Planta A. (1885—86), R. W. — Ridi M. S. i Aboul Wafa M. H. (1950), S. B. — Sosa Bourdoulil C. (1937, 1938, 1949), St. — Stiff A. (1896), Sv. — Svoboda J. (1940), T. B. — Todd F. E. i Bretheric O. (1942), V. P. — Vivino A. E. i Palmer I. S. (1944)

szym pszczołom dla utrzymania normalnego metabolizmu białkowego. Od ilości zużytego białka zależna jest długość życia owadów. Pszczoły spożywające zimą własne zapasy miodu znajdują minimum potrzebnego im białka w pyłku zawartym w miodzie. W przeciwieństwie do wyników de Groota utrzymywał się dotąd wśród hodowców pogląd, że dorosła pszczoła zużywa pokarm białkowy wyłącznie dla przygotowania pożywienia dla larw na pierwsze dwa dni ich życia (por. Parker 1921).

A. Maurizio (1954) badała wpływ pokarmu pyłkowego na długość życia pszczół oraz na ich stan fizjologiczny, przy czym brała pod uwagę rozwój ciała tłuszczowego, gruczołów mlecznych, niekiedy i jajników. Na podstawie swoich doświadczeń autorka podzieliła badany pyłek na trzy grupy: pyłek fizjologicznie źle działający, średnio działający i dobrze działający.

Grupa 1 działanie złe		Grupa 2 działanie średnio dobre		Grupa 3 działanie bardzo dobre	
<i>Abies alba</i>	H	<i>Acer pseudoplatanus</i>	B	<i>Betula</i> sp.	B
<i>Alnus glutinosa</i>	H	<i>Buxus sempervirens</i>	B	<i>Calluna vulgaris</i>	B
<i>Betula</i> sp.	H	<i>Carex</i> sp.	B	<i>Castanea sativa</i>	B
<i>Carpinus betulus</i>	H	<i>Fagus silvatica</i>	B	<i>Crocus albiflorus</i>	B
<i>Cedrus Libani</i>	H	<i>Helianthemum</i> sp.	B	<i>Gramineae</i>	B
<i>Corylus avellana</i>	H	<i>Polygonum Bistorta</i>	B	<i>Papaver Rhoeas</i>	B
<i>Picea excelsa</i>	H	<i>Populus</i> sp.	B	<i>Pirus</i> sp.	B
<i>Pinus cembra</i>	H	<i>Taraxacum officinale</i>	B	<i>Plantago</i> sp.	B
<i>Pinus montana</i>	B i H	<i>Ulmus</i> sp.	B	<i>Salix</i> sp.	B
<i>Pinus silvestris</i>	H	<i>Zea mays</i>	H	<i>Trifolium pratense</i>	B
<i>Populus tremula</i>	H			<i>Trifolium repens</i>	B
<i>Pseudotsuga taxif.</i>	H			<i>Zea mays</i>	B
<i>Uredosporen</i>	B				

H — pyłek zbierany ręcznie, B — pyłek zbierany przez pszczoły.

W grupie pierwszej jest pyłek wszystkich wypróbowanych na pszczołach gatunków iglastych. Wiemy, że pyłek iglastych zawiera stosunkowo niewiele białek, natomiast znaczną część jego suchej masy stanowi beużyteczne celuloza i sporopollenina. W tej samej grupie znajduje się jednak i pyłek *Betula*, *Alnus*, *Corylus* i *Carpinus*, a gatunki te, jak widać z tabeli 2, odznaczają się wyższym procentem białek w pyłku. W grupie najbardziej czynnego fizjologicznie pyłku — *Papaver* ma duży procent białka, ale np. *Trifolium*, *Plantago* lub *Zea mays* z tej samej grupy nie zawierają białka więcej niż pyłek *Corylus* i *Carpinus* z grupy źle działającej. Dowodziłoby to, że znaczenie fizjologiczne pokarmu pyłkowego uzależnione jest od innych jeszcze składników. Ciekawe jest, że pyłek dostarczany pszczołom ze zbioru ręcznego ma słabsze działanie niż pyłek zbierany przez pszczoły. Autorka przypuszcza, że już podczas ubijania pyłku w obnóżki zachodzą

w nim pewne zmiany, podnoszące jego wartość pokarmową; zmiany te nie są nam dotąd znane.

