

Biologia wzrostu i rozwoju dwu odmian dyptamu jesionolistnego (*Dictamnus albus* L. cv. *Albiflores* i cv. *Rosa Purple*) oraz budowa anatomiczno-morfologiczna struktur wydzielniczych, skład olejku eterycznego i analiza ekstraktu

¹Katedra i Zakład Farmakognozji z Pracownią Roślin Leczniczych, Uniwersytet Medyczny w Lublinie
Kierownik Katedry i Zakładu: dr hab. Grażyna Zgórk

²Katedra Warzywnictwa i Roślin Leczniczych, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
Kierownik Katedry: prof. dr hab. Jan Dyduch

BIOLOGY OF GROWTH AND DEVELOPMENT
OF TWO CULTIVARS OF *Dictamnus albus* L.
(CV. *ALBIFLORES* AND CV. *ROSA PURPLE*),
ANATOMICAL AND MORPHOLOGICAL STRUCTURE
OF SECRETORY TISSUES AND ANALYSIS
OF THE ESSENTIAL OIL

SUMMARY

The paper presents the biology of growth and development of two varieties of dittany (*Dictamnus albus* L. cv. *Albiflores* and cv. *Rosa Purple*). The present study include biometric measurements of morphological characteristics, including the flowering and pollination dynamics and efficiency of pollen. Measurements of the amount of shoots, stems of length and a width and length of the leaves. Set the number of flowering shoots, as well as the number of flowers on the shoot and the number of flowers per plant, given the dimensions of the grains of pollen, nectar and mass concentrations of sugar and honey yield. The work contains a photo plots of arable dittany. Anatomical-morphological study of individual organs are shown in the photographs. The research was the structure of the secretory glands, Italian, ducts and conduits oils. Essential oil content was determined using three methods, and qualitative composition by GC/MS and SPME/GC/MS. Grown in the experimental plot plants reached an average height of 91 cm and 95 cm *Albiflores* variety *Rosa Purple* variety respectively. Flowering plants usually began in the third decade of May and continued until mid-June. The life of flowers is from 5 to 7 days. Flowers *Albiflores* varieties were characterized by a greater abundance of flowering and pollen higher efficiency and greater mass secreted nectar and honey. Analysis of the content and composition of the essential oil in the flowers cv. *Albiflores* content was 0.76%, while in the cv. *Rosa Purple* 0.60%, respectively 0.22% and 0.30% – herbs, and 0.10% and 0.02% roots. The main components of the essential oil obtained from the herb and roots were: limonene, myrcene, terpinolene, α -terpineol and germacrene D.

KEY WORDS: *Dictamnus albus* – *ROSA PURPLE* –
ALBIFLORES – DITTANY – SECRETORY STRUCTURES
– ESSENTIAL OIL

Prezentowana praca jest kontynuacją badań nad systematyką gatunku *Dictamnus*, jego rozmieszczeniem w Europie i na świecie oraz przeglądem ważniejszych grup związków biologicznie czynnych, ich biogenezy, właściwości, występowania i zastosowania (1). W pierwszej części opisano alkaloidy furochinolinowe, furanokumaryny i limonoidy, zaś w drugiej omówiono olejki eteryczne, flawonoidy oraz inne związki biologicznie aktywne (2, 3).

Dyptam jesionolistny znany jest pod nazwą „go-rejącego krzewu Mojżesza”. Nazwa ta pochodzi od opisu biblijnego rośliny: „Wtedy ukazał mu się Anioł Pański w płomieniu ognia, ze środka krzewu. Mojżesz widział, jak krzew płonął ogniem, a nie spłonął od niego.” (*Biblia, Księga Wyjścia*). Dziś wiemy, że zjawisko to było możliwe gdyż wszystkie struktury w kwiatostanach dyptamu są gęsto pokryte gruczołami wydzielniczymi. Produkowane przez nie obficie olejki eteryczne w upalne, bezwietrzne dni mogą ulec samozapłonowi, nie uszkadzając rośliny (4, 5).

Postępujące skażenie środowiska naturalnego jest przyczyną zamierania wielu gatunków roślin, rosnących nawet na terenach parków narodowych i rezerwatów przyrody. Do takich ginących roślin należy zaliczyć *Dictamnus albus* L. (dyptam jesionolistny). Jako roślina relikтовая i bardzo rzadka, zawierająca ponadto szereg osobliwości strukturalnych i biologicznych, podlega ona całkowitej ochronie. Istnieje więc konieczność czynnej ochrony najbardziej zagrożonych populacji tych roślin w kontrolowanych warunkach. Mnożenie generatywne i uprawa dyptamu jesionolistnego wykazały, że zachowanie tego gatunku w warunkach *ex situ* daje pozytywne rezultaty. Dlatego też jest ona coraz częściej uprawiana jako roślina ozdobna o wyjątkowych walorach dekoracyjnych (6, 7).

W piśmiennictwie florystycznym i ogrodniczym dotyczącym dyptamu jesionolistnego podawana jest charakterystyka głównie części nadziemnych, a zwłaszcza liści i kwiatów, z pominięciem organów podziemnych i rytmiki rozwojowej tej rośliny. Celem prezentowanej pracy były badania nad biologią wzrostu i rozwoju dyptamu jesionolistnego. Przedmiotem badań prezentowanej pracy były organy nadziemne i podziemne (kwiaty, ziele, torebki nasienne, nasiona, korzeń). Badania obejmowały ocenę biologii wzrostu i rozwoju dyptamu jesionolistnego, w tym pomiary biometryczne, dynamikę kwitnienia i pręcikowania oraz charakterystykę budowy morfologiczno-anatomicznej, ze szczególnym uwzględnieniem struktur wydzielniczych, oraz zawartość i skład olejku eterycznego.

Pomiary biometryczne cech morfologicznych dyptamu jesionolistnego

Wszystkie pomiary biometryczne prowadzono na 10 losowo wybranych okazach roślin, każdej z odmian dyptamu jesionolistnego; pomiary powtarzano 6-krotnie, w tygodniowych odstępach czasu. Pomiary obejmowały: wysokość pędów głównych (každorazowo po 20 dla każdej odmiany), długość łodyg bocznych (každorazowo po 20 dla każdej odmiany), liczbę listków na łodygach bocznych (každorazowo po 30 dla każdej odmiany), długość i szerokość listków na łodygach bocznych (každorazowo po 30 dla każdej odmiany).

Dzienna dynamika rozkwitania i pyłkowania

Dzienną dynamikę rozkwitania określano dla 18 kwiatostanów każdej odmiany (3 kwiatostany w 6 roślinach). Liczbę rozkwitłych kwiatów obserwowano co godzinę od 6:30 do 17:30. Wyniki przedstawiono po przeliczeniu na udział procentowy kwiatów rozkwitłych w ciągu godziny w stosunku do wszystkich kwiatów, które rozwinęły się w ciągu dnia (100%). Porównywano długość życia kwiatów obu odmian. Pod koniec okresu kwitnienia wykonywano pomiary długości 70 pędów kwiatostanowych, a liczbę kwiatów na pędzie ustalano dla 60 pędów każdej rośliny. Do określenia liczby kwitnących pędów na roślinie wykorzystywano po 13 roślin obu odmian (8, 9).

Wydajność pyłkową badano oddzielnie dla kwiatów położonych na osi głównej pędu oraz na odgałęzieniach drugiego rzędu. Zastosowano metodę eterowo-wagową Warakomskiej (10) z modyfikacją Szklanowskiej i Pluty (11). Wymiary 200 ziaren pyłku dla każdej odmiany badano w preparatach glicerożelatynowych.

Masę nektaru wydzieloną w okresie całego życia kwiatu określano metodą pipetową (12). Koncentrację cukrów w nektarze mierzono przy zastosowaniu refraktometru Abbego. Masę cukrów wytwarzaną w nektarze obliczono z 10, zaś wydajność miodową z 1000 kwiatów obu odmian (8, 9).

Badania anatomiczno-morfologiczne surowców

Badania anatomiczno-morfologiczne obejmowały nadziemne i podziemne części dwu odmian dyptamu jesionolistnego. (13-16).

