O barwnikach ziarn pyłkowych

The pigments of pollen grains

K. LUBLINER-MIANOWSKA

Barwa pyłku wywołana jest obecnością barwników, wysycających błonę komórkową. Najczęściej, jak wiadomo, spotyka się pyłek barwy żółtej, różnych odcieni. Rzadszy jest pyłek biały, szary, niebieski, zielonawy, czerwony, rdzawy lub brunatny. Ciemniej i jaskrawiej zabarwiony pyłek wykazuje dużą zmienność natężenia i odcieni barw nawet w granicach jednego gatunku. Przykładem może posłużyć *Papaver rhoeas*, u którego poszczególne osobniki mają pyłek różnych barw: od brunatnożółtej do szmaragdowozielonej, poprzez wszelkie odcienie barw żółto-, szaro-, i oliwkowozielonych. Barwniki zawarte w pyłku należą do różnych grup związków chemicznych. Są to mianowicie karotenoidy, antocjany lub antoksyantyny, czyli pochodne flawonu. Spośród tych grup najlepiej poznane jest występowanie karotenoidów w pyłku. Najdawniejsza o tym wzmianka pochodzi z r. 1892, kiedy Bertrand i Poirault znaleźli karotenoidy w pyłku *Verbascum thapsiforme*. W tym czasie struktura chemiczna karotenoidów nie była jeszcze poznana. Z kolei w r. 1925 Duclox wykrył barwnik karotenoidowy w pyłku *Lilium tigrinum*, a w 1938 Gugelman znalazł w pyłku *Dahlia* najprostszy związek z szeregu karotenoidów — likopen. Dalsze poszukiwania karotenoidów w pyłku roślin zawdzięczamy głównie uczniom i współpracownikom Karrera (Karrer u. Oswald 1935, Karrer, Eugster u. Faust 1950, Karrer u. Leumann 1951, Tappi u. Karrer 1949, Tappi 1951), w związku z jego badaniami nad strukturą chemiczną tej grupy związków. Poza tym wzmianki o występowaniu karotenoidów w pyłku znajdujemy w pracach Eulera (Euler, Ahlström, Högborg, Petersson 1944, Euler, Heller, Högborg 1948, Euler u. Klusmann 1932) oraz w pracach kilku uczonych radzieckich (Lebediew 1948, Żukowski i Miedwiediew 1949). Ogółem karotenoidy znaleziono dotąd w pyłku 37 gatunków roślin, z czego w pięciu gatunkach notowane są tylko w śladach. Wyniki te zestawione są w podanej tabeli 1.

T a b e l a 1

Występowanie karotenoidów w pyłku

(The presence of carotenoids in pollen)