Jak wspomniałam wyżej, nie mamy danych statystycznych, dotyczących najważniejszych roślin pyłkodajnych Polski, trzeba więc zaczerpnąć wiadomości z badań obcych. W tabeli 2 zaznaczone są znakiem (*) te gatunki, z których najczęściej zbierany jest pyłek w Szwajcarii, według badań *Maurizio* (1949 i 1953), w Anglii według danych *Synge* (1947) i we Francji wg *Louveau* (1954). Z porównania tej listy gatunków z grupami pyłku wyodrębnionymi przez *Maurizio* (1954) okazuje się, że pyłek najczęściej zbierany należy w większości do grup dobrze lub średnio działających na rozwój pszczoł. Pod względem zawartości białka gatunki pyłku najczęściej zbieranego wykazują znaczne różnice: od 10 do 39%.

Można by zadać pytanie, czy obok białka stanowiącego właściwy pokarm minimalne ilości witamin stwierdzone w pyłku nie mają wpływu na to, czy dany pyłek jest poszukiwany przez pszczoły. Przypuszczenie to wyraziłam w stosunku do karotenoidów w poprzednim przyczynku z zakresu chemizmu pyłku (*Lubliner-Mianowska*, 1955). *Kocher* (1942), który znalazł znaczne ilości aneuryiny w świeżym pyłku, również wyraża pogląd, że zawartość witamin wpływa na wybór pyłku przez pszczoły. *Synge* (1947) stwierdził doświadczalnie, że pyłek białej koniczyny zbierany jest chętniej niż pyłek koniczyny czerwonej, esparcety, gorczycy i maku. W doświadczeniach tych pyłek podawany był pszczolom z bliska w naczynkach szklanych, co wyeliminowało wpływ takich czynników, jak budowa kwiatów, pora ich otwierania się, pogoda itp.

Pyłek białej koniczyny zawiera 23,71% białka surowego, 3,4% ekstraktu eterowego, 21,42% cukrów redukujących, 4,15% cukrów nie redukujących, 1,32% skrobi, 3,14% popiołu (*Todd i Bretheric*, 1942). O zawartości witamin w pyłku *Trifolium repens* brak jest danych bezpośrednich. Możemy jednak odnieść i do tego gatunku witaminy znalezione przez *Weyganda i Hoffmanna* (1947) w pyłku nieoznaczonych bliżej koniczyn (karoten, kwas nikotynowy, kwas pantotenowy, kwas foliowy, tiamina, ryboflawina).

Wpływ witamin na długość życia i stan fizjologiczny świeżo wylęgłych pszczoł badała doświadczalnie *A. Maurizio* (1954). W wyniku jej doświadczeń okazało się, że dodatek aneuryiny, aderminy lub kwasu pantotenowego do cukrowo-białkowej diety pszczoł nie wywołuje przedłużenia życia ani poprawy stanu fizjologicznego owadów. Czy jednak zawartość witamin w pyłku jest obojętna również i dla rozwoju czerwia, pozostaje do zbadania, gdyż doświadczenia *Maurizio* informują o wartości pokarmowej pyłku tylko dla pszczoł dorosłych.

Obraz przeciętnego składu chemicznego pyłku dać może analiza mieszaniny pyłku, jaką jest wydobyta z plastrów pierzga, albo średnia

wyprowadzona z wielu analiz różnych gatunków pyłku. Analizę pierzgi podają Eckert i Ganzmüller (1929). Zawiera ona: wody 20,1%, popiołu 3,3%, ekstraktu eterowego 3,5%, białka surowego — 19,31%, substancji bezazotowych 53,8%. Wyniki średnie podają poniżej dla każdego ze składników pyłku, porównując zarazem wyniki własne z danymi autorów amerykańskich Todda i Bretherica (1942), którym zawdzięczamy zanalizowanie 32 prób pyłku.