Tkanki badano na przekrojach poprzecznych wykonanych ze świeżego oraz utrwalonego w FFA (etanol 50% + kwas octowy lodowaty + formalina 40%; 90:5:5) materiału roślinnego (17). Zastosowano testy histochemiczne w celu zabarwienia struktur komórkowych i eksudatów tkanki wydzielniczej w skrawkach uzyskanych ze świeżych organów: płyn Lugola, Sudan III oraz błękit toluidynowy.

Fragmenty kwiatostanów, liści, łodyg i korzeni utrwalano w 2,5% aldehydzie glutarowym w 0,1 M buforze kokodylanowym (pH = 7,4). Po dehydratacji próbki przenoszono do tlenu propylenu i zatapiano w żywicy SPURR. Skrawki o grubości 0,5-0,7 µm uzyskiwano przy użyciu ultramikrotomu Reichert Ultracut S.

Po utrwaleniu w aldehydzie glutarowym i odwodnieniu, część próbek przenoszono do acetonu. Następnie suszono je w ciekłym CO₂ i napyłano złotem przy użyciu CS 100 Sputter Coater. Obserwacje wykonywano przy użyciu mikroskopu BS-340 Tesla. Do barwienia stosowano 1% roztwory: błękitu metylenowego z azurem II w wodnym roztworze czteroboranu sodu.

Olejek eteryczny

Procentową zawartość olejku eterycznego określano zgodnie z FP IV (18), FP V, (19, 20) i PN 91/R-87019 (21). Olejki eteryczne oznaczano metodą destylacji z parą wodną w aparacie Derynga trzema metodami: bezpośrednio – metoda I, pośrednio z m-ksylenem – metoda II, oraz po hydrolizie badanych surowców przy użyciu 20% kwasu siarkowego – metoda III.

Wykonanie oznaczeń

Metoda I – destylacja bezpośrednia z parą wodną: próbki (w trzech powtórzeniach) odpowiednio rozdrobionych surowców (liście i kwiatostany – 20 g, rozkruszone; kłącza – 10 g, sito 0,28 mm) umieszczano w kolbach o pojemności 1000 ml i dodawano wodę destylowaną w proporcji 1/20 (surowiec/woda), następnie po połączeniu kolby z aparatem Derynga i napełnieniu odbieralnika wodą, włączano chłodzi-

nie i ogrzewano 3 godz., licząc od chwili rozpoczęcia wrzenia zawartości kolby i przedestylowania pierwszej kropli olejku eterycznego.

Metoda II – destylacja pośrednia z parą wodną w obecności m-ksylenu: postępowano jak w przypadku metody I przy czym do kolby dodawano 0,3 ml m-ksylenu.

Metoda III – destylacja pośrednia z parą wodną, po hydrolizie surowców 20% roztworem kwasu siarkowego w obecności m-ksylenu: postępowano jak w przypadku metody II, przy czym dodawano 5 ml 20% roztworu kwasu siarkowego.

Po zakończeniu destylacji odczytywano objętość olejku. W przypadku metod pośrednich (II i III) od otrzymanego rezultatu odejmowano poprawkę ksylenową wyznaczoną jako „ślepa próba” (destylacja mieszaniny wody z 0,3 ml m-ksylenu). Odczytaną objętość olejku przeliczono na 100 g suchej masy surowców, wyrażając zawartość olejku w procentach objętościowych.

Ocena zawartości i składu olejków eterycznych

Olejek eteryczny do badań chromatograficznych GC/MS izolowano metodą destylacji z parą wodną w aparacie Derynga trzema wymienionymi powyżej metodami. Oddestylowany olejek przeznaczano do analizy GC/MS.

Olejek eteryczny do analizy badano również metodą mikroekstrakcji (SPME). Metodę tą stosowano w przypadku analizy składu jakościowego olejków eterycznych występujących w kwiatach dwu odmian

D. albus. Surowce bezpośrednio po zbiorze umieszczano w próbowce, a następnie lotne składniki kwiatostanu poddawano sorpcji na włóknie strzykawki w czasie 30 min. Zaadsorbowane składniki olejku eterycznego analizowano metodą GC/MS.

Analiza GC/MS olejku eterycznego

Analizę GC/MS prowadzono przy użyciu aparatu ITS-40 (układ GC/ITMS firmy Finnigan MAT, USA) z kolumną DB-5 (J&W, USA) o długości 30 m, średnicy 0,25 mm i grubości filmu fazy stacjonarnej 0,25 µm. Temperatura dozownika 280°C. Stosowano gradient temperatury (35°C przez 2 min, następnie przyrost co 4°C do 280°C). Analizę jakościową przeprowadzano na podstawie widm MS, porównując je z widmami biblioteki NIST (62 tys. widm), oraz biblioteki terpenów LIBR (TR) (Finnigan MAT). Tożsamość związków potwierdzano na podstawie indeksów zamieszczonych w piśmiennictwie (22) i własnych.

Wyniki i omówienie

Pomiary biometryczne cech morfologicznych

Dynamikę wzrostu dwu odmian dyptamu jesionolistnego na przestrzeni roku przedstawiono w tabeli 1. Badania prowadzono w 1998 r.

Badania wykazały, że wysokość łodyg w ontogenezie wahała się średnio dla odmiany białokwiatowej (OB) w granicach od 35,5-91,4 cm, zaś dla odmiany różowej (OR) odpowiednio w granicach 39,7-95,2 cm. Długość łodyg wynosiła średnio dla OB 17,4-24,9 cm,

Tabela 1. Dynamika wzrostu dyptamu jesionolistnego cv. *Albiflores* i cv. *Rosa Purple* (średnia w cm).

Data pomiaru	Wysokość pędów		Długość łodyg bocznych		Długość liści		Szerokość liści	
	<i>Albiflores</i>	<i>Rosa Purple</i>	<i>Albiflores</i>	<i>Rosa Purple</i>	<i>Albiflores</i>	<i>Rosa Purple</i>	<i>Albiflores</i>	<i>Rosa Purple</i>
7.05	35,5	39,7	17,1	17,4	3,7	3,6	1,9	1,8
14.05	51,0	51,0	19,3	19,6	5,0	5,5	2,1	2,6
21.05	69,5	69,8	20,0	20,5	5,5	5,4	2,5	2,7
28.05	78,1	87,6	20,9	26,4	5,4	7,0	2,6	4,0
4.06	83,9	92,2	21,3	29,5	6,1	8,3	2,8	4,3
11.06	87,6	93,6	21,8	30,5	6,2	8,8	3,2	4,5
9.07	89,4	93,7	22,4	31,2	6,1	8,8	3,4	4,5
6.08	90,3	94,1	24,1	31,6	6,1	9,1	3,5	4,6
3.09	91,2	94,7	24,7	31,8	6,2	9,4	3,5	4,7
1.10	91,4	95,2	24,9	32,1	6,2	9,9	3,5	4,6

a dla OR 17,4-32,1 cm. Długość i szerokość liści wynosiła odpowiednio dla OB 3,7-6,2 cm dł. i 1,9-3,5 cm szer., a dla OR 3,6-9,9 cm dł. i 1,8-4,6 cm szer. Podczas ontogenezy zaobserwowano największy rozwój nadziemnych części od początku maja do początku czerwca, w późniejszym okresie przyrost roślin był znacznie mniejszy. Z przedstawionych pomiarów wynika, że wzrost i rozwój roślin nieco szybciej następuje w odmianie różowej w porównaniu do odmiany białej (długość pędów OR – 95,2 cm, zaś OB – 91,4 cm). Z kolei odmiana różowa miała większą długość łodyg bocznych oraz dłuższe i szersze liście.

Dzienna dynamika rozkwitania i pyłkowania (8, 9, 23)

W tabeli 2 przedstawiono średnie parametry pędów, kwiatów, ziaren pyłku oraz wydajność pyłkową dla obu odmian *D. albus*.

Kwitnienie obu odmian dyptamu rozpoczyna się zwykle w trzeciej dekadzie maja i trwa do połowy czerwca. Kwiaty odmiany *Albiflores* (KwB) rozpoczynały okres antezi 1-2 dni wcześniej niż odmiany *Rosa Purple* (KwR). Odmiana *Albiflores* wyróżniała się większą liczbą pędów na roślinie, co wpływało na uzyskanie wyższych wartości dotyczących jej obfitości kwitnienia. Okres życia kwiatu w zależności od warunków pogodowych wynosił 5-7 dni.