Lp.	Nazwa rośliny The name of plant	Obecność Presence	Ślady Traces	Autor	Rok ogłoszenia Year of publication
1.	<i>Acacia dealbata</i>	+		Mamelli a. Caretta	1943
2.	<i>Aesculus Hippocastan.</i>	+		Lebiediew	1948
3.	<i>Asphodelus albus</i>	+		Tappi	1951
4.	<i>Aster sp.</i>	+		Karrer, Eugster, Faust	1950
5.	<i>Atriplex patulum</i>		+	Lebiediew	1948
6.	<i>Begonia semperflorens</i>	+		" "	"
7.	<i>Cannabis sativa</i>		+	" "	"
8.	<i>Caragana arborescens</i>	+		" "	"
9.	<i>Chamaerops humilis</i>	+		" "	"
10.	<i>Chrysanthemum coronarium</i>	+		Karrer, Eugster, Faust	1950
11.	<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	+		" " "	"
12.	<i>Clivia miniata</i>	+		Żukowskij i Miedwiediew	1949
13.	<i>Cucurbita pepo</i>	+		Lebiediew	1948
14.	<i>Cyclamen persicum</i>	+		Karrer u. Leumann	1951
15.	<i>Dahlia variabilis</i>	+		Gugelman	1938
16.	<i>Helianthus annuus</i>	+		Karrer. Lebiediew	1950, 1948
17.	<i>Helianthus tuberosus</i>	+		Karrer, Eugster, Faust	1950
18.	<i>Jasminum fruticosum</i>	+		Lebiediew	1948
19.	<i>Juglans regia</i>		+	" "	"
20.	<i>Lilium candidum</i>	+		Euler, Ahlström i in. Tappi u. Karrer	1944 1949
21.	<i>Lilium tigrinum</i>	+		Ducloux Karrer u. Oswald	1925 1935
22.	<i>Lonicera caprifolium</i>	+		Lebiediew	1948
23.	<i>Malus domestica</i>	+		" "	"
24.	<i>Narcissus excertus</i>		+	Karrer, Eugster, Faust	1950
25.	<i>Pirus communis</i>		+	Lebiediew	1948
26.	<i>Prunus armeniaca</i>	+		" "	"
27.	<i>Prunus cerasus</i>	+		" "	"
28.	<i>Prunus domestica</i>	+		" "	"
29.	<i>Prunus persica</i>	+		" "	"
30.	<i>Salix alba</i>	+		Euler, Ahlström i in.	1944
31.	<i>Salix nigricans</i>	+		" " "	"
32.	<i>Sambucus nigra</i>		+	Lebiediew	1948
33.	<i>Taraxacum officinale</i>	+		Euler, Ahlström i in.	1944
34.	<i>Tilia cordata</i>	+		Lebiediew	1948
35.	<i>Tulipa gessneriana</i>	+		Euler, Klusmann	1932
36.	<i>Verbascum thapsifor.</i>	+		Bertrand et Poirault	1892
37.	<i>Zea mays</i>	+		Lebiediew Karrer, Eugster, Faust	1948 1950

Prace cytowane w tym zestawieniu przeważnie nie wyjaśniają nam bliżej biologicznej roli karotenoidów w pyłku roślin, są to bowiem prace chemików, zainteresowanych głównie budową znalezionych związków. Funkcję fizjologiczną karotenoidów w pyłku próbuje wyjaśnić praca L e b i e d i e w a (1948). Stwierdza on, że słabe stężenia karotenu β (0,005%) w pożywce, użytej do sztucznego kiełkowania pyłku, powodują lepszy wzrost łagiewek niż stężenia silniejsze, albo zupełny brak karotenu w pożywce. L e b i e d i e w przypuszcza, że dodatni wpływ mieszania pyłku, stwierdzany wielokrotnie przy opylaniu krzyżowym, polega właśnie na tym, że jedne pyłki wydzielają na znamię nieznaczne ilości karotenoidów, których być może brak innym pyłkom i pobudzają tym sposobem rozwój łagiewek.

Do innych wniosków dochodzi w swych badaniach S c h w a r z e n b a c h (1951). Przeprowadzał on doświadczenia nad kiełkowaniem pyłku *Cyclamen persicum* w wilgotnej kamerze na podłożu parafinowym z dodatkiem różnych związków z szeregu karotenoidów w bardzo słabych stężeniach. (Karotenoidy w stanie chemicznie czystym były dostarczone z pracowni Karrera). Okazało się, że jedne karotenoidy działają pobudzająco na wzrost łagiewki, inne hamująco, jeszcze inne nie działają wcale. Do najsilniej pobudzających należą likopen i krocetyna, do obojętnych karoten γ , do hamujących karoten β , co przeczy wynikom L e b i e d i e w a. Można przypuszczać że karoten β , użyty przez L e b i e d i e w a, nie był dostatecznie oczyszczony chemicznie i wolny od innych związków karotenoidowych. Z badań S c h w a r z e n b a c h a wynika jasno, że pod względem funkcji fizjologicznych nie można badać wszystkich karotenoidów łącznie, lecz należy traktować indywidualnie poszczególne związki. G o o d w i n (1952) zwraca też uwagę na to, że funkcja karotenoidów w pyłku nie może być uniwersalna ze względu na występowanie ich u niektórych tylko gatunków roślin.