W sprawie poszczególnych pozycji tabeli 1 nasuwają się jeszcze następujące uwagi:

1. Woda w świeżym pyłku znajduje się w ilości od kilku do kilkunastu procent (średnio 8,43%, wg Todda i Bretherica 11,16%). Ilość wody w pyłku zależy w znacznej mierze od stanu pogody w dniu zbioru. Oznaczanie wody w pyłku można przeprowadzać metodą suszarkową, z tym jednak zastrzeżeniem, żeby nie stosować temperatury wyższej niż 40°C. Pewniejsze wyniki daje powolne suszenie w ekssykatorze. Z powodu dużej hygroskopijności suchego pyłku należy zawsze ważyć go w naczyniach zamkniętych.

2. Popiół stanowi zaledwo kilka procent suchej masy pyłku (średnio 4,35%, wg Todda i Bretherica 2,7%). Na podwyższenie procentu popiołu mogą wpływać drobne, a nie dające się odsiać zanieczyszczenia (pył).

3. Ekstrakt eterowy jest mieszaniną różnych związków, o przewadze tłuszczów. Zawiera on poza tym woski, olejki eteryczne, żywice, gumy oraz rozpuszczalne w tłuszczach witaminy i barwniki. Ekstrakt eterowy należy do najslabiej dotąd poznanych składników pyłku. (Średni procent ekstraktu wynosi 8,55%, wg Todda i Bretherica 4,96%).

4. Cukry. W większości prac podających skład chemiczny pyłku znajdujemy tylko globalne oznaczenie cukrów redukujących i nie redukujących. Szczegółowszą analizę chromatograficzną wyciągu z pyłku kilku roślin przeprowadzili Weygand i Hoffman (1947). Znaleźli oni fruktozę i glukozę w pyłku *Aesculus Pavia*, *Brassica napus*, *Crataegus*, *Ranunculaceae*, *Trifolium pratense* oraz w pyłku drzew owocowych, stwierdzili także zupełny brak cukrów w pyłku *Taraxacum officinale*. Laktozę i ramnozę obok fruktozy i glukozy notują dla pyłku *Forsythia suspensa* Kuhn i Löw (1949). Cukry redukujące występują w pyłku w ilości od 10 do kilkunastu procent. Najwyższą ich zawartość znaleziono w pyłku *Cannabis sativa* (29%), najniższą u *Papaver Rhoeas* (1,42%). Sacharoza nie zawsze występuje w pyłku: Weygand i Hoffman nie znaleźli jej wcale, Elser i Ganzmüller (1931) podają dla pyłku *Pinus silvestris* 5,82% sacharozy, dla pyłku *Corylus avellana* 3,95%. Dokładna analiza zawartych w pyłku cukrów, wykrycie tych, które występują w ułamkach procentów, osiągalne są jedynie przy zastosowaniu metody chromatograficznej ze względu na drobne ilości materiału, jakim zwykle rozporządzamy.

5. Białko surowe (N x 6,25) oznaczono dotąd w pyłku znacznie większej liczby gatunków niż zawartość innych składników (Tabela 2). Wynika to stąd, że obok prac podających zawartość wszystkich głównych składników pyłku, jak cytowana już praca Todd'a i Bretherica, prace Elsera (1928), Elsera i Ganzmüllera (1931), Vivino i Palmera (1944) — procent azotu w pyłku 11 gatunków podaje Lidforss (1899), a w pyłku 21 gatunków — Sosa-Bourdouil (1949). Łącznie z wynikami moich analiz procent surowego białka znany nam jest dla pyłku 108 rodzajów lub gatunków roślin. Na podstawie tak znacznej liczby analiz można już stwierdzić, jakie ilości surowego białka występują w pyłku najczęściej.

