Zależność między fazą rozwojową a zawartością olejku i azulenu oraz plonem krwawnika pospolitego (*Achillea millefolium* L.)

Abhängigkeit zwischen der Entwicklungsphase und dem Öl- und Azulengehalt
als auch dem Ernteertrag der Schafgarbe (*Achillea millefolium* L.)

A RUMIŃSKA

I. WSTĘP

Krwawnik jest jedną z głównych roślin dostarczających cennego składnika leczniczego — azulenu. Zawartość azulenu waha się jednak w obrębie gatunku w szerokich granicach, przy czym występują ekotypy całkowicie go pozbawione. Jest to jedną z głównych przyczyn — obok rosnącego zapotrzebowania — dla których przechodzi się obecnie w coraz większym stopniu na uprawę krwawnika, wykorzystując do tego celu odmiany wysokoazulenowe.

Jeżeli chodzi o rośliny lecznicze, to już od dawna stwierdzono w praktyce dużą współzależność między efektem leczniczym a wiekiem rośliny, co znalazło swój wyraz w zwyczajowych normach dotyczących zbioru poszczególnych roślin w określonej fazie rozwoju, dopiero jednak pod koniec w. XIX rozpoczęto badania nad roślinami olejkowymi. Jednymi z pierwszych w tej dziedzinie są prace Charbot i współpracowników z r. 1900 (cyt. Brumeister, Guttentberg 1969). W późniejszych latach prace m. in. Adamczewskiego (1955 a, b), Alhgrimma (1956), Burmeistera i Guttentberga (1960), Koellego (1955), Sprechera (1956), Strażewicza i Grabca (1951) wykazują, że zmienność olejków w roślinie jest ściśle związana z wiekiem całej rośliny, względnie poszczególnych jej organów. Pogląd ten znalazł swój najpełniejszy wyraz w monograficznej pracy Strażewicza (1950), poświęconej zagadnieniu zmienności w ontogenezie roślin leczniczych, w której autor wysunął hipotezę o dominującej roli czynnika wieku wśród innych czynników zmienności ciał czynnych w roślinie. Według Strażewicza „dojrzałość organizmu” i jego skład chemiczny znajdują się w ścisłej zależności. Czynniki środowiska mogą przyspieszać lub opóźniać procesy dojrzwania, nie są jednak zdolne naruszyć

samej zależności między dojrzałością a odpowiadającymi jej „procesami biochemicznymi”.

Niektórzy autorzy przesuwają jednak ciężar zagadnienia w kierunku wpływu czynników środowiska, zwłaszcza temperatury i światła, i w nich upatrują przyczyny zmienności (Borkowski 1956; Borkowski, Kowalska, Kozłowski 1956; Borkowski, Suchocka 1956. Borkowski (1956) w pracy referatowej, zawierającej wyniki prac własnych i współpracowników, stwierdza, że u niektórych gatunków zależność między zawartością olejku a wiekiem rośliny jest mało widoczna, bądź też nie stwierdza się jej wcale, natomiast istnieje regularna zależność między wahaniami temperatury w ciągu wegetacji a zawartością olejku.

Należy stwierdzić, że zagadnieniu zmian składu chemicznego rośliny wraz z wiekiem, czyli tzw. zmienności rozwojowej (względnie zmienności ontogenetycznej) poświęcono dotychczas znacznie mniej uwagi niż zmienności dziedzicznej czy zmienności środowiskowej. Nie jest określony zakres i wpływ tego rodzaju zmienności i jej powiązania ze zmiennością dziedziczną i zmiennością środowiskową (Listowski 1955).

II. BADANIA WŁASNE

Celem niniejszej pracy było poznanie zależności między zawartością olejku i azulenu a fazami rozwoju kwiatostanów i liści krwawnika (*Achillea millefolium* L.) na tle zmiennych warunków pogodowych w poszczególnych latach.

Wstępne badania, przeprowadzone w latach 1953—54 miały na celu zbadanie zawartości olejku i azulenu w poszczególnych organach rośliny w zależności od wieku. W badanym materiale stwierdzono znaczne różnice, przy czym gromadzenie się olejku przebiegało inaczej w liściach i kwiatostanach. W latach 1957—1959 przeprowadzono dalsze doświadczenia, przy czym wprowadzono pewne modyfikacje metodyczne.

Powtórzenie doświadczeń w trzech sezonach wegetacyjnych pozwoliło nie tylko na skontrolowanie wyników, ale również stwarzało możliwości śledzenia przebiegu syntezy olejku w różnym układzie warunków atmosferycznych, tym bardziej, że w poszczególnych latach stosowano różne terminy siewu i zbioru, wskutek czego rozwój roślin w każdym przypadku przebiegał w nieco zmienionych warunkach długości dnia, intensywności i rodzaju nasświetlenia, wahań temperatury między dniem i nocą itp.

Większość badań przeprowadzono na roślinach w pierwszym roku po wysiewie (zwanych dalej roślinami pierwszorocznymi). W roku 1957 obserwowano również rośliny w drugim roku wegetacji (zwane drugorocznymi). Rośliny pierwszo- i drugoroczne różniły się znacznie zarówno

tempem wzrostu i rozwoju, jak też strukturą i wysokością plonu, zawartością olejku i azulenu, zdolnością do syntezy białka itp.

W doświadczeniach badano:

1. morfologię organów roślin w poszczególnych fazach rozwojowych,
2. zawartość suchej masy,
3. zawartość olejku i azulenu,
4. zawartość białka,
5. plon świeżej i suchej masy oraz badanych składników.

Materiał i warunki doświadczenia

Badania przeprowadzano na roślinach uprawianych na poletku doświadczalnym Katedry Szczegółowej Uprawy Roślin SGGW w Warszawie, na glebie typu bielicy pyłowej.

Rośliny rozmnażano przez wysiew nasion wczesną wiosną do skrzynek w hali vegetacyjnej, a następnie rozsadzano w polu w odstępach 30×15 cm. Liczba roślin w poszczególnych doświadczeniach wynosiła 600—700. Terminy wysiewu i wysadzania w pole były różne w poszczególnych latach, co przedstawia zestawienie.

Rok	Data	
	wysiewu do skrzynek	wysadzania w pole
1957	5.IV	16.V
1958	23.IV	10.VI
1959	28.III	5.V

Wyjściowy materiał pochodził z nasion zebranych z miejscowej populacji krwawnika w roku 1952. W następnych latach używano do wysiewu nasion pochodzących wyłącznie z roślin wysokoazulenowych, pomimo to corocznie, przed rozpoczęciem zbiorów, badano na plantacji wszystkie rośliny na zawartość azulenu metodą jakościową Stahla (1952). Przeciętnie stwierdzano około 80—90% roślin średnioazulenowych, pozostałą ilość stanowiły w równej mierze rośliny wysokoazulenowe oraz niskoazulenowe. Do badań wybierano rośliny wyłącznie średnioazulenowe. Pod względem cech morfologicznych materiał pozostawał niewyrównany. Dotyczyło to zarówno wielkości i pokroju poszczególnych roślin, ilości pędów i ich ulistnienia, kształtu, barwy i wielkości kwiatostanów, jak i tempa rozwoju.