Kwiaty dyptamu jesionolistnego rozkwitają przez całą dobę. Między godziną 6:30 a 17:30 przy średniej temperaturze wynoszącej 21,7°C rozwinęło się 77% KwB i 74% KwR. Średnio około 25% kwiatów rozpoczynało antezę między 18:30 a 6:30 następnego dnia.

Liczba rozkwitających KwR osiągnęła dwa maksima – pomiędzy 10:30 a 12:30 i 14:30 a 17:30. W godzinach popołudniowych następowało zahamowanie otwierania się kwiatów. W dniu prowadzenia obserwacji notowano stopniowy wzrost dziennej temp. od 14 do 25°C. W przypadku KwB także zaobserwowano dwa okresy maksymalnego rozkwitania w ciągu dnia: pierwszy 7:30-9:30, drugi 13:30-16:30. W przypadku obu odmian w południe następował spadek liczby rozwijających się kwiatów (8).

Jak wynika z danych przedstawionych w tabeli 2 większą obfitością kwitnienia odznaczają się kwiaty odmiany *Albiflores*; rośliny tej odmiany wytwarzały 23% kwiatów więcej niż odmiany *Rosa Purple*. Różnice wynikały z większej liczby kwitnących pędów na roślinie białokwitnącej, przy takiej samej liczbie kwiatów na pędzie obu odmian (po 35 szt.). Natomiast rośliny OR wytwarzały pędy o większej długości (tab. 2). Długość życia kwiatów wynosiła 5-6 dni.

Wydajność pyłkowa kwiatów badanych odmian wykazywała istotne różnice. Główki pręcikowe odmiany *Albiflores* produkowały o 23% większą masę pyłkową niż odmiany *Rosa Purple* (tab. 2).

Ziarna pyłku dyptamu są trójbruzdowe, promieniście symetryczne, równobiegunowe. Średnia długość osi biegunowej (P) ziaren odm. *Albiflores* była mniejsza (26,58 µm) niż odmiany *Rosa Purple* (28,96 µm). Natomiast długość średnicy równikowej (E) była zbliżona (28,82 i 28,33 µm). Na podstawie stosunku P/E stwierdzono, że ziarna pyłku odm. *Rosa Purple* są podługowato-kuliste, zaś *Albiflores* spłaszczone-kuliste (tab. 2).

Tabela 2. Obfitość kwitnienia, wydajność pyłkowa oraz wielkość ziaren pyłku dwu odmian *D. albus* (8).

Badane cechy	Odmiana			
	Albiflores		Rosa Purple	
Długość pędów (cm)	74,0		78,0	
Liczba kwitnących pędów na roślinie	16		13	
Liczba kwiatów na pędzie	35		35	
Liczba kwiatów na roślinie	560		455	
Wydajność pyłkowa z 10 kwiatów (mg)	28,67		23,17	
Wymiary ziaren pyłku (μm)	P 26,58	P/E 0,92	P 28,96	P/E 1,02
	E 28,81		E 28,33	
Masa nektaru z 10 kwiatów (mg)	132,49		95,83	
Koncentracja cukrów (%)	41,1		46,0	
Masa cukrów z 10 kwiatów (mg)	53,0		44,4	
Wydajność miodowa z 1000 kwiatów (g)	6,6		5,6	

W położeniu biegunowym ziarna są kulisto-trójkątne, a w równikowym lekko owalne. W obrębie bruzd położone są kuliste lub wydłużone równikowo pory. Powierzchnia egzyny odznacza się nieregularnie rozmieszczonymi prążkami.

W kwiatach *D. albus* występuje 10 pręcików. W czasie antezy nitki pręcikowe zmieniają swoje położenie, kształt i wymiary. W górnej części nitek występują gruczoły wydzielnicze wytwarzające intensywny zapach. W pąku pręciki tworzą zwartą wiązkę wokół słupka, położoną poziomo lub lekko odchyloną ku dołowi. Równocześnie z rozchylaniem się płatków korony, nitki pręcików górnej części wiązki stopniowo wydłużają się, lekko podnoszą, a następnie wyginają łukowato unosząc ku górze główki. W tej pozycji pylniki pękają bocznie, uwalniając ziarna pyłku. Proces dojrzewania jednego pręcika obejmuje elongację i wygięcie nitki oraz początek pylenia.

Masa nektaru wydzielonego z 10 kwiatów w fazie pełni kwitnienia roślin kształtowała się średnio na poziomie 132,49 mg dla KwB, natomiast dla odmiany KwR wynosiła 95,83. Zaobserwowano wyższe stężenie cukrów w nektarze KwR, przy czym ich masa 10 kwiatów była wyższa dla KwB. Wydajność miodowa 1000 kwiatów odmiany *Albiflores* była nieco wyższa i wynosiła 6,6 g, zaś dla odmiany *Rosa Purple* wynosiła ona 5,6 g.

Badania anatomiczno-morfologiczne surowców

W piśmiennictwie brak jest systematycznych badań anatomiczno-morfologicznych. W Polsce ostatnie obserwacje nad budową anatomiczno-morfologiczną prowadzone były przez Gertiga i wsp. (24) i dotyczyły one roślin występujących w stanie naturalnym. Prezentowane obserwacje obejmowały ocenę budowy morfologiczno-anatomicznej dwu odmian dyptamu jesionolistnego uprawianego na poletku doświadczalnym Katedry Roślin Ozdobnych AR w Lublinie (ryc. 1), ze szczególnym uwzględnieniem lokalizacji struktur wydzielniczych. Badania były wykonane we współpracy z Katedrą Botaniki Wydziału Ogrodniczego AR w Lublinie.

Kwiaty dyptamu odm. *Albiflores* i odm. *Rosa Purple* różnią się nie tylko barwą płatków korony, lecz także zabarwieniem szypułek, liści przykwiatowych oraz gruczołów wydzielniczych występujących w obrębie kwiatostanów. U odmiany o kwiatach białych szypułki i liście towarzyszące kwiatom są zielone, a gruczoły wydzielnicze zielonożółte, natomiast odmiana o kwiatach różowych ma wymienione części kwiatostanów w kolorze brunatnobordowym, zaś gruczoły wydzielnicze mają zwykle barwę ciemnoczerwoną lub znacznie rzadziej barwę czerwonozieloną. Rozmiesz-

czenie gruczołów jest u obydwu odmian podobne. Górna powierzchnia płatków korony i szyjka słupka odznaczają się ich brakiem. Największe skupienie gruczołów u odmiany białej występuje na łodyżkach, liściach przykwiatowych i działkach kielicha (dolna powierzchnia), na załączni słupka oraz górnej części nitek pręcikowych, podobnie jak u odmiany różowej (ryc. 1 i 2).

Wielkość gruczołów wydzielniczych u porównywanych odmian jest zbliżona. Dla odmiany białej większość z nich składa się z wielokomórkowego trzonu i najczęściej owalnej główki, której centralną część wypełniają komórki wydzielnicze lub tworzący się z czasem zbiornik wydzielniczy. Obserwowano gruczoły w różnych stadiach rozwojowych. W młodszych gruczołach wewnętrzną część stanowiły luźno ułożone komórki wydzielnicze, które stopniowo ulegały rozpadowi. W starszych gruczołach, komórki epitelu otaczały zbiornik olejkowy.



Ryc. 1. Szczycowa część kwiatostanu dyptamu z silnie ogróczonymi łodyżkami i pąkami kwiatowymi cv. *Rosa Purple* (1).



Ryc. 2. Kwiaty dyptamu cv. *Albiflores* z widocznymi gruczołami wydzielniczymi (pow. 1,5x) (34).

Na szczycie główki gruczołu w odmianie różowej i białej występuje delikatny, ostro zakończony, kilkukomórkowy włoszek. Przenikanie olejków eterycznych na zewnątrz odbywa się prawdopodobnie przez cienkie ściany komórek epidermy w główce gruczołu. Między komórkami epidermy na trzonach włosków obserwowano zagłębienia z niezbyt intensywnie zabarwioną zawartością, które być może stanowią również miejsca uwalniania wydzieliny.