O barwnikach z grup antocjanów i antoksyantyn w pyłku wiemy mniej niż o karotenoidach. Badania chemiczne wymienionych grup barwników oparte są na materiale pochodzącym z liści lub z koron kwiatowych, nie zaś z pyłku. K a r r e r i jego współpracownicy (1950) określając karotenoidy stwierdzają tylko nawiasowo, że główne barwniki pyłków są pochodnymi flawonów i flawonoli (antoksyantyny). T a p p i (1951) znajduje w pyłku *Asphodelus albus* obok karotenoidów „bliżej nie określone związki flawonowe“. H e y l (1919), który przeprowadził dokładne badania chemiczne pyłku *Ambrosia artemisiaefolia* i *trifida*, określa żółte barwniki w pyłku tych roślin jako glukozydy kwercetyny i izorhamnetyny, a więc pochodne flawonolu. Barwniki z tej samej grupy, kwercitrinę i rutynę, znaleźli w pyłku mieszańca *Forsythia intermedia* K u h n i L ö w (1949).

Badania składu chemicznego pyłku, których częścią jest niniejszy przyczynek, prowadzę w celu określenia wartości odżywczej pyłku jako pokarmu czerwiu pszczelego. Pod tym kątem widzenia ważna jest głównie zawartość karotenoidów. Ze względu na trudność zdobycia większych ilości materiału pyłkowego, szczególnie z roślin owadopylnych, zawartość barwników określałam tylko jakościowo.

Dla oznaczania barwników stosowano następujące metody:

1. **Oznaczenie karotenoidów:** Próbkę pyłku (około 0,1 g) rozcierano w moździerzu z proszkiem szklanym i paru kroplami 10% alkoholowego roztworu KOH, zalewano 5 ml 95% etanolu i mieszano starannie. Po kilkunastu minutach, gdy pyłek osiadł na dnie naczynia, płyn znad osadu zlewano do probówki ze szklanym korkiem i, po dodaniu 2 ml eteru naftowego oraz paru kropli wody, silnie wstrząsano. Po krótkim czasie oddzielała się na powierzchni warstwa eterowa, która w razie obecności karotenoidów miała barwę żółtą. Warstwę eterową wyciągano pipetą i wlewano do parowniczk. Po odparowaniu eteru w temp. pokojowej, żółtopomarańczowy osad na ściankach parowniczk. zadawano kroplą stężonego H_2SO_4 oraz (w innym miejscu) kroplą chloroformowego roztworu $SbCl_3$. W obu próbach karotenoidy dają wyraźne niebieskie zabarwienie.

2. **Oznaczenie antoksyanty:** Według podręcznika C. Steele (1949) dla stwierdzenia obecności antoksyantyn w wodnych wyciągach z roślin stosuje się 3 próby: a) wyciąg potraktowany zasadami daje zabarwienie żółte; b) wyciąg potraktowany roztworem $FeCl_3$ daje zabarwienie zielone lub brunatne; c) przez dodanie do wyciągu octanu ołowiu wytrąca się żółty lub pomarańczowy osad.

Próby powyższe nie są jednak w pełni selektywne. Opierając się na wynikach pracy A. Kozłowskiego (1953) o biogenezie antocyjanu, zastosowałam prócz prób a i b jeszcze trzecią próbę, polegającą na przeprowadzeniu antoksyantyn w antocyjan, drogą redukcji i utlenienia.

Wyciąg z pyłku przygotowany przez zalewanie próbki wrzącym 2% kwasem szczawiowym, był on bezbarwny lub bladożółty. Ekstrakt ten mieszano z rozcieńczonym (1 : 4) HCl w ilości 1/3 objętości roztworu i dodawano odrobinę sproszkowanego cynku. Po paru minutach silnie burzący się płyn przesączało do innej probówki i odstawiano. W razie obecności antoksyantyn w roztworze zabarwia się on zwolna na różowo. Wywiązujący się z HCl i cynku wolny wodór przeprowadza redukcję antoksyantyn (pochodnych flawonu) na bezbarwne związki, które w zetknięciu z tlenem powietrza przechodzą w antocyjany, co zaznacza się zrózowaniem roztworu. Ponieważ, jak stwierdza Kozłowski, obecność składników redukujących takich jak cukry proste, działa hamująco na przebieg reakcji utleniania, a cukry te często występują w ziarnach pyłku, pozostawia-

no próby po zadziałaniu wodorem na 24 godziny. Po tak długim czasie, nawet w obecności reduktorów, może nastąpić wytworzenie antocjanu.