Zbiory rozpoczynano we wczesnej fazie rozwoju pączków kwiatowych i prowadzono stopniowo, w miarę rozwoju koszyczków aż do zupełnego obumarcia kwiatostanów (tabela 1).

W określonych fazach rozwojowych każdorazowo zbierano 15—20 roślin, ścinając je tuż przy ziemi, po czym wydzielano z nich pędy dobrze rozwinięte, w typowej dla danego zbioru fazie rozwojowej. Z górnej ich

Tabela 1 - Tabelle 1

Morfologia kwiatostanów oraz liści w badanym okresie
Morphologie der Blütenstände und Blätter im untersuchten Zeitabschnitt

Zbiór Ernte	Faza rozwoju Entwicklungsphase	Data zbioru Datum der Ernte	Kwiatostany Blütenstände	Liście Blätter
I.	Pączki małe, zielone Kleine, grüne Knospen	a. 24.VI.59	Kwiatostan b.mały, intensywnie zielony. Koszyczki b.drobne, okryte całkowicie zielonymi listkami okryw, zbite razem Blütenstand sehr klein, intensiv grün. Körbchen winzig, ganz mit grünen Hüllblättern bedeckt, eng zusammengeballt.	Liście o całkowicie w kształtowej blaszce liściowej, intensywnie zielone, zdrowe Blätter mit voll ausgestalteter Blattfläche intensiv grün, gesund
		b. 27.VI.59 27.VI.57/2-r./	Kwiatostan się powiększa. Koszyczki zaczynają się wyodrębniać, powiększać, nabierają jaśniejszej barwy Der Blütenstand vergrößert sich. Die Körbchen beginnen sich abzusondern, werden grösser und nehmen eine hellere Farbe an	
		c. 15.VII.57 13.VII.59	Dalsze powiększanie się objętości poszczególnych koszyczków Weitere Vergrößerung des Umfanges der einzelnen Körbchen	
II.	Pączki duże, białawe Grosse, weissliche Knospen	11.VII.57/2-r./ 18.VII.57 7.VIII.58 21.VII.59	Poszczególne koszyczki wyraźnie wyodrębnione. Listki okryw rozsuwają się, pączki są okryte już tylko błoniastymi, jaśniejszymi listkami. Ukazują się górne części korony białych kwiatów języczkowych Körbchen deutlich abgesondert. Die Hüllblätter öffnen sich, die Knospen sind nur noch mit hautartigen, helleren Blättchen bedeckt. Es erscheinen die oberen Kronenteile der weissen Zungenblüten	
III.	Początek kwitnienia Blühbeginn	14.VII.57/2-r./ 20.VIII.57 14.VIII.58	W większości koszyczków w kwiatostanie zaczynają rozkwitać kwiaty języckowe, w bardzo niewielkich - również pojedyncze kwiaty rurkowe, zwłaszcza położone na obwodzie koszyczka In der Mehrzahl der Körbchen im Blütenstand beginnt die Blüte der Zungenblüten, in sehr unzahlreichen - ebenfalls einzelne Röhrenblüten, besonders die an der Peripherie der Körbchen gelegenen	
IV.	Początek kwitnienia Blühbeginn	19.VII.57/2-r./ 27.VII.57 18.VIII.58	Prawie we wszystkich koszyczkach kwiaty języckowe w pełni kwitnienia, zaczynają zakwitać kwiaty rurkowe Fast in allen Körbchen sind die Zungenblüten voll entwickelt, es beginnt die Blüte der Röhrenblüten	
V.	Początek pełni kwitnienia Anfang des vollen Blühens	21.VII.57/2-r./ 5.VIII.57 22.VIII.58 22.VIII.59	We wszystkich koszyczkach kwiaty języckowe w pełni kwitnienia, korony ustawione prostopadle do osi koszyczka oraz około połowa kwiatów rurkowych rozkwitnięta In allen Körbchen sind die Zungenblüten in voller Blüte, die Kronen sind zur Achse des Körbchen vertikal gestellt und fast die Hälfte der Röhrenblüten erblüht	Pojedyncze liście zaczynają żółknąć, najczęściej od wierzchołka/1958/ Einzelne Blätter beginnen gelb der Blattspitze ab /1958/
VI.	Pełnia kwitnienia Volles Blühen	27.VII.57/2-r./ 9.VIII.57 25.VIII.58	Większość kwiatów rurkowych rozkwitnięta. Dno kwiatowe wypukła się Die Mehrzahl der Röhrenblüten ist entwickelt. Der Blütenboden beginnt sich zu wölben	Pojedyncze liście żółkną i zamierają /1958/ Einzelne Blätter werden gelb und sterben ab/1958/
VII.	Koniec pełni kwitnienia Ende des vollen Blühens	5.VIII.57/2-r./ 12.VIII.57 3.IX.58	Kwiaty języckowe przekwitają - korony ich opadają ku dołowi. Zaczynają przekwitać kwiaty rurkowe, położone na zewnątrz koszyczka. Die Zungenblüten verblühen - ihre Kronen hängen nach unten. Es beginnt das Verblühen der Röhrenblüten, die an der Peripherie des Körbchen gelegen sind	Pierwsze objawy żółknięcia u roślin drugorocznych 1957. Erste Erscheinungen des Gelbwerdens bei zweijährigen Pflanzen /1957/