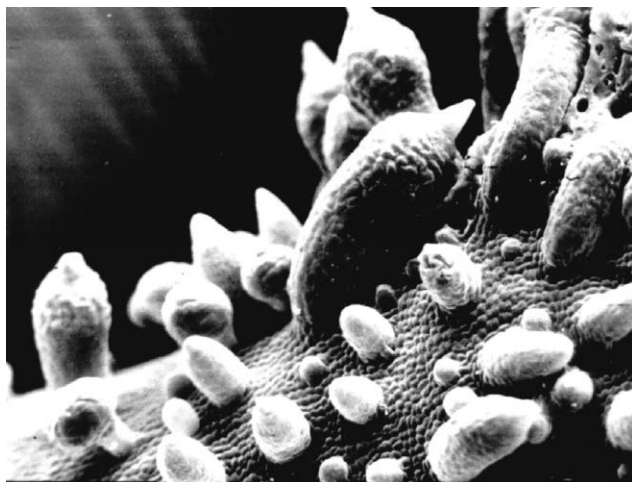
Zewnętrzne gruczoły wydzielnicze występują w szczególnie dużym zwarcu na łodydze kwiatostanowej, szypułkach i załączni słupka oraz odosiowej powierzchni liści przykwiatowych (ryc. 3 i 4).

Obliczono, że na osi kwiatostanu występuje około 9 gruczołów na 1 mm² powierzchni epidermy. Gruczoły położone w górnej części nitek pręcikowych charakteryzują się zbliżonym kształtem i wielkością. Ich wysokość wynosi około 330 μm, natomiast gruczoły

wydzielnicze, występujące na pozostałych elementach kwiatostanu, odznaczają się różnorodnością struktury. Najczęściej składają się one z wielorzędowego trzonu i owalnej wielokomórkowej główki, zaopatrzonej na szczycie w delikatny kilkukomórkowy włoszek. Włoszek ten łatwo ulega uszkodzeniu, czemu towarzyszy uwalnianie wydzieliny. Gruczoły ekskrecyjne różnią się przede wszystkim wielkością główki i długością trzonu.

Nasiona są koloru czarnego, mają kształt gruszkowaty. Są one połyskujące i gładkie. Ich długość wynosi średnio 5 mm, zaś grubość w najszerszym miejscu 2,5 mm. Nasiona mają białe znamię na zwężonym końcu. Okrywa nasienna jest dość gruba, krucha, pod nią znajduje się białe bielmo. Zarodek jest drobny, ma dwa cienkie liścienie i walcowaty korzonek (ryc. 5-7).

Liście właściwe osadzone są na łodydze skrótoległe. Są one ciemnozielone, złożone, nieparzystopierzaste, najczęściej 7-9-listkowe. Pojedyncze listki



Ryc. 3. Gruczoły wydzielnicze na powierzchni załączni słupka dyptamu (pow. 200x).



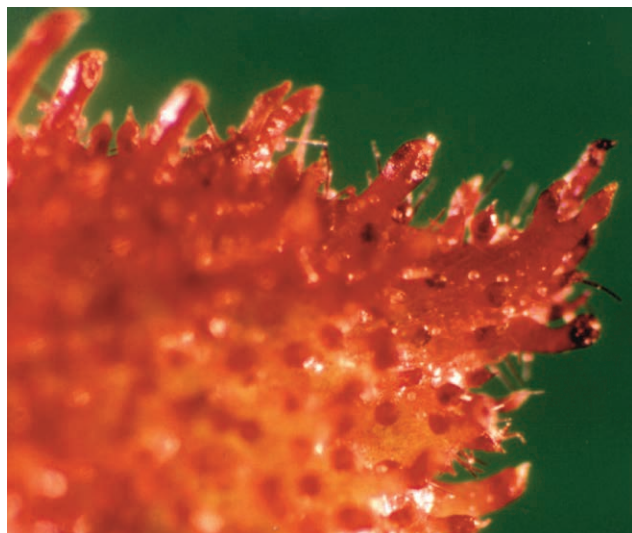
Ryc. 4. Gruczoł wydzielniczy z widocznym włoskiem na szczycie z powierzchni płatków korony (pow. 300x).



Ryc. 5. Dojrzała pięciokomorowa torebka dyptamu (pow. 8x).



Ryc. 6. Fragment przekroju poprzecznego dojrzewającej torebki dyptamu z widocznymi nasionami oraz gruczołami wydzielniczymi (pow. 24x).



Ryc. 7. Gruczoły wydzielnicze na powierzchni dojrzewającego owocu (pow. 25x).

o owalnym kształcie i brzegu piłkowanym położone są na oskrzydłonej osadce przechodzącej w oskrzydłony ogonek.

Błazki liściowe oglądane makroskopowo nie ujawniają obecności zbiorników olejkowych, które są małe i występują nielicznie w mezofilu liścia. Położenie zbiorników można dostrzec oglądając powierzchnię utrwalonej blaszki liściowej na małych powiększeniach mikroskopowych. Stwierdzono, że zbiorniki te są regularnie rozmieszczone przy brzegu blaszki, obok nasady piłkowanych występow. W innych miejscach zbiorniki olejkowe są bardziej oddalone od siebie i występują w liczbie 1-3 na 1 mm² obserwowanej powierzchni liścia.

Nerw główny liści właściwych tworzy masywne uwypuklenie po stronie odosiowej. Okrywająca go epiderma składa się z drobnych, owalnych komórek o zewnętrznych ścianach zgrubiałych, z warstwą kutykuli.

W środkowej strefie zgrubienia nerwu położone są różnej wielkości wiązki przewodzące (w liczbie 1-4). Górną i dolną część nerwu wzmacnia kolenchyma kątowna tworząca kilka warstw.

W obrazie mikroskopowym blaszek liściowych widoczne są dość nierównomiernie rozmieszczone zbiorniki olejkowe o różnej średnicy. Z obliczeń wynika, że liczba zbiorników przypadająca na 1 mm² powierzchni liścia dyptamu wynosi 1-5, średnio 2,5. Długość średnicy zbiorników ekskrecyjnych zawarta była w przedziale 52-93 μm, średnio 72 μm. Obserwacje mikroskopowe ujawniły występowanie zagłębień w blaszce liściowej, które towarzyszą zbiornikom wydzielniczym. Zagłębenia te widoczne są również w brzeżnej części blaszki, u nasady piłkowanych wcięć.

Zbiorniki wydzielnicze zawierające kilka warstw komórek, tworzą epitel gruczołowy i centralnie położoną przestrzeń, w której gromadzi się olejek. Są one większe niż w łodydze, a ich średnica wynosi około 100 μm.

Grupa komórek epidermy (w liczbie 7-10) położonych nad zbiornikiem wydzielniczym odznacza się zwartym układem. Ich ściany okrywa gładka warstwa kutykuli, w odróżnieniu od pozostałych komórek epidermy o kutykuli prążkowanej. W skórce górnej nie stwierdzono obecności aparatów szparkowych. W epidermie odosiowej liści obserwowano liczne aparaty szparkowe usytuowane na niewielkich wyniesieniach epidermy. Obliczono, że na 1 mm² epidermy liści dyptamu występuje 125 szparek.

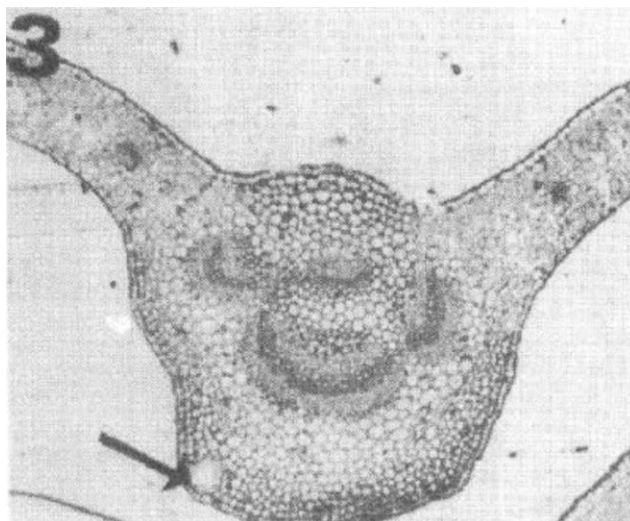
Zbiorniki olejkowe w blaszkach liściowych dyptamu położone są tylko przy powierzchni doosiowej. Występują one także w nerwach i ogonkach liściowych oraz w łodygach. Składają się one z centralnie położonej komory oraz otaczającej ją warstwy wydzielniczej epitelialnej, obejmującej 1-3 pokłady komórek. Miękkisz palisadowy formuje jedną warstwę zajmującą około 1/3 grubości blaszki. Miękkisz gąbczasty jest 7-8-warstwowy i wykazuje obecność bardzo dużych przestworów międzykomórkowych. Odosiowa epiderma wyposażona jest w aparaty szparkowe, tworzące niewielkie wyniesienia powierzchni tej tkanki.