Tabela 3

Srednie procenty białka surowego w pyłku
(Average content of crude protein in pollen)

Poniżej 10% białka — średnio 7,84% znaleziono w 2 gatunkach					
od 10 do 20%	„	„	15,19%	„	w 23 „
od 20 do 30%	„	„	24,20%	„	w 51 „
od 30 do 40%	„	„	33,20%	„	w 13 „
od 40 do 50%	„	„	42,50%	„	w 17 „
powyżej 50%	„	„	53,65%	„	w 2 „
<hr/>					
Razem 108				„	
<hr/>					

Rozpatrzenie poszczególnych pozycji tabeli 1 nasuwa pytanie: Jak dalece zawartość poszczególnych składników pyłku jest wykładnikiem swojej dla danego gatunku przemiany materii, a w jakim stopniu jest wynikiem czynników klimatycznych, dojrzałości pyłku, warunków zbioru, techniki przygotowania materiałów do analiz itd.

Porównanie wyników analiz dla jednego gatunku, przeprowadzonych przez różnych autorów, wykazuje nieraz duże rozbieżności. Nie wiemy jednak, czy przypisać je różnicom klimatycznym, czy też innym czynnikom. Porównanie składu chemicznego pyłku dla kilku gatunków obficie pylących drzew, jak: *Pinus*, *Corylus*, *Alnus*, *Betula* — zebranego z kilku odległych od siebie regionów Polski, pozwoliłoby wykryć różnice spowodowane położeniem geograficznym. Z dotychczasowych studiów nad chemizmem pyłku wnoszę, że charakterystyka jego składu chemicznego odnosi się do roślin pochodzących z określonego terytorium, czego dotyczyć będą dalsze moje badania.

STRESZCZENIE

Praca zawiera wyniki badania pyłku jako pokarmu pszczelego. Przeprowadzono analizę chemiczną pyłku 17 gatunków roślin, oznaczając % wody, popiołu, ekstraktu eterowego, białka surowego, cukrów redukujących i nie redukujących. Wyniki zestawiono w tabeli 1. W 13 gatunkach pyłku oznaczono % białka surowego, co podane jest w tabeli 2, łącznie z wynikami analiz na zawartość białka przeprowadzonymi poprzednio przez innych autorów.

Na podstawie prac S v o b o d y, de G r o o t a i M a u r i z i o przedyskutowano wartość pokarmową pyłku dla pszczół. Zestawiono z wykazem zawartości białka w pyłku listę gatunków o najlepszym działaniu fizjologicznym oraz listę gatunków najczęściej zbieranych. Okazuje się, że ani wartość fizjologiczna pyłku, ani stopień jego pożyteczności dla pszczół nie stoją w prostej zależności od zawartości białka. Scharakteryzowano poszczególne pozycje tabeli 1 podając średnie zawartości składników pyłku wg autorki, w porównaniu ze średnimi danymi autorów amerykańskich (T o d d i B r e t h e r i c). W tabeli 3 zestawiono średnie procenty białka surowego w pyłku i stwierdzono, że najczęściej spotyka się pyłek o zawartości od 20 do 30% białka.

*Katedra Botaniki
Politechniki Gdańskiej*

(Wpłynęło dn. 11.I.1956 r.)

S U M M A R Y

This paper contains the results of investigations of pollen as bee-food. The pollen of 17 species of plants has been examined for the contents of water, ash, crude protein, aether extract and reducing and non-reducing sugars (Table 1). The pollen of 13 species of plants has been examined for the contents of crude protein exclusively, what is presented in the table 2, together with the results of former investigations.