VIII.	Początek przekwitania Anfang des Ver- blühens	9.VIII.57/2-r./ 16.VIII.57 8.IX.58	Kwiaty języczkowe zaczynają usychać, ok. poło- wa kwiatów rurkowych jest przekwitnięta, cho- ciaż w środku koszyczka widoczne są jeszcze ostatnie kwitnące kwiaty rurkowe. Dno kwiatow- e wypukła się coraz bardziej Die Zungenblüten beginnen zu welken, etwa die Hälfte der Röhrenblüten ist verblüht, in der Mitte des Körbchen blühen jedoch noch die letzten Röhrenblüten. Der Blütenboden wölbt sich immer mehr	Dalsze objawy żółknięcia i za- mierania poszcze- gólnych liści /1958 i 2-r.57/ Weitere Vergil- bung und Abster- ben einzelner Blätter /1958 und 2-j. 57/
IX.	Przekwitanie Verblühen	16.VIII.57/2-r./ 21.VIII.57 15.IX.58	Korony kwiatów języczkowych usychają i stop- niowo opadają, zaczynają również zasychać korony kwiatów rurkowych, znajdujących się w zewnętrznej warstwie koszyczka Die Kronen der Zungenblüten vertrocknen und fallen allmählig ab, es beginnen auch die Kronen der Röhrenblüten zu vertrocknen, die sich in der äusseren Schicht des Körbchen befinden	Dalsze objawy żółknięcia i za- mierania poszcze- gólnych liści /1958 i 2-r.1957/. Początek żółknię- cia u roślin 1- rocznych 1957/. Weitere Vergil- bung und Abster- ben einzelner Blätter /1958 u. 2-j.1957/.Anfang der Vergilbung bei 1-j.Pflanzen /1957/.
X.	Przekwitanie Verblühen	20.VIII.57/2-r./ 26.VIII.57	Dalsze przekwitanie i zasychanie kwiatów rurkowych Weiteres Verblühen und Vertrocknen der Röhren- blüten	Dalsze żółknięcie i obumieranie pos- zczególnych liści, zwłaszcza do- lnych Weitere Vergil- bung und weiteres Absterben einzel- ner Blätter, hauptsächlich der unteren
XI.	Przekwitanie Verblühen	26.VIII.57/2-r./ 4.IX.57 29.IX.58	Poszczególne koszyczki całkowicie zaschnięte /zbrunatniałe/, reszta przekwita stopniowo Die einzelnen Körbchen vollständig trocken /verbräunt/, der Rest verblüht allmählig	Weitere Vergil- bung und weiteres Absterben einzel- ner Blätter, hauptsächlich der unteren
XII.	Koniec Ende des Verblü- ens	4.IX.57 11.IX.57 -	Wszystkie koszyczki zbrunatniałe, wyschnięte, nasiona prawie wysypane. Cały pęd kwiatowy zamiera Alle Körbchen sind braun trocken, es fallen die Samen aus	Fast alle Blätter am Stiel gelb, die Mehrzahl schwarz- lich und trocken
XIII.	Brunatnienie i zasychanie pędów kwiatowych Braunwerden und Vertrocknen der Blumenstengel	- 17.IX.57 27.X.58	Wszystkie koszyczki zbrunatniałe, wyschnięte, nasiona prawie wysypane. Cały pęd kwiatowy zamiera Alle Körbchen sind braun trocken, die Samen fast alle ausgefallen, der ganze Blumen- stengel stirbt ab	Fast alle Blätter am Stiel gelb, die Mehrzahl schwarz- lich und trocken

części brano do analiz koszyczki o jednakowym, charakterystycznym dla danej fazy, stopniu rozwoju. Równolegle pobierano dolne liście łodygowe (6—8 liść od dołu). Zbioru dokonywano w dniu pogodny, między godz. 10—13.

Zebrany materiał suszono w temperaturze pokojowej (ok. 20°C), w cieniu, przechowywano w torbach papierowych.

Przed przystąpieniem do analiz próbki z poszczególnych sezonów wegetacji kontrolowano i segregowano, w ten sposób by w poszczególnych grupach, określonych jako fazy rozwojowe, znajdowały się próbki identyczne pod względem morfologicznym.

Duże różnice obserwowano między roślinami pierwszo- i drugorocznymi, zwłaszcza na początku wegetacji, a to na skutek różnego „startu życiowego”. Siewki, pochodzące z nasion, są bowiem bardzo drobne i rozwijają się niezmiernie powoli, dopiero po upływie 40—50 dni po wysiewie nadają się do wysadzenia w pole. Rośliny drugoroczne rozwijają się z pąków utworzonych już w poprzednim roku na nadziemnych rozłogach krwawnika. Z pąków tych wyrasta z jednej rośliny macierzystej znaczna ilość młodych roślin (10—20). Różnice między obu grupami utrzymują się przez cały czas wegetacji i wyrażają się w pokroju roślin.

Rośliny drugoroczne posiadają większą liczbę pędów kwiatowych, które rozwijają się dość równomiernie. Ilość jednak koszyczków kwiatowych na jednym pędzie jest znacznie mniejsza niż u roślin w pierwszym roku wegetacji. Również ulistnienie pędów jest słabsze, a liście drobniejsze, węższe, jaśniejszej barwy.

W przeciwieństwie do nich, rośliny pierwszoroczne wydają początkowo niedużą ilość pędów kwiatowych. Stopniowo pojawiają się dalsze pędy o późniejszym okresie kwitnienia, który przeciąga się nieraz do późnej jesieni (październik). W rezultacie kwitnienie jest bardzo nierównomierne. Pojedyncze pędy posiadają jednak kwiatostany duże i dobrze rozwinięte, również ulistnienie całej rośliny jest znacznie bujniejsze, liście znacznie większe, barwa ich intensywnie zielona.

Często obserwuje się na plantacji drugorocznej karlenie roślin oraz degenerację kwiatostanów, polegającą na zaniku organów generatywnych w poszczególnych kwiatach, na co również Kučera (1956) zwraca uwagę w swojej pracy.

Oznaczenie składu chemicznego

Zawartość olejku oznaczano w aparacie Derynga przez destylację z dodatkiem ksylolu, według metody Krauzego i Rozenhala (1952).

Azulen oznaczano w spektrofotomerze Collemana przy długości fali

615 m μ metodą Kaysera i Freya, zmodyfikowaną przez Błażka i Rybara (1949).

Zawartość białka oznaczano przez wytrącenie związków białkowych metodą Bornsteina, a następnie oznaczenie azotu metodą Kjeldahla.

Oznaczenie suchej masy przeprowadzono powszechnie stosowaną metodą suszenia materiału w temp. 105°C do stałej wagi.

Wszystkie wyniki stanowią średnie z dwóch zgodnych oznaczeń. Próbkę do oznaczeń pobierano metodą zalecaną do pobierania nasion i prób rolniczych. Specjalną trudność przedstawiało pobieranie próbek z kwiatostanów okwitających, zawierających znaczne ilości rozkruszu i nasion. W zbiorze z roku 1958 oznaczono wagowy stosunek rozkruszu w poszczególnych próbkach, a następnie w tym samym stosunku ustalano udział rozkruszu w badanych próbkach.

Morfologia kwiatostanów i liści w poszczególnych fazach rozwojowych

Z charakteru pracy wynika konieczność możliwie dokładnego określenia cech morfologicznych w poszczególnych fazach rozwoju koszyczka. Jako kryteria przyjęto takie cechy morfologiczne, jak wielkość i barwa pączków, stopień rozwoju kwiatów rurkowych i języczkowych itp.