Zbiorniki wydzielnicze rozmieszczone są w miękkiszu palisadowym. Ich budowa jest taka sama jak zbiorników występujących w łodygach i nerwach liści. Ze względu na sposób powstawania można je zaliczyć do schizolizygenicznych. Komórki epidermy nad zbiornikami są bardziej spłaszczone i mniejsze niż pozostałe, co sprawia, że w powierzchni liścia powstają niewielkie zagłębienia. Zewnętrzne ściany komórkowe epidermy w tej strefie są znacznie cieńsze niż pozostałych komórek skórki, co niewątpliwie pozostaje w związku z procesem odparowywania olejków eterycznych.

Na rycinach 8-14 przedstawione zostały zbiorniki wydzielnicze na przekrojach nerwu głównego i liści oraz na powierzchni liści dyptamu.

W obrębie kwiatostanu łodyga pokryta jest licznymi gruczołami wydzielniczymi. W niżej położonych częściach rośliny jej powierzchnia pozbawiona jest zewnętrznych gruczołów wydzielniczych. Łodyga ma kształt obły lub zbliżony do trójkątnego. W obłej części łodygi wyraźnie zaznaczają się dwa żeberka.

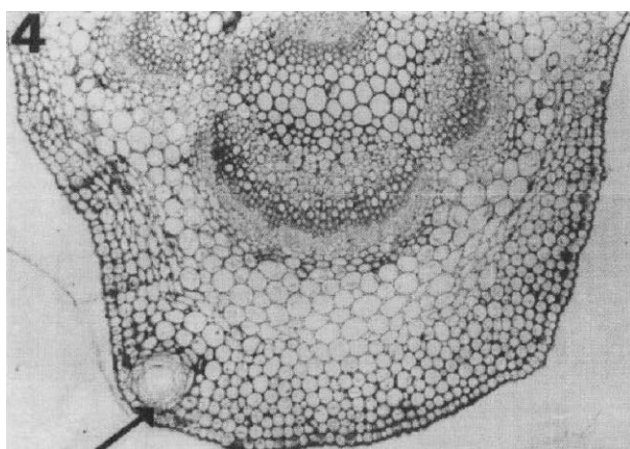
Łodyga w górnej części kwiatostanu na przekroju poprzecznym wykazuje budowę pierwotną z wyspowym rozmieszczeniem wiązek przewodzących, oddzielonych promieniami rdzeniowymi. W pozostałych częściach łodygi obserwuje się budowę wtórną. Komórki epidermy na przekroju poprzecznym są czworokątne



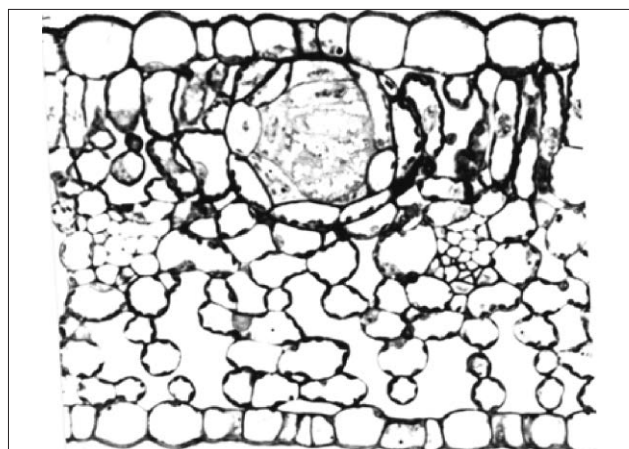
Ryc. 8. Przekrój poprzeczny nerwu głównego liścia dyptamu. W dolnej części widoczny zbiornik wydzielniczy (strzałka) (pow. 45x).



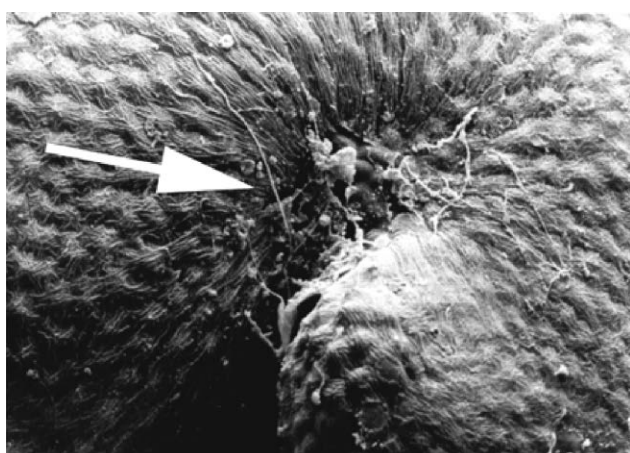
Ryc. 11. Fragment dolnej powierzchni liścia dyptamu z widocznymi aparatami szparkowymi (pow. 340x).



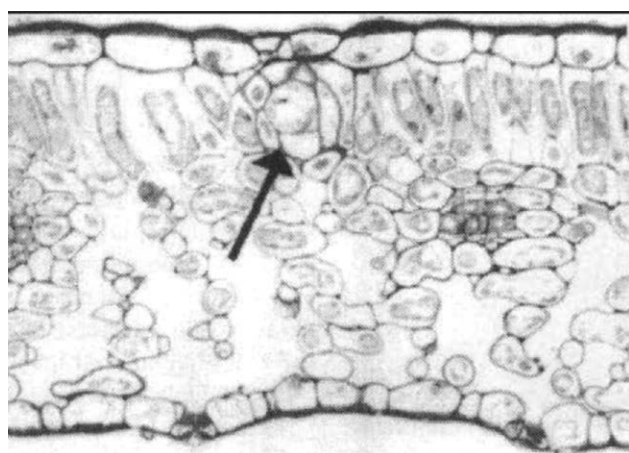
Ryc. 9. Fragment przekroju poprzecznego nerwu głównego liścia dyptamu ze zbiornikiem wydzielniczym (strzałka) (pow. 110x).



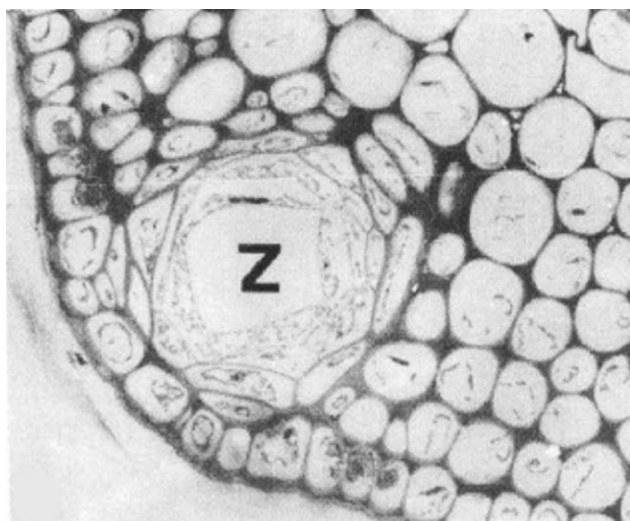
Ryc. 12. Przekrój poprzeczny liścia dyptamu z widocznym zbiornikiem wydzielniczym (pow. 220x).



Ryc. 10. Fragment brzeżnej części blaszki liściowej dyptamu z widocznym zagłębieniem nad zbiornikiem wydzielniczym (strzałka) (pow. 170x) (14).



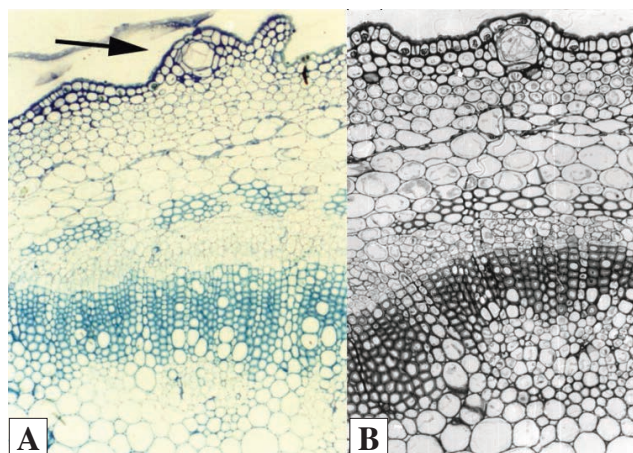
Ryc. 13. Przekrój poprzeczny blaszki liściowej dyptamu. Widoczny zbiornik wydzielniczy między komórkami mięsisku palisadowego (strzałka) (pow. 220x) (15).