3. **Oznaczenie antocjanów:** W razie obecności antocjanów w pyłku wyciąg wodny z kwasem szczawiowym jest barwy różowej. Po zagęszczeniu i zalkalizowaniu barwa roztworu zmienia się na niebieską.

Powyższymi metodami zbadano na zawartość barwników pyłek 67 gatunków roślin. Wyniki zestawione są w tabeli 2.

W 54 gatunkach znaleziono w pyłku 1 lub 2 barwniki w większej ilości. Nieznaczne ilości (ślady) barwników występują w pyłku *Zea mays*, *Ricinus communis*, *Paeonia sinensis*, *Narcissus poeticus*. W 9 gatunkach nie znaleziono żadnych barwników w pyłku. Są to pyłki o barwie białej lub kremowej (*Malva silvestris*, *Digitalis purpurea*, *Lappa minor* i *tomentosa*), szarej (*Rosa rugosa*, *Viburnum lantana*), zielonawożółtej (*Sambucus nigra*), lub nawet jasnożółtej w wypadku pyłku iglastych (*Pinus silvestris*, *Larix europaea*). Wyniki przedstawione w tabeli 2 wskazują wyraźnie, że karotenoidy występują głównie u roślin owadopylnych. W pyłku wiatropylnych spotyka się je tylko niekiedy w śladach. Podsumowanie tych wyników podaje poniżej.

	owadopylne insect-pollinated	wiatropylne wind-pollinated	razem together
bez barwników	7	2	9
antoksyantyny	11	14	25
„ (ślady)	6	1	7
antocyany	4	—	4
karotenoidy	32	—	32
„ (ślady)	—	4	4

Wyniki innych autorów, zestawione w tabeli 1, wykazują również, w spisie roślin zawierających karotenoidy, przeważnie rośliny owadopylne.

Wyjątek stanowi tu tylko wiatropylna *Zea mays* oraz *Cannabis*, *Atriplex* i *Juglans*, gdzie jednak karotenoidy występują tylko w śladach. E u l e r i jego współpracownicy (1948) podkreślają także występowanie karotenoidów u roślin owadopylnych, gdzie pyłek służyć może za pokarm owadom. Ten właśnie wzgląd jest interesujący pod kątem widzenia potrzeb pszczelarstwa. Wstępne obserwacje nad wyborem pyłków przez pszczoły pozwalają mi wyrazić przypuszczenie, że barwniki karotenoidowe są właśnie składnikiem pyłku najbardziej poszukiwanym przez pszczoły. W porze bowiem, gdy mają one do wyboru wiele obficie pyłących roślin, najczęściej zbierają pyłek *Salix*, *Aesculus* lub *Taraxacum*, a więc pyłki bogate w karotenoidy, pomijając równocześnie pyłek np. *Betula* lub

Tabela 2

Występowanie barwników w pyłku
(The presence of pigments in pollen)