Wygląd kwiatostanu w poszczególnych fazach rozwoju obrazuje fot. 1, zaś opis morfologiczny oraz daty zbioru zostały przedstawione w tabeli 1.

Zawartość suchej masy w kwiatostanach i liściach

Równolegle z morfologicznymi oznakami starzenia się organizmu występuje szereg objawów fizjologicznych. Zmniejszenie się w tkankach zawartości wody i procentowy wzrost zawartości suchej masy jest wskaźnikiem starzenia się danego organu (Strebeyko 1956).

Zmiany zawartości suchej masy w badanych organach w ciągu wegetacji przedstawia tabela 2. Jak widać, zawartość suchej masy w kwiatostanach wzrasta stopniowo w miarę ich rozwoju. Przyrost ten począwszy od przekwitania (zbiór VIII) staje się szczególnie szybki.

W liściach (tab. 2) wahania procentowej zawartości suchej masy są stosunkowo mniejsze. Zawartość suchej masy ustala się w fazie białych pączków — początku zakwitania (zbiór II—III) i utrzymuje się na tej samej mniej więcej wysokości do początków przekwitania (zbiór VIII), z tendencją do wzrostu w późniejszych zbiorach.

Znaczne różnice w zawartości suchej masy wystąpiły między roślinami pierwszo- i drugorocznymi na korzyść tych ostatnich. W kwiatostanach różnica ta zaznacza się szczególnie wyraźnie, począwszy od prze-

Tabela 2 - Tabelle 2

Procentowa zawartość suchej masy w kwiatostanach i liściach
 Gehalt an Trockensubstanz in Blütenstände und Blätter

Zbiór i faza rozwojowa Ernte und Ent- wicklungs- phase *	Kwiatostany - Blütenstände			Liście - Blätter		
	2-letnie 2-jährige		1-letnie 1-jährige	2-letnie 2-jährige	1-letnie 1-jährige	
	1957	1957	1958	1957	1957	1958
I. a	-	-	-	-	-	-
b	24.04	-	-	20.15	-	-
c	-	23.92	-	-	14.54	-
II.	25.60	21.77	25.03	25.36	20.73	21.97
III.	28.88	23.78	25.04	28.89	19.39	20.28
IV.	25.75	24.06	25.44	28.03	20.54	22.50
V.	27.38	27.88	26.59	29.69	21.29	19.81
VI.	27.64	25.99	27.05	28.16	20.25	20.01
VII.	30.35	29.05	32.29	28.50	21.86	22.97
VIII.	30.84	30.56	32.38	26.68	22.12	22.92
IX.	44.55	34.51	36.18	30.72	18.33	24.09
X.	47.96	37.39	-	34.26	24.48	-
XI.	49.26	46.92	42.24	29.44	25.12	27.91
XII.	-	47.05	-	-	26.47	-
XIII.	-	46.92	43.05	-	31.02	27.80

* Fazy rozwoju jak w tab.1 /Entwicklungsphase wie in tab.1/

kwitania (zbiór VIII). W liściach zawartość suchej masy utrzymuje się zdecydowanie na wyższym poziomie przez cały okres wegetacji. Zjawisko to znajduje swój wyraz w różnicach morfologicznych, a mianowicie liście roślin drugorocznych są drobniejsze, bardziej kseromorficzne w pokroju.

Zawartość białka w kwiatostanach i liściach

Jednym ze wskaźników starzenia się organizmu są zmiany zawartości białka. Wskaźnik ten ma duże znaczenie przy ocenie zawartości innych składników, w danym przypadku olejku, pozwala bowiem poznać jego zawartość w stosunku do żywej treści komórkowej, nie zaś do tzw. suchej masy, której treść z wiekiem danego organu ulega dużym zmianom.

Z danych tabeli 3 wynika, że zawartość białka w kwiatostanach i liściach spada wraz z wiekiem, przy czym różnice mogą wynosić do 50%.

W roślinach drugorocznych zawartość białka jest niższa niż w pierw-

Tabela 3 - Tabelle 3

Zawartość azotu białkowego w suchej masie kwiatostanów i liści
 /w % s.m. /
 N-Proteingehalt in Trockensubstanz Blütenständen und Blätter
 /% T.S. /

Zbiór i faza rozwojowa Ernte und Ent- wicklungs- phase	Kwiatostany - Blütenstände				Liście - Blätter		
	2-letnie 2-jährige	1-letnie - 1-jährige			2-letnie 2-jährige	1-letnie 1-jährige	
	1957	1957	1958	1959	1957	1957	1958
I. a	-	-	-	16.94	-	-	-
b	10.48	-	-	13.56	9.38	-	-
c	-	13.00	-	13.00	-	16.60	-
II.	9.75	12.75	12.37	13.00	8.69	16.56	13.91
III.	8.56	12.20	12.20	-	7.38	15.63	13.64
IV.	8.65	11.81	11.39	-	7.88	15.13	13.61
V.	8.94	9.44	9.77	8.30	7.69	14.69	13.71
VI.	8.38	9.25	9.66	-	7.38	14.13	13.16
VII.	7.75	8.25	9.30	-	7.56	11.75	10.99
VIII.	8.63	9.00	9.48	-	7.44	10.31	11.75
IX.	8.38	10.00	9.44	-	7.69	11.50	9.32
X.	8.56	9.44	-	-	7.25	10.13	-
XI.	9.00	9.19	9.53	-	7.69	9.81	8.61
XII.	9.75	9.88	-	-	7.69	10.44	-
XIII.	-	9.38	8.90	-	-	8.44	7.58

szorocznych. Różnice te zaznaczają się szczególnie silnie w młodych organach (30—50%), zanikają w miarę ich starzenia się, co szczególnie wyraźnie zaznacza się w kwiatostanach.

Zawartość olejku i azulenu w kwiatostanach i liściach

a) Zawartość olejku i azulenu w kwiatostanach

Już wyniki wstępnych doświadczeń z lat 1953 i 1954 wskazywały na pewną prawidłowość zmian zachodzących w zawartości olejku i azulenu w ciągu rozwoju kwiatostanów (tab. 4). Wyniki podobnych, lecz bardziej szczegółowych badań, przeprowadzonych w latach 1957—1959 przedstawiono na wykresach I—III.

Zawartość olejku i azulenu przeliczono w stosunku do dwóch wskaźników, a mianowicie do suchej masy oraz do białka. Przyjęte powszechnie przeliczenia składników na suchą masę, w wypadku badań obejmujących cały okres wegetacji, są nie wystarczające, gdyż skład chemiczny suchej masy zmienia się w ciągu rozwoju. W młodych organach na suchą masę składają się w przeważającej mierze związki o charakterze białek, podczas gdy w starszych przeważa błonnik oraz składniki mineralne.