Ryc. 14. Zbiornik wydzielniczy (z) na przekroju poprzecznym nerwu głównego liścia dyptamu (pow. 420x) (15).

lub owalne. Zewnętrzna część ściany komórkowej jest lekko uwypuklona na zewnątrz i zgrubiała, pokryta warstwą kutykuli o grubości zbliżonej do zgrubień ściany. Aparaty szparkowe są wyniesione powyżej poziomu epidermy przez duże komórki przysparkowe. Kolenchyma występująca pod epidermą tworzy od 1 do 4 warstw. Nie stanowi ona warstwy ciągłej, jest przedzielona miękiszem.

Niewielkie zbiorniki wydzielnicze o średnicy 60-80 µm położone są w uwypuklonych częściach łodyg, bezpośrednio pod epidermą (ryc. 15). Komórki epidermy położone nad zbiornikami są mniejsze i bardziej spłaszczone niż inne komórki tej tkanki. W centralnej części zbiorników często obserwowano słabo zarysowujące się kontury komórek sekrecyjnych, które prawdopodobnie stopniowo ulegają lizie

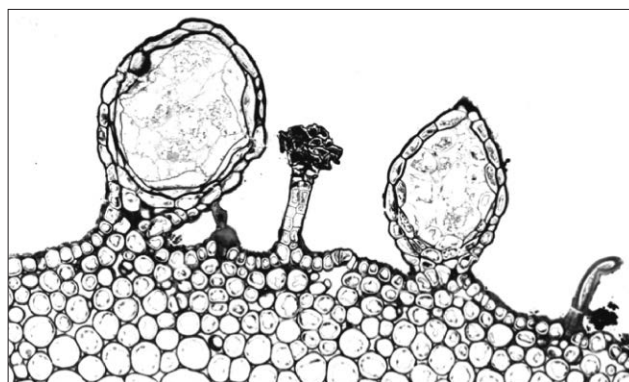


Ryc. 15. Fragmenty przekrojów poprzecznych łodygi dyptamu z widocznymi zbiornikami wydzielniczymi (strzałka) (A – pow. 110x; B – pow. 200x) (5).

wytwarzając pustą część środkową, w której gromadzi się wydzielina. Miękisz zieleniowy łodygi składa się z 3-5 warstw komórek niewielkich rozmiarów, które sąsiadują z miękiszem bezzieleniowym o komórkach kilkakrotnie większych. Endoderma stanowi pojedynczą warstwę komórek z licznymi amyloplastami, zawierającymi ziarna skrobi. Na rycinie 16 przedstawiono gruczoły wydzielnicze zlokalizowane na szypułce kwiatowej.

Łyko wtórne w zewnętrznej części wytwarza pasma włókien sklerenchymatycznych. Drewno wtórne formuje przyrost jednolity z promieniami rdzeniowymi 1-3-rzędowymi. W skład ksylemu wchodzi naczynia, cewki, miękisz i włókna drzewne. Centralną część łodygi wypełnia rozległy rdzeń miękiszowy.

Część podziemną *D. albus* stanowi dość rozbudowany system korzeniowy. Z hypokotyli wyrastają dość licznie korzenie przybyszowe o średniej długości 50 cm i średnicy 4 cm. (ryc. 17). Na grubszych korzeniach zaobserwowano liczne drobne korzonki boczne, które tworzyły gęste sploty. Powierzchnia korzeni jest matowa o barwie jasnożółtej. Na przekrojach poprzecznych wyróżnić możemy: skórkę, szeroki pas kory pierwotnej oraz walec osiowy. Komórki skórki są kształtu nieregularnego o różnej wielkości. Kora pierwotna



Ryc. 16. Gruczoły wydzielnicze na przekroju poprzecznym szypułki kwiatowej (pow. 220x).



Ryc. 17. System korzeniowy dyptamu jesionolistnego cv. *Albiflores*; wygląd makroskopowy.

zbudowana jest z komórek owalnych. Ułożone są one regularnie, najmniejsze z nich znajdują się w zewnętrznych warstwach kory pierwotnej. Naczynia pierwotne ułożone są promieniście w podwójne szeregi oddzielone od siebie pojedynczą, podwójną, bądź potrójną warstwą komórek miękiszowych. W walcu osiowym wyróżnić możemy dość duże promienie rdzeniowe. Na przekrojach poprzecznych o budowie wtórnej wyróżnić można: perydermę, pas kory pierwotnej, łyko oraz drewno. W komórkach miękiszu kory pierwotnej występują dość licznie ziarna skrobi i komórki gruzłów szczawianu wapnia (ryc. 18, 19).

Analiza olejku eterycznego

Zawartość procentową olejku eterycznego (OE) w kwiatach (Kw), ziele (Z) i korzeniach (Ko) dwu odmian dyptamu jesionolistnego: białe kwiatowej (B) i różowo kwiatowej (R) przedstawiono w tabeli 3.

Jak wynika z tabeli 3 najwyższą zawartość procentową olejku eterycznego stwierdzono w kwiatach; średnia zawartość w KwB wynosiła 0,76%, zaś w KwR 0,60%. W ziele i korzeniach obu odmian średnia procentowa zawartość olejku była na zbliżonym poziomie: ZB 0,22%, KoB 0,10%, ZR 0,20% i KoR 0,12%. Z porównania zawartości olejku po-

między odmianami stwierdzić można, że odmiana białokwiatowa zawiera go nieco więcej niż odmiana różowo kwiatowa.

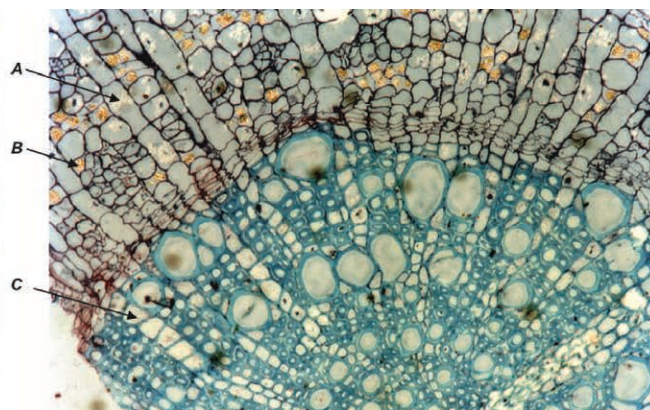
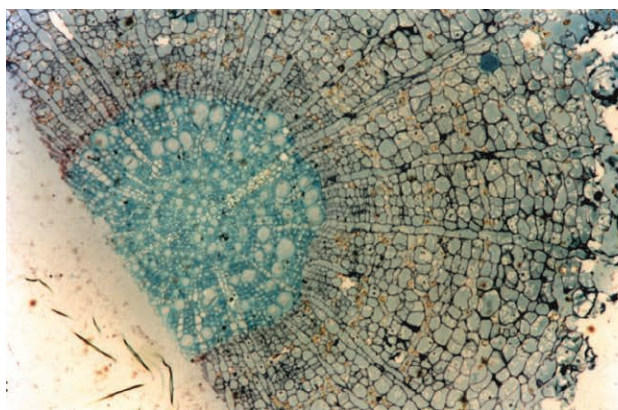
W tabeli 4 przedstawiono zawartość procentową olejku eterycznego w owocostanach (torebkach nasiennych) oznaczoną trzema metodami.

Przedstawione badania wskazują, że hydroliza kwaśna uwolniła część składników olejku eterycznego związanych glikozydowo. Zawartość procentowa olejku w owocostanach obu badanych odmian była najwyższa po destylacji surowca metodą III.

Tabela 4. Zawartość procentowa olejków eterycznych w owocostanach oznaczona trzema metodami (35).