L.p.	Nazwa rośliny The name of plant	Karotenoidy Carotenoids		Anto- ksantyny Antho- xanthins		Antocjany Antho- cyanins	Sposób opylenia—pollination O — owadopylne insect-pollinated W — wiatropylnie wind-pollinated
		obecność presence	ślady traces	obecność presence	ślady traces	obecność presence	
1.	<i>Acer negundo</i>	—	—	+	—	—	W
2.	<i>Aesculus hippocastanum</i>	+	—	—	—	—	O
3.	<i>Alnus incana</i>	—	—	+	—	—	W
4.	<i>Althaea rosea</i>	—	—	+	—	—	O
5.	<i>Antirrhinum majus</i>	—	—	+	—	—	O
6.	<i>Aster</i> sp.	+	—	—	—	—	O
7.	<i>Beta vulgaris</i>	—	—	+	—	—	W
8.	<i>Betula verrucosa</i>	—	—	+	—	—	W
9.	<i>Borago officinalis</i>	—	—	+	—	—	O
10.	<i>Calendula officinalis</i>	+	—	—	—	—	O
11.	<i>Cannabis sativa</i>	—	—	+	—	—	W
12.	<i>Caragana arborescens</i>	+	—	—	—	—	O
13.	<i>Carpinus betulus</i>	—	—	+	—	—	W
14.	<i>Corylus avellana</i>	—	—	+	—	—	W
15.	<i>Cosmea bipinnata</i>	+	—	+	—	—	O
16.	<i>Cucurbita pepo</i>	+	—	—	+	—	O
17.	<i>Dahlia variabilis</i>	+	—	—	+	—	O
18.	<i>Digitalis purpurea</i>	—	—	—	—	—	O
19.	<i>Eschscholtzia californica</i>	+	—	—	+	—	O
20.	<i>Fraxinus excelsior</i>	—	+	+	—	—	W
21.	<i>Fritillaria imperialis</i>	—	—	+	—	—	O
22.	<i>Gaillardia</i> sp.	+	—	—	—	—	O
23.	<i>Helianthus annuus</i>	+	—	—	—	—	O
24.	<i>Helianthus tuberosus</i>	+	—	—	—	—	O
25.	<i>Hemerocallis flava</i>	+	—	—	—	—	O
26.	<i>Hemerocallis fulva</i>	+	—	—	—	—	O
27.	<i>Hypericum perforatum</i>	+	—	—	—	—	O
28.	<i>Laburnum vulgare</i>	+	—	—	—	—	O
29.	<i>Lappa minor</i>	—	—	—	—	—	O
30.	<i>Lappa tomentosa</i>	—	—	—	—	—	O
31.	<i>Larix europaea</i>	—	—	—	—	—	W
32.	<i>Lilium candidum</i>	+	—	+	—	—	O
33.	<i>Lilium croceum</i>	+	—	—	—	—	O

T a b e l a 2 (c. d.)

Występowanie barwników w pyłku
(The presence of pigments in pollen)

L. p.	Nazwa rośliny The name of plant	Karotenoidy Carotenoids		Anto- ksantyny Antho- xanthins		Antocjany Antho- cyanins	Sposób opylenia—pollination O — owadopylne insect-pollinated W — wiatropylne wind-pollinated
		obecność presence	ślady traces	obecność presence	ślady traces	obecność presence	
34.	<i>Lilium martagon</i>	+	—	—	—	+	O
35.	<i>Linaria vulgaris</i>	+	—	+	—	—	O
36.	<i>Malva silvestris</i>	—	—	—	—	—	O
37.	<i>Myrica gale</i>	—	—	+	—	—	W
38.	<i>Narcissus poeticus</i>	—	—	—	+	—	O
39.	<i>Paeonia sinensis</i>	—	—	—	+	—	O
40.	<i>Papaver dubium</i>	—	—	+	—	—	O
41.	<i>Papaver orientale</i>	—	—	—	—	+	O
42.	<i>Papaver rhoeas</i>	+	—	—	—	+	O
43.	<i>Philadelphus coronaria</i>	+	—	—	—	—	O
44.	<i>Pinus silvestris</i>	—	—	—	—	—	W
45.	<i>Populus alba</i>	—	+	+	—	—	W
46.	<i>Populus tremula</i>	—	—	+	—	—	W
47.	<i>Portulaca grandiflora</i>	+	—	—	—	+	O
48.	<i>Quercus sessiliflora</i>	—	—	+	—	—	W
49.	<i>Ranunculus acer</i>	+	—	+	—	—	O
50.	<i>Ricinus communis</i>	—	+	—	—	—	W
51.	<i>Rosa canina</i>	+	—	—	—	—	O
52.	<i>Rosa centifolia</i>	+	—	—	—	—	O
53.	<i>Rosa rugosa</i>	—	—	—	—	—	O
54.	<i>Reseda odorata</i>	+	—	—	—	—	O
55.	<i>Salix</i> sp.	+	—	—	—	—	O
56.	<i>Sambucus nigra</i>	—	—	—	—	—	O
57.	<i>Solidago canadensis</i>	+	—	—	—	—	O
58.	<i>Sorbus intermedia</i>	—	—	+	—	—	O
59.	<i>Taraxacum officinale</i>	+	—	—	—	—	O
60.	<i>Tilia cordata</i>	+	—	—	—	—	O
61.	<i>Tropaeolum majus</i>	+	—	—	+	—	O
62.	<i>Tulipa Gessneriana</i>	—	—	+	—	—	O
63.	<i>Ulmus montana</i>	—	—	+	—	—	W
64.	<i>Urtica dioica</i>	—	—	+	—	—	W
65.	<i>Verbascum thapsiforme</i>	+	—	—	—	—	O
66.	<i>Viburnum lantana</i>	—	—	—	—	—	O
67.	<i>Zea mays</i>	—	+	—	+	—	W