Tabela 4 - Tabelle 4

Zawartość olejku i azulenu w powietrzanie suchej masie kwiatostanów
w różnej fazie rozwoju
/w % s.m./
Gehalt an Ätherischem Öl und Azulen in Blütenständen
in verschiedenen Entwicklungsphasen
/% L.T.S./

Faza rozwoju koszyczków kwiatowych Entwicklungsphase der 3 luten Körbchen	Zawartość olejku Ölgehalt %		Zawartość azulenu Azulengehalt mg %	
	1953	1954	1953	1954
Nie rozwinięte Kleine, grüne Knospen	0,50	0,70	214	162
Tuż przed rozkwitnięciem Grosse, weissliche Knospen	0,60	1,05	321	341
W pełni kwitnienia Volles Blühen	0,50	0,80	134	150
Przekwitające Verblühen	0,40	0,40	68	70
Przekwitnięte Verblühen	0,30	0,30	42	50

W związku z tym wydawało się celowe przeliczenie badanych składników na białko jako podstawowy element żywej treści komórki.

Jak widać z przytoczonych danych, w początkowej fazie rozwoju (zbiór I) zawartość badanych składników w suchej masie kwiatostanów (wykresy I i II) jest stosunkowo niska (0,337—0,450% olejku i 127 mg% azulenu), w miarę rozwijania się pączków obserwuje się gwałtowny

Wykres 1. Zawartość olejku w kwiatostanach w % suchej masy
Diagram 1. Ölgehalt in Blütenständen in Trockengewicht %

wzrost zawartości olejku i azulenu, których maksimum przypada tuż przed rozwinięciem się pączków (zbiór II) — 0,767—1,140% olejku i 250—290 mg% azulenu, po czym znowu, aż do pełni kwitnienia (zbiór VI) zawartość składników gwałtownie spada. Od pełni kwitnienia do końca wegetacji zmiany zawartości są już stosunkowo nieduże, z tendencją spadkową.

Wykres 2. Zawartość olejku w kwiatostanach w % w przeliczeniu na białko

Diagram 2. Ölgehalt in Blütenständen in % in Verrechnung in Einweisstoff

Po przeliczeniu na białko (wykres III) krzywa zmienności zachowuje swój charakter chociaż z pewnymi modyfikacjami, a mianowicie zacierają się różnice między zawartością olejku i azulenu we wczesnych fazach rozwoju kwiatostanów między roślinami jedno- i dwuletnimi, co wynika prawdopodobnie z niższej zawartości w nich białka (tab. 3). Należy zaznaczyć, że w roślinach w drugim roku wegetacji zawartość olejku i azulenu w suchej masie była stale niższa, co podkreśla w swojej pracy również K u č e r a (1955), według którego zawartość olejku w upra-

Wykres 3. Zawartość azulenu w kwiatostanach w mg% suchej masy

Diagram 3. Azulengehalt in Blütenständen in mg% Trockengewicht

Tabela 5 - Tabelle 5
Zawartość olejku i azulenu w liściach różnego wieku
Gehalt an Ätherischem Öl und Azulen in Blätter
verschiedener Entwicklungsphasen

Wiek liści Entwicklungsphase	Zawartość olejku Ölgehalt %		Zawartość azulenu Azulengehalt mg %	
	1953	1954	1953	1954
Młode - junge	0,2	0,3	60	57
Dojrzałe - reife	0,1	0,25	25	38
Stare - alte	ślady	0,10	6	6

wianych roślinach krwawnika zmniejsza się w stosunku do dziko rosnących już w pierwszym roku po wysiewie, a następnie obniża się jeszcze bardziej w następnych latach.

W naszej pracy obserwowaliśmy nie tylko zmniejszenie zawartości badanych składników, ale również pewne zmiany morfologiczne roślin

Tabela 6 - Tabelle 6
Zawartość olejku i azulenu w liściach dolnych w przeliczeniu na suchą masę oraz na białko
Öl- und Azulengehalt der unteren Blätter umgerechnet in Trockensubstanz und Eiweisstoff

Zbiór i faza rozwojowa Ernte und Entwicklungsphase	W suchej masie - m. T.S.						W przeliczeniu na białko - Umgerechnet in Eiweisstoff					
	% olejku - Ölgehalt %			mg% azulenu Azulengehalt %			% olejku - Ölgehalt %			mg% azulenu Azulengehalt %		
	2-roczone 2-jährige	1-roczone 1-jährige		2-roczone 2-jährige	1-roczone 1-jährige		2-roczone 2-jährige	1-roczone 1-jährige		2-roczone 2-jährige	1-roczone 1-jährige	
	1957	1957	1958	1957	1957	1958	1957	1957	1958	1957	1957	1958
I. a. b. c.	0,24 0,11	- -	- -	4,71 -	- 6,91	- -	2,56 -	- -	- -	50,21 -	- -	- -
II.	0,27	0,11	0,16	14,56	6,86	6,74	3,15	0,81	0,85	167,54	41,57	48,45
III.	0,22	0,16	0,13	5,89	5,98	6,38	2,97	1,03	0,96	79,81	38,25	45,86
IV.	0,16	0,16	0,17	4,62	14,29	6,84	2,08	1,06	1,22	58,63	94,40	50,14
V.	0,22	0,11	0,11	5,24	9,73	4,64	2,86	0,73	0,80	68,14	66,23	33,89
VI.	0,17	0,11	0,11	5,90	11,73	4,28	1,49	0,76	0,83	79,90	83,01	32,01
VII.	0,22	0,11	0,11	5,33	6,77	3,05	1,47	0,92	0,83	70,50	57,61	23,17
VIII.	0,05	0,11	0,06	2,29	5,98	2,31	1,49	1,05	0,51	30,77	58,00	21,01
IX.	0,06	0,05	0,11	2,44	4,99	2,27	0,77	0,47	0,93	31,72	43,39	19,31
X.	0,05	-	-	2,24	-	-	0,76	-	-	30,89	-	-
XI.	0,05	-	0,05	2,04	-	2,65	0,63	-	0,63	26,52	-	30,77
XII.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XIII.	-	-	0,05	-	-	0,72	-	-	0,72	-	-	9,49