Basing upon works of Svoboda, de Groot and Maurizio the value of pollen as bee-food was discussed. The pollen showing the best physiological activity for bees, and the pollen most frequently bee-collected are compared with their protein contents. It is stated, that neither physiological value of pollen, nor the degree of usefulness are bound directly with the protein contents.

The items of the table 1 are discussed and the average percentages of different pollen constituents are compared with the same results of American authors (Todd and Bretheric). The table 3 shows average percentages of crude protein in pollen. The pollen containing 20—30% of crude protein appeared most frequently.

LITERATURA

- Anderson R. J. and Kulp W. I., 1922, *Journ. Biol. Chem.*, 50.
Benjamins C. H., 1931, *Zeitschr. Immunit.*, 72.
Church A. H., 1875, *Journ. Bot.*, 13: 169.
Dutt N. I. and Gopala A., 1930, *Agric. Journ. India*, 25.
Dutscher R. A., 1918, *Americ. Bee Journ.*, 58.
Eckert A. und Ganzmüller J., 1929, *Chem. Zeitung*, 53.
Elser E., 1928, *Techn. Ind. Schw. Chem. Ztg.*
Elser E., und Ganzmüller J., 1931, *Hoppe-Seylers Ztschr. f. Phys. Chemie*, 19, 4.
Gillette P. C., 1909, *Colorado Agr. Exp. St. Bull.*, 54.
Gough G. A., 1932, *Biochem. Journ.*, 26.
Groot de A. P., 1953, *Physiol. Comparata et Oecol.*, 3 (2—3).
Heyl F. W., 1917, *Amer. Chem. Soc. Journ.*, 39.
Kammann O., 1904, *Beitr. z. Chem. Phys. u. Path.*, 5.
Kocher V., 1944, *Beih. z. Schweiz. Bienen-Zeitg.*, 1 (4).
Koessler J. H., 1918, *Journ. Biol. Chem.*, 35.
Kressling K., 1891, *Archiv. d. Pharm.*, 229.
Kuhn R. and Löw I., 1949, *Chem. Ber.*, 82.
Lidforss B., 1899, *Jahrb. f. wiss. Bot.*, 33.
Louveaux J., 1954, XV-th Intern. Beekeeping Congress. Copenhagen.
Lubliner-Mianowska K., 1955, *Acta Soc. Bot. Pol.*, 24 (3): 609—618.
Maurizio A. und Kollmann H., 1949, *Beih. z. Schw. Bienen-Zeit.* 2 (18).
Maurizio A., 1953, *Beih. z. Schweiz. Bienen-Zeit.*, 2: 20.
Maurizio A., 1954, *Landwirtsch. Jahrb. d. Schweiz.* 68 (2): 115—182.
Nishida K., 1935, *Bull. Agric. Chem. Soc.*, 11.
Parker R. I., 1926, *Cornell Univ. Mem.*, 98.
Planta von A., 1885/86, *Landwirtsch. Vers. St.*, 31 i 32.
Ridi M. S. and Aboul Wafa M. H., 1950, *Journ. Roy. Egypt. Med. Ass.*
Sosa-Bourdouil C., 1937, *Compt. Rend. Hebdom. Ac. d. Sc.*, 205.
Sosa-Bourdouil C., 1938, *Compt. Rend. Hebdom. Ac. d. Sc.*, 206.
Sosa-Bourdouil C., 1938, *Bull. de la Soc. Bot. de France*, 85.
Sosa-Bourdouil C., 1949, *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 31.
Stift A., 1901, *Oesterr. Ung. Zeitschr. f. Zuckerind. u. Landwirt.* 30.
Svoboda J., 1940, *Schweiz. Bienenztg.*, 76.
Synge A. D., 1947, *The Journ. of Animal Ecology*, 16.
Todd F. E. and Bretheric O., 1942, *Journ. Econ. Entomol.*, 35.
Vivino A. E. and Palmer I. S., 1944, *Archiv Biochem.*, 4.
Weygand F. and Hoffman H., 1950, *Chem. Ber.*, 83.