Metoda destylacji	Badana odmiana	
	cv. <i>Albiflores</i>	cv. <i>Rosa Purple</i>
I	0,12	0,08
II	0,12	0,09
III	0,16	0,12

Metody destylacji bezpośredniej z parą wodną:
I – bezpośrednia, II – z m-ksylenem, III – z m-ksylenem i 20% kwasem siarkowym



Ryc. 18, 19. Przekroje poprzeczne przez korzenie dyptamu jesionolistnego, A – ziarna skrobi, B – gruzły szczawianu wapnia, C – promienie rdzeniowe (ryc. 18 – pow. 110x; ryc. 19 – pow. 200x) (26, 27).

Tabela 3. Procentowa zawartość olejku eterycznego w badanych surowcach w przeliczeniu na suchą masę (34).

Data zbioru	Zawartość olejku eterycznego (%)					
	KwB	ZB	KoB	KwR	ZR	KoR
5.06.1999	0,73	0,19	0,09	0,60	0,18	0,10
10.06.2000	0,75	0,23	0,10	0,58	0,20	0,11
1.06.2001	0,80	0,24	0,12	0,63	0,22	0,14
Średnia	0,76 ± 0,04	0,22 ± 0,03	0,1 ± 0,02	0,6 ± 0,03	0,2 ± 0,02	0,17 ± 0,02

Skład jakościowy i ilościowy olejku eterycznego

Olejek eteryczny (OE) oznaczano w kwiatach oraz torebkach nasiennych. Do oznaczeń OE stosowano trzy metody omówione wcześniej. Do oznaczeń OE w kwiatach stosowano metodę I, zaś w torebkach nasiennych wszystkie trzy metody (I-III). Skład jakościowy i ilościowy OE występującego w kwiatach oznaczano metodą GC/MS oraz SPME/GC/MS, zaś w torebkach nasiennych oznaczano metodą GC/MS.

Na rycinie 20 i w tabeli 5 przedstawiono wyniki analizy GC/MS olejków eterycznych występujących w kwiatostanach dwu odmian *D. albus* i otrzymanych metodą Derynga (metoda I).

W tabeli 6 przedstawiono porównanie składu jakościowego i ilościowego olejku eterycznego otrzymanego trzema metodami (I, II i III) z torebek nasiennych (owocostanów).

Jak wynika z tabeli 5 głównymi składnikami olejku eterycznego w kwiatach dwu odmian *D. albus* są: limo-

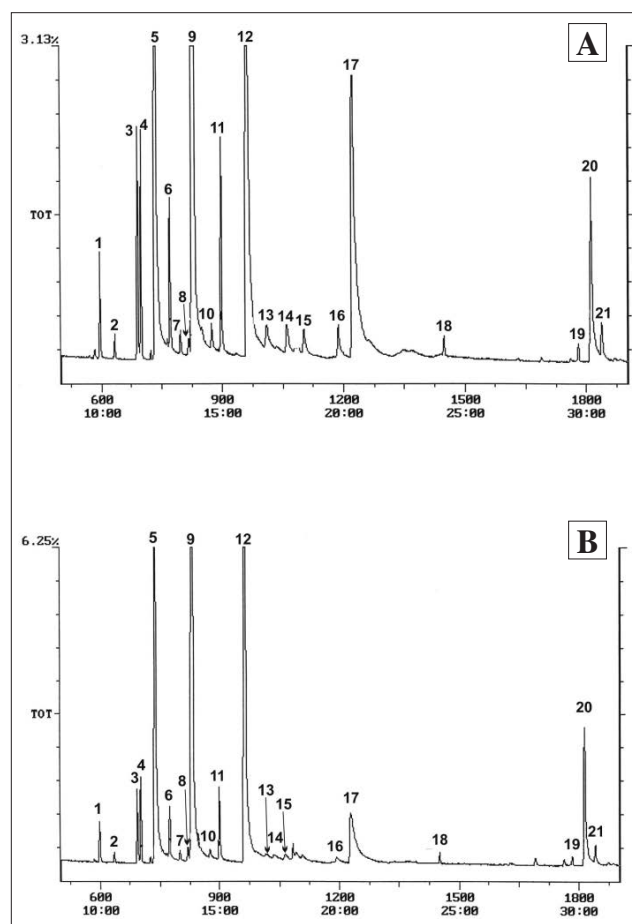
nen, terpinolen oraz myrcen. Analizując skład olejku eterycznego KwB i KwR zidentyfikowano ogółem 21 związków chemicznych. W odmianie białokwiatowej w porównaniu do odmiany różowej stwierdzono nieco większą zawartość terpinolenu (odpowiednio 23,54 wobec 22,21%) i myrcenu (17,06% wobec 16,00%), natomiast zawartość limonenu w KwB wynosiła 50,13%, zaś w KwR 54,31%. Wśród składników występujących powyżej 0,5% zidentyfikowano w obu odmianach: α -terpineol (KwB – 3,15%; KwR – 1,69%), germakren D (odpowiednio 1,28 i 2,04%), γ -terpinolen (odpowiednio 0,72 i 0,69%), β -pinen (odpowiednio 0,70 i 0,65%), sabinen (odpowiednio 0,70 i 0,59%). Ponadto odmiana KwB zawierała α -terpinen w ilości 0,78%, podczas gdy KwR zawierała 0,085% tego związku (35).

Na podstawie wyników analizy GC/MS olejków eterycznych otrzymanych trzema metodami z owocostanów obu odmian *D. albus*, podanych w tabeli 6, ogółem zidentyfikowano 25 składników. Liczba zidentyfikowanych składników dla OB w metodach I i II wynosiła po 13, zaś w metodzie III – 24; dla OR liczby te przedstawiają się odpowiednio I – 12, II – 13 i III – 21 związków. We wszystkich metodach destylacji z parą wodną (I, II i III) głównymi składnikami OE w torebkach nasiennych obu odmian były: limonen (dla OB I – 47,7%; II – 46,9%; III – 33,8%, dla OR I – 48,0%; II – 47,9%; III – 35,5%), terpinolen (dla OB I – 25,1%; II – 27,9%; III – 22,5%, dla OR I – 27,0%; II – 27,5%; III – 20,3%) i myrcen (dla OB I – 19,7%; II – 21%; III – 18,5%, dla OR I – 20,3%; II – 18,1%; III – 17%).

Jak wynika z przedstawionych danych liczbowych głównymi składnikami OE w torebkach nasiennych obu odmian są monocykliczne terpeny (limonen i terpinolen), których procentowy udział mieścił się w granicach 54-76% oraz acykliczny monoterpen (myrcen) stanowiący 17-21% ogólnej sumy olejków.

Kolejnym przedstawicielem zidentyfikowanych monoterpenów był alkohol α -terpineol, którego zawartość, w zależności od metody oznaczania OE, mieściła się w granicach 0,2-8,9%. Oprócz monoterpenów, w składzie OE badanych surowców, występowały związki z grupy germakrenów (B i D), których zawartość wynosiła (w zależności od odmiany i stosowanej metody oznaczania) od ilości śladowych do 3,5%.

W metodzie III po hydrolizie kwaśnej zidentyfikowano związki, które wcześniej mogły występować w postaci związanej glikozydowo. Wśród związków, których obecności nie stwierdzono (lub ich obecność była śladowa) w poprzednich metodach, w największych ilościach oznaczono: 1,4-cyneol + α -terpinen (4,5% – OB, 5,4% – OR), 1,8-cyneol (1,4 i 1,6),



Ryc. 20. Chromatogram analizy GC olejków eterycznych występujących w kwiatostanach obu odmian *D. albus*. A – cv. *Albiflores*, B – cv. *Rosa Purple*.

Tabela. 5. Zawartość procentowa głównych składników OE w KwB i KwR (34).