* Fazy rozwoju jak w tabeli 1
Entwicklungsphase wie in Tabelle 1

Tabela 7 - Tabela 7

Plon masy. olejku i azulenu z 10 pedów

Durchschnittsertrag an atherischem Öl und Azulen von 10 Pflanzem

Zbiór 1. fazy rozwojowe und Ent- wicklungs- phase		Kwiatostany - Blütenständen										Lisście - Blätter																			
		Sucha masa w g l.f. Masse g					Olejek w mg Ol mg					Azulen w mg Azulen mg					Sucha masa w g l.f. Masse g					Olejek w mg Ol mg					Azulen w mg Azulen mg				
		1-jährige		2-jährige		1-jährige		2-jährige		1-jährige		2-jährige		1-jährige		2-jährige		1-jährige		2-jährige		1-jährige		2-jährige		1-jährige		2-jährige			
		1957	1958	1957	1958	1957	1958	1957	1958	1957	1958	1957	1958	1957	1958	1957	1958	1957	1958	1957	1958	1957	1958	1957	1958	1957	1958	1957	1958		
I.	a.	0,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	b.	0,77	-	3,62	4,63	1,06	1,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	c.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
II.		1,27	1,71	2,43	8,96	16,77	26,83	1,93	4,12	5,12	1,51	2,93	3,65	3,80	2,91	5,51	20	185	472	174	194	174	194	174	194	174	194	174	194		
III.		1,49	2,55	2,80	9,76	23,01	20,97	2,15	5,30	4,78	1,18	3,17	3,31	2,38	4,69	4,05	64	174	194	174	194	174	194	174	194	174	194	174	194		
IV.		2,56	2,45	5,36	13,07	17,38	43,10	3,53	3,17	9,18	1,25	2,66	2,85	1,89	3,94	4,35	53	350	179	350	179	350	179	350	179	350	179	350	179		
V.		3,70	5,96	8,43	17,02	42,11	58,86	4,11	7,56	13,56	1,31	2,71	3,60	2,65	2,67	3,64	63	255	154	255	154	255	154	255	154	255	154	255	154		
VI.		3,80	6,22	12,46	13,38	34,16	69,12	2,40	7,50	19,34	1,42	2,31	2,91	2,29	1,35	2,97	77	249	115	249	115	249	115	249	115	249	115	249	115		
VII.		4,14	8,15	12,57	13,63	28,56	59,43	3,01	5,39	19,53	1,17	2,73	2,79	2,39	2,71	2,85	57	170	78	170	78	170	78	170	78	170	78	170	78		
VIII.		4,14	8,81	13,57	13,50	35,72	61,17	1,59	7,63	14,65	1,22	2,34	2,32	0,62	2,32	1,19	26	129	50	129	50	129	50	129	50	129	50	129	50		
IX.		4,55	7,09	11,97	9,96	35,81	36,12	1,57	5,24	11,91	1,26	1,97	1,87	0,68	0,98	1,89	28	90	39	90	39	90	39	90	39	90	39	90	39		
X.		3,56	7,71	-	5,93	21,28	-	1,33	3,79	-	1,27	-	-	0,64	-	-	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
XI.		3,88	8,48	8,97	4,31	22,10	22,69	1,24	4,63	6,64	1,40	-	2,32	0,66	-	1,17	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
XII.		-	8,32	-	-	25,41	-	-	4,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
XIII.		-	7,04	5,70	-	20,08	14,47	-	2,01	2,05	-	-	1,83	-	-	0,92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13		

== Fazy rozwoju jak w tabeli 1
Entwicklungsphase wie in Tabelle 1

drugorocznych, jak karlenie roślin, słabsze ulistnienie, a nawet częściową degenerację kwiatostanów, polegającą na atrofii części generatywnych.

Pomimo tych różnic zmiany w zawartości badanych składników przebiegały w podobny sposób zarówno u roślin jedno-, jak i drugorocznych, przy czym stwierdzono ścisły związek między zawartością olejku i azulenu a fazą rozwojową kwiatostanu, natomiast czynniki związane z przebiegiem pogody nie wywierały większego wpływu na przebieg gromadzenia się badanych związków.

b) Zawartość olejku w liściach

Już wstępne badania, przeprowadzone w latach 1953—54 wykazały, że zawartość olejku i azulenu w badanym okresie stoi w prostej zależności od wieku liścia (tabela 5).

Jak widać, w miarę starzenia się liści obserwuje się stały spadek zawartości obu badanych składników.

W doświadczeniach przeprowadzonych w latach 1957—59, celem utrzymania jednorodności materiału oznaczenia prowadzono tylko na dolnych liściach łodygowych. W chwili rozpoczęcia oznaczeń liście były w pełni rozwinięte. W ciągu badanego okresu liście przechodziły kolejno fazy dojrzewania i starzenia się, przejawiające się żółknięciem i zamieraniem całego liścia.

Jak wynika z danych tabeli 6, zawartość olejku i azulenu w liściach jest w poszczególnych fazach rozwojowych roślin (w porównaniu do kwiatów) bardzo niska i wynosi 0,25—0,05% olejku i 13—0,69 mg% azulenu. Zawartość badanych składników zarówno w suchej masie, jak i po przeliczeniu na białko, utrzymuje się mniej więcej na jednakowym poziomie do początków przekwitania, po czym obniża się stopniowo, w miarę starzenia się i obumierania liścia.

Zawartość olejku i azulenu w poszczególnych latach w badanych obiektach jest na ogół zbliżona. Między roślinami drugo- i pierwszorocznymi zaznacza się pewna różnica na korzyść drugorocznych w początkowych fazach rozwoju, zanikająca w późniejszym okresie. Należy jednak zaznaczyć, że przy niskich zawartościach olejku różnice te są często w granicach błędu oznaczenia.

Plon masy, olejku i azulenu

W tabeli 7 przedstawiono dane, dotyczące plonu masy, olejku i azulenu badanych części rośliny, obliczone w stosunku do 10 pędów *. Masa

* Plon olejku otrzymano z pomnożenia masy przez procentową zawartość olejku oraz ciężar właściwy olejku równy 0,9199 [18].

koszyczków kwiatowych (tabela 5) wzrasta najintensywniej w okresie od początku do pełni kwitnienia (zbiór III—VII) i utrzymuje się mniej więcej na tym samym poziomie aż do przekwitania (zbiór IX—XII), po czym powoli zmniejsza się.

Plon olejku i azulenu wykazuje dużą zależność od masy kwiatostanów, zwłaszcza w początkowych okresach rozwoju koszyczków (zbiór I—VI). Począwszy od końca pełni kwitnienia (zbiór VII), plon olejku spada gwałtownie, chociaż masa kwiatostanu utrzymuje się jeszcze dłużej czas na prawie nie zmienionym poziomie.

Plon suchej masy liści ma na ogół tendencję spadkową począwszy od I zbioru. Jest to zrozumiałe, jeżeli się weźmie pod uwagę, że w chwili rozpoczęcia zbiorów przyrost masy liści był już na ogół zakończony, w miarę zaś zbiorów ujawniały się skutki zamierania poszczególnych liści.