Pinus. Przypuszczenie to wymaga oczywiście potwierdzenia drogą dalszych obserwacji, dotyczących składu gatunkowego obnózek i komórek perchowych.

Porównanie tabel 1 i 2 wskazuje, że wyniki analiz pyłku tych samych gatunków roślin, przeprowadzonych przez różnych autorów, nie zawsze są zupełnie zgodne. Np. *L e b i e d i e w* znajduje w pyłku *Sambucus nigra* i *Cannabis sativa* ślady karotenoidów, podczas gdy w moim materiale nie było ich wcale; u *Zea mays* znalazłam tylko ślady karotenoidów, *L e b i e d i e w* zaś większą ich ilość. Te drobne różnice tłumaczą się tym, że ilość i jakość barwników w pyłku nawet w granicach gatunku zależy od czynników takich, jak np. pora kwitnienia, temperatura, skład gleby itp. Zauważono to przy wykonywaniu ilościowych analiz karotenoidów w pyłku (*T a p p i u. K a r r e r* 1949).

Analiza kilkudziesięciu gatunków nie uprawnia jeszcze do wnioskowania, czy występowanie tych lub innych barwników w pyłku związane jest z pewnymi rodzinami. Zwraca jednak uwagę obfite występowanie karotenoidów w pyłku przedstawicieli rzędów *Liliiflorae*, *Synandreae* i *Rosales*. Dodać należy, że w pracowni *K a r r e r a* otrzymywano wiele karotenoidów przez ekstrakcję całych kwiatostanów *Compositae*, jak np. *Leontodon autumnale*, *Tagetes patula*, *Crepis aurea*, *Tusillago Farfara*, *Arnica montana* lub z całych kwiatów *Papilionaceae* — *Lotus corniculatus* i *Sarothamnus scoparius*. Niewątpliwie część otrzymanych karotenoidów pochodziła i z pyłku tych roślin. Charakterystyczny jest także brak barwników notowany u *Gymnospermae*. (W moim materiale — pyłek *Pinus silvestris* i *Larix europaea*). Potwierdza się ten fakt i w obserwacjach innych autorów. Np. *S e k i n e i L i* (1942) nie znajdują barwników w pyłku *Pinus densiflora* i *Thurnberghii*, *Strain* (1935) — u *Pinus ponderosa* i *radiata*, *E u l e r* (1944) — u *Pinus montana*. Żółte zabarwienie nadaje tu prawdopodobnie pyłkom iglastych wysycająca eksynę substancja, zwana „sporopolleniną“. Ilość tej substancji w błonach pyłków *Gymnospermae* jest wyższa niż w pyłkach *Angiospermae*, a jeszcze więcej zawierają jej błony zarodników *Pteridophyta*, co mogłoby wskazywać na zmniejszanie się zawartości sporopolleniny w toku rozwoju ewolucyjnego roślin. Brak barwników oraz żółte zabarwienie pyłku, wywołane tylko obecnością sporopolleniny, notuje także *T i t s c h e r* (1940) dla pyłku *Typha latifolia*.