Lp.	Nazwa związku	Index retencji	KwB	Index retencji	KwR
1.	α -Pinen	596	0,315	599	0,296
2.	Kamfen	634	0,081	636	0,072
3.	Sabinen	691	0,704	693	0,589
4.	β -Pinen	699	0,704	702	0,653
5.	Myrcen	736	17,058	737	16,001
6.	α -Felandren	771	0,478	773	0,487
7.	α -Terpinen	797	0,78	799	0,085
8.	p-Cymen	817	0,052	820	0,125
9.	Limonen	830	50,127	831	54,313
10.	(E)-Ocymen	873	0,110	876	0,087
11.	γ -Terpinen	897	0,720	900	0,689
12.	Terpinolen	962	23,536	963	22,207
13.	Linalool	1010	0,164	1018	0,042
14.	(E)-Wodzian pinenu	1059	0,218	1065	0,117
15.	(Z)-Wodzian pinenu	1102	0,158	1108	0,042
16.	4-Terpineol	1187	0,173	1194	0,059
17.	α -Terpineol	1222	3,147	1229	1,685
18.	β -Kariofilen	1689	0,022	1692	0,087
19.	α -Humulen	1761	0,009	1763	0,063
20.	Germakren D	1811	1,281	1813	2,044
21.	Germakren B	1838	0,163	1841	0,257

p-cymenen (po 1,2%), p-cymen (odpowiednio 0,8 i 1,1) (występował w ilości śladowej w OR, metoda II), cis- β -terpineol (0,8 i 1,1), 1-terpineol (0,8 i 1,0), 2-metylo-6-metyleno-7-octen-2-ol (0,7 i 0,8), 4-terpineol (0,6 i 0,7), trans-ocymen (0,4 i 0,5) (występował w ilości śladowej w OB metoda II), 2-etenilo-tetrahydro-2,6,6-trimetylo-2H-piran (0,4 i 0,3), trans- β -terpineol (0,3 i 0,2), linalol (0,1 – wartość śladowa) (występował w ilości śladowej w OB metoda I); ponadto przy czasie retencji 486 (index 1199.1) występował związek, którego nie udało się zidentyfikować na podstawie dostępnych wzorców. Z istotnych różnic pomiędzy metodami wymienić należy spadek zawartości limonenu (33,8% – OB. i 35,5% – OR), terpinolenu (odpowiednio 22,5 i 20,3), germakrenu D (0,7 i wartość śladowa), β -pinenu (0,2 i brak) w metodzie III, co prawdopodobnie związane było z ich rozpadem, bądź biotransformacją w środowisku kwaśnym. W metodzie III stwierdzono nato-

miast wzrost zawartości: α -terpinolenu (7,2% – OB i 8,9% – OR), γ -terpinolenu (odpowiednio 1,8 i 1,6), α -felandrenu (0,8 i 0,6), przy czym nie stwierdzono obecności sabinenu.

W związku z wprowadzeniem metody sorpcji lotnych składników olejku eterycznego na włóknie adsorpcyjnym w metodzie SPME, postanowiono porównać tę metodę z metodą klasyczną (farmakopealną). W tabeli 7 przedstawiono wyniki analizy GC/MS olejków eterycznych z kwiatów dwu odmian *D. albus* oznaczonych metodą destylacji bezpośredniej z parą wodną (met. Derynga) oraz sorpcji na włóknie (metoda SPME). Identyfikację składników olejków eterycznych potwierdzano na podstawie indeksów retencji oraz widm MS.

Jak wynika z tabeli 7 metoda SPME potwierdziła poprzednie badania dotyczące analizy składu jakościowego OE dyptamu jesionolistnego. Zawartość głównych składników OE była zbliżona. W obu

Tabela. 6. Procentowy udział poszczególnych związków chemicznych OE z torebek nasiennych OB i OR oznaczonych trzema metodami (I, II i III) (35).

L.p.	Nazwa związku	Index retencji	KwB			KwR		
			I	II	III	I	II	III
1.	α -Pinen	929.2	0,2	0,1	0,4	0,1	0,2	–
2.	2-Etenyl tetrahydro-2,6,6-Trimetyl-2H-pyran	969.3	–	–	0,4	–	–	0,3
3.	Sabinen	970.4	0,5	0,4	–	0,2	0,5	–
4.	β -Pinen	972.3	0,6	0,5	0,2	0,4	0,6	–
5.	Myrcen	989.1	19,7	21,0	18,5	20,3	18,1	17,0
6.	α -Felandren	1001.7	0,3	0,2	0,8	0,1	0,4	0,6
7.	1,4-Cyneol + α -terpinen	1013.7	–	–	4,5	–	–	5,4
8.	p-Cymen	1023.1	–	–	0,8	–	ślad	1,1
9.	Limonen	1026.5	50,8	47,4	33,8	48,0	47,9	35,5
10.	1,8-Cyneol	1029.3	–	–	1,4	–	–	1,6
11.	trans-Ocymen	1045.5	–	ślad	0,4	–	–	0,5
12.	γ -Terpinolen	1057.5	0,8	0,4	1,8	0,4	1,0	1,6
13.	Terpinolen	1086.5	25,1	27,9	22,5	27,0	27,5	20,3
14.	p-Cymenen	1089.5	–	–	1,2	–	–	1,2
15.	Linalol	1102.4	–	–	0,1	–	–	ślad
16.	2-Metylo-6-metyleno-7-octen-2-ol	1123.3	–	–	0,7	–	–	0,8
17.	1-Terpineol	1135.9	–	–	0,8	–	–	1,0
18.	cis- α -Terpineol	1146.6	–	–	0,8	–	–	1,1
19.	trans- β -Terpineol	1167.6	–	–	0,3	–	–	0,2
20.	4-Terpineol	1179.6	–	–	0,6	–	–	0,7
21.	α -Terpineol	1192.5	1,9	0,5	7,2	0,2	2,3	8,9
22.	1204 (486)	1199.1	–	–	1,9	–	–	2,2
23.	Germakren D	1483.8	3,1	1,5	0,7	2,9	1,4	ślad
24.	Germakren B	1499.7	0,4	0,1	ślad	0,3	0,1	–
25.	γ -Kadynen	1528.3	ślad	ślad	0,2	0,1	ślad	ślad

metodach dla KwB i KwR największą zawartość stwierdzono dla limonenu (38,1 i 48,5%), terpinolenu (29,4 i 33,4%) oraz myrcenu 15,7 i 18,7%). Na podstawie analizy SPME/GC/MS stwierdzono większe stężenie związków z grupy germakrenów w atmosferze otaczającej badany surowiec (metoda Derynga 1,4 i 0,6%; metoda SPME/GC/MS 5,9 i 3,9%). W oznaczeniach metodą Derynga (tab. 7) stwierdzono nieco większą zawartość w odmianie *Albiflores*: myrcenu (KwB 18,2% i KwR 15,7%);

α -terpineolu (KwB 2,9 i KwR 0,3%) oraz germakrenu D (KwB 1,4 i KwR 0,6%), zaś w mniejszych ilościach występowały: α -felandren (KwB 0,8 i KwR 1,4%); limonen (KwB 41,2 i KwR 48,5%) oraz γ -terpinolen (KwB 0,7 i KwR 1,5%).

Dyskusja i wnioski

Dyptam jesionolistny (*Dictamnus albus* L.) w Polsce i wielu krajach świata jest rośliną ginącą i rzadko występującą w stanie naturalnym, natomiast bywa

Tabela. 7. Wyniki analizy GC/MS olejków eterycznych występujących w kwiatostanach dwu odmian *D. albus*, oznaczanych metodą Derynga oraz metodą SPME.

L.p.	Nazwa związku	Index retencji	Met. Derynga		Met. SPME	
			KwB	KwR	KwB	KwR
1.	α -Pinen	582	0,3	0,2	0,2	0,3
2.	Sabinen	643	0,7	0,6	0,6	0,6
3.	β -Pinen	647	0,6	0,8	0,9	0,8
4.	Myrcen	669	18,2	15,7	18,7	16,5
5.	α -Felandren	688	0,8	1,4	0,7	0,8
6.	Limonen	723	41,2	48,5	38,1	46,5
7.	γ -Terpinen	764	0,7	1,5	0,7	0,5
8.	Terpinolen	802	33,2	33,4	30,4	29,4
9.	α -Terpineol	942	2,9	0,3	0,8	0,7
10.	Germakren D	1251	1,4	0,6	5,9	3,9
11.	Germakren B	1266	0,1	–	0,7	0,4

uprawiany jako roślina ozdobna o dużych walorach dekoracyjnych. Wyjątkowa oryginalność dyptamu polega na tym, że cały jest gęsto pokryty widocznymi gołym okiem gruczołami, wydzielającymi bardzo obficie olejki eteryczne, które sprawiają, że wokół roślin przez cały okres wegetacji unosi się charakterystyczny aromat. Szczególne