III. DYSKUSJA

W pracy badano zawartość olejku i azulenu w kwiatostanach w ciągu ich rozwoju, od fazy małych, zielonych pączków do końca wegetacji oraz w liściach znajdujących się w okresie zakończonego przyrostu, przechodzącego w fazę zamierania. Wyniki pracy potwierdziły przypuszczenie, że zawartość badanych składników będzie się kształtowała u obu badanych organów w różny sposób. Stwierdzono zasadnicze różnice zarówno jeżeli chodzi o ich poziom, jak i o ich dynamikę.

W liściach zawartość badanych składników, w porównaniu z kwiatostanami, była bardzo niska, przy czym w badanym okresie (od pełnej dojrzałości do obumarcia liścia) obniżała się wraz z wiekiem. Stwierdzony przebieg zjawiska zgodny jest z wynikami Webera i Stahla (30), jak też z pracami wielu autorów, dotyczącymi liści różnych gatunków roślin olejkowych (Ahlgrimm 1956; Błażek, Rybar 1949; Strażewicz, Grabiec 1950).

Inaczej układa się zawartość olejku i azulenu w ciągu rozwoju koszyczków kwiatowych, mianowicie jej maksimum wypada w fazie tuż przed kwitnięciem, podczas gdy przed i po tej fazie zawartość składników jest znacznie niższa. Podobny przebieg obserwowali również Weber i Stahl (1953), Kučera (1956) oraz Kudrzycka-Białoszapska (1950).

Procentowa zawartość badanych związków wyraża zależność między ich syntezą a przyrostem masy danego organu. Ponieważ zaś synteza zachodzi wyłącznie w gruczołkach olejkowych, obserwacje ich rozwoju wyjaśniają w dużej mierze charakter przebiegu krzywej zawartości.

Eksperymentalne badania Webera i Deufela (1951) oraz własne (1966) dotyczące cytologii gruczołków olejkowych krwawnika wska-

zują, że w początkowych fazach rozwoju gruczołki nie produkują wcale olejku lub wytwarzają go tylko w bardzo małych ilościach. Tym tłumaczy się też niska zawartość olejku otrzymana na drodze destylacji w I zbiorze, a nawet tendencja krzywej zawartości olejku zmierzająca do zera (wykres 3).

W miarę rozwoju koszyczka następuje zwiększenie się ilości gruczołków, przy czym zaczynają one intensywnie wydzielać olejek. W okresie tym wzrost syntezy olejku jest słabszy niż przyrost masy, w związku z czym obserwujemy wysoką procentową zawartość olejku (zbiór II).

W dalszych fazach rozwoju koszyczka ilość gruczołków nie ulega większym zmianom, ustaje jednak ich zdolność do wytwarzania olejku, ponieważ zaś masa koszyczków w tym samym czasie gwałtownie przyrasta (zbiór III—IV), obserwujemy w rezultacie spadek procentowej zawartości olejku. W miarę przekwitania następuje dalszy spadek zawartości olejku, powodowany między innymi wyparowywaniem olejku, zamieraniem gruczołków, a nawet ich odpadaniem.

Podobny przebieg syntezy olejku i azulenu w ciągu rozwoju koszyczka obserwowano również u kilku innych roślin olejkowych z tej samej rodziny, mianowicie u *Matricaria chamomilla* L. (Sterba 1949; Wysocka-Rumińska 1952) *Artemisia absinthium* L. (Kučera, Mačková 1955) i *Artemisia maritima* L. (Pawełczyk 1951).

Od powyższych obserwacji odbiegają wyniki badań nad syntezą olejku w koszyczkach kwiatowych rumianu szlachetnego (*Anthemis nobilis* L.). Schratz, Byerowa (cyt. Strażewicz 1950) oraz Borkowski (1956) stwierdzili mianowicie maksymalną zawartość olejku w małych pączkach, po czym spadała ona równoległe z rozwojem koszyczka. Košova i Paralova (1954) obserwowały również w kwiatostanach krwawnika podczas czterech zbiorów w ciągu wegetacji dwa maksima: jedno tuż przed kwitnieniem i drugie — pod koniec przekwitania.

W przeprowadzonych doświadczeniach charakterystyczny przebieg krzywej zawartości olejku i azulenu powtórzył się dokładnie zarówno w badaniach nad roślinami pierwszo-, jak i drugorocznymi oraz w trzech kolejnych sezonach wegetacyjnych o różnym przebiegu pogody (przy czym różnice te były jeszcze spotęgowane przez różne terminy siewu i zbioru w poszczególnych latach), co wydaje się potwierdzać pogląd, że synteza olejku i azulenu w krwawniku zachodzi pod dominującym wpływem czynników endogennych i jest związane w swoisty sposób z fazami rozwoju danego organu.

Wyniki badań popierają w pełni tezę Strażewicza (1950) o dominującej roli czynnika wieku („dojrzałości”) w procesie syntezy ciał czynnych.

Jeżeli chodzi o wpływ czynników środowiska, a zwłaszcza czynników meteorologicznych, to uwidocznili się one wyraźnie w plonie masy, któ-

rego wysokość dla roślin w tym samym wieku w poszczególnych latach różniła się znacznie. Między plonem roślin pierwszo- i drugorocznych wystąpiły znaczne różnice na niekorzyść tych ostatnich; podobne zjawisko stwierdził w swoich doświadczeniach Kučera (1956).

Z porównania danych, dotyczących procentowej zawartości olejku oraz wysokości plonu w poszczególnych fazach rozwoju, wynika, że istnieje wyraźna rozbieżność między terminem zbioru, w którym otrzymuje się najwyższy plon a terminem, w którym można uzyskać maksymalną zawartość olejku i azulenu. A mianowicie, najwyższy plon zarówno masy, jak i badanych składników osiąga się przy zbiorze w pełni kwitnienia i na początku przekwitania, podczas gdy surowiec o najwyższej zawartości olejku i azulenu otrzymuje się ze zbioru tuż przed kwitnieniem.

Stwierdzone w niniejszej pracy ścisłe powiązania między fazą rozwojową a zawartością olejku i azulenu prowadzi do wniosku o istnieniu zależności między morfologicznymi oznakami dojrzałości a zawartością badanych związków. Stwierdzenie takiej zależności posiada duże znaczenie dla praktyki, gdyż pozwala na regulowanie jakości surowca leczniczego poprzez odpowiedni termin zbioru, z drugiej zaś strony gwarantuje w dużej mierze stałość składu chemicznego surowca, zebranego w tej samej fazie rozwojowej.