STRESZCZENIE

Zbadano jakościowo na zawartość barwników (karotenoidów, antoksyantyn i antocyjanów) pyłek 67 gatunków roślin. Wyniki obserwacji zestawiono w tabeli 2. Stwierdzono, że pyłek barwy białawej, szarej i zielonawożółtej nie zawierał poszukiwanych barwników. Brak ich również

w żółtym pyłku roślin iglastych, którego zabarwienie wywołane jest prawdopodobnie obecnością większej ilości sporopolleniny. Zestawienie liczbowe (str. 77) wykazuje, że karotenoidy występują wyłącznie u roślin owadopylnych (u wiatropylnych tylko w śladach), antoksyantyny zarówno u wiatro-, jak i u owadopylnych. Porównanie wyników prac innych autorów (tabela 1) potwierdza te wnioski. Wstępne obserwacje nad zbieraniem pyłku przez pszczoły pozwalają przypuszczać, że pyłek zawierający karotenoidy jest najchętniej zbierany na pokarm dla czerwiu pszczelego.

Katedra Botaniki
Politechniki Gdańskiej

(Wpłynęło dn. 14.II.1955 r.)

S U M M A R Y

The content of pigments (carotenoids, anthoxantins and anthocyanins) in pollen of 67 species are investigated qualitatively. The results are presented in table 2. It is stated, that the pollen coloured whitish, grey and greenish do not contain pigments mentioned above. They are not present also in the yellow pollen of *Coniferae*, the colouring of which is probably caused by the presence of a certain amount of sporopollenine.

As we see (p. 77) the carotenoids are found exclusively in the insect-pollinated plants (in the wind-pollinated ones there are only traces). Anthoxantins are found both in the wind- and insect-pollinated plants. These conclusions are proved by the comparison of the results noted by other authors (table nr. 1). The preliminary observations of the bee-collected pollen show, that the pollen containing carotenoids is preferred as bee-bread.

L I T E R A T U R A

- Bertrand G. et Poirault C., 1892. C. R. Acad. Sc., 115.
Ducloux H. E., 1925. Rev. Facultad. Ciencias. v. 3 (Chem. Abstr. 1925. 20—774).
Euler H. von, Ahlström B., Högborg B., Petersson I., 1944. Arkiv Kemi, Miner. och Geol. v. A. 19.
Euler H. von, Heller A., Högborg B., 1948. Arkiv Kemi, Miner. och. Geol. v. 23.
Euler H. von, Klusmann E., 1932, Svensk, Kem. Tidskr. v. 44. (9).
Goodwin T. W., 1952. The comparative biochemistry of the carotenoids (Przekład rosyjski. Moskwa 1954).
Gugelman W., 1938. Über Vorkommen von Lycopin in Staubbeuteln von Dahlien. Dissertation. Zürich.
Heyl F. W., 1919. Journ. Americ. Chemic. Soc. v. 41.
Karrer P. und Oswald A. S., 1935. Helv. Chim. Acta v. 18.
Karrer P., Eugster C. H. und Faust M., 1950. Helv. Chim. Acta v. 33.
Karrer P. und Leumann E., 1951. Helv. Chim. Acta v. 34.
Kozłowski A., 1953. Acta Soc. Bot. Pol. v. XXII—4.
Kuhn R. und Löw I., 1949. Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. v. 82.

- Lebiediew S. I., 1948. Doklady Akad. Nauk SSSR. v. 59.
- Mamelli E. & Caretta U., 1943. Ann. Chim. Farm. v. 31 (Chem. Abstr. 1944-4288).
- Sekine H. & Li T., 1942. Chem. Abstr. I — 1950. 2606.
- Schwarzenbach F. H., 1951. Helv. Chim. Acta v. 34.
- Steele C., 1949. An introduction to plant biochemistry. London.
- Strain H. H., 1935. Journ. Biol. Chem. v. 111.
- Tappi G. und Karrer P., 1949. Helv. Chim. Acta v. 32.
- Tappi G., 1951. Gazz. Chim. Ital. v. 81. (Chem. Abstr. 1951. 2—12. 5241).
- Titscher J., 1940. Zeitschr. f. Physiol. Chemie. v. 267.
- Żukowski P. M. i Miedwiediew Ż., 1949. Doklady Akad. Nauk SSSR. v. 64
i 66.