IV. WNIOSKI

1. W badaniach, przeprowadzonych w ciągu trzech sezonów wegetacyjnych, stwierdzono ścisłą zależność między przebiegiem syntezy olejku i azulenu a fazą rozwojową kwiatostanów i liści krwawnika.

a) Krzywa zawartości olejku w koszyczkach kwiatowych ma charakterystyczny kształt. W początkowej fazie rozwoju koszyczka zawartość olejku wynosi 0,337—0,450%, następnie osiąga maksimum w fazie pązków tuż przed ich rozwinięciem się i wynosi 0,767—1,400%, po czym zawartość składników obniża się w miarę przekwitania koszyczka do 0,310—0,311%.

b) Zawartość olejku w liściach dojrzałych jest znacznie niższa niż w kwiatostanie i wynosi 0,274—0,051%. W badanym okresie zawartość olejku nie ulegała większym zmianom, obniżała się dopiero w miarę obumierania liści.

2. Stwierdzono dużą zgodność krzywej zawartości olejku i krzywej azulenu w ciągu rozwoju badanych organów.

3. W kwiatostanach roślin pierwszorocznych stwierdzono przeciętnie wyższy poziom zawartości olejku i azulenu, aniżeli w roślinach drugorocznych.

4. Jakość surowca i plon surowca związane są z różnymi fazami rozwojowymi koszyczka. Najwyższą jakość, tj. najwyższą zawartość olejku

i azulenu w surowcu stwierdzono w fazie pączków tuż przed ich rozwinięciem się, natomiast najwyższy plon surowca i badanych składników — na początku przekwitania kwiatostanów.

5. Stwierdzona zależność między cechami morfologicznymi kwiatostanu a zawartością w nim olejku i azulenu ma duże znaczenie praktyczne przy ustalaniu właściwego terminu zbioru surowca dla celów leczniczych.

Panu Profesorowi Dr. A. Listowskiemu za cenną pomoc i rady w czasie wykonywania doświadczeń oraz przy pisaniu pracy składam serdeczne podziękowanie.

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin SGGW

ZUSAMMENFASSUNG

Die Untersuchungen wurden in der SGGW in Warszawa in den Jahren 1953—1954 sowie 1957—1959 geführt. Als Untersuchungsobjekt diente der lokale Ökotyp der Schafgarbe, welcher einem ausgeglichenen Azulengehalt aufweist.

Die Untersuchungsergebnisse zeigten, dass der Öl- und Azulengehalt in breiten Grenzen variiert, wobei er im engen Zusammenhang mit der Entwicklungsphase der untersuchten Organen steht. Der Gehalt der untersuchten Bestandteile war in den Blütenständen in frühen Entwicklungsphasen der Knospen verhältnismässig klein (0,337—0,450% Öl und 127 mg% Azulen im Trockengewicht) stieg fast dreifach an während der Entwicklungsphase der Knospen und erreichte sein Maximum unmittelbar vor der Blüte (0,767—1,114% Öl und 250—290 mg% Azulen) wonach er im Verlaufe des Verblühens der Blütenkörbchen heftig abnahm (Diagramm I und III).

In Verrechnung auf Eiweisstoff zeigte der Gehalt der untersuchten Bestandteilen einen ähnlichen Verlauf (Diagramm II), wobei er in beiden Fällen bei den zweijährigen Pflanzen niedriger war als bei den einjährigen (Diagramm I—III).

Der Gehalt an Öl und Azulen in den Blättern, welche im Zeitpunkt der Untersuchungsbeginn schon voll entwickelt waren, zeigte keinen wesentlichen Unterschied (Tab. 6).

Was den Masseertrag anbetrifft stieg er stufenweise an und erreichte sein Maximum am Anfang des Verblühens der Pflanze (Tab. 7).

Die durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass die Maxima sowohl des Öl- und Azulengehalts als auch des Ertrages im Zusammenhang mit den verschiedenen Entwicklungsphasen der Pflanze stehen, wobei der Gehalt der untersuchten Bestandteilen eng verbunden ist und nur in sehr geringem Grade den Einflüssen der Umweltfaktoren unterliegt.

LITERATURA

- Adamczewski B., 1955, *Biuletyn PINLSR* 3: 145—151.
Adamczewski B., 1955, *Biuletyn PINLSR* 3: 152—157.
Ahlgrimm E. D., 1956, *Planta* 47: 255—298.
Borkowski B., 1956, *Planta Med.* 1: 43—50.
Borkowski B., 1956, *Diss. Pharm.* 2: 107.

- Borkowski B., Kowalska M., Kozłowski J., 1956, Farm. Pol. 8: 197—201.
- Borkowski B., Suchocka H., 1956, Diss. Pharm. 8 (3): 181—190.
- Blažek Z., Rybar D., 1949, Čas. Čes. Lekarn. 14: 135—139.
- Burmeister J., Guttenberg H., 1960, Planta Med. 1: 1—33.
- Frey-Wyssling A., 1945, Ernährung und Stoffwechsel der Pflanzen, Zurich.
- Koelle G., 1953, Pharmazie 8: 426—432.
- Košova V., Paralova M., 1954, Českoslov. Farm. 4: 228—231.
- Kozłowski J., 1965, Acta Pol. Pharm. 13: 322.
- Krauze S., Rozenthal L., 1952, Roczniki PHZ 3: 331—361.
- Kučera M., 1956, Pharmazie 9: 604—609.
- Kučera M., Mačková M., 1955, Českoslov. Farm. 2: 79—80.
- Kudrzycka-Białoszapska F., 1950, Farm. Pol. 4: 130—132; 2: 69—70.
- Listowski A., 1955, Kosmos. Ser. A, 3/4: 405—420.
- Pawełczyk E., 1951, Farm. Pol. 3: 41.
- Rumińska A., 1966, Acta Agrobot. vol. 18: 5—18.
- Sprecher E., 1956, Planta. 47: 323—358.
- Stahl E., 1952, Naturwiss. 23: 551—552.
- Sterba B., 1949, Čas. Čes. Lekarn. 1: 5—11.
- Strażewicz W. J., 1952, Kozłek lekarski jako surowiec oraz jego przetwory. Warszawa.
- Strażewicz W. J., 1950, Dojrzałość wegetatywna jako biologiczny czynnik zmienności surowców farmakognostycznych, Warszawa.
- Strażewicz W. J., Grabiec M., 1951, Acta Pol. Pharm. 3: 179—200.
- Strebeyko P., 1956, Woda i światło w życiu rośliny, Warszawa.
- Vančura J., 1954, Českoslov. Farm. 4: 5—7.
- *Weber U., Deufel J., 1951, Archiv der Pharm. 5/6: 318—323.
- Węber U., Stahl E., 1953, Archiv der Pharm. 58: 110—116.
- Wysocka-Rumińska A., 1952, Diss. Pharmc. 5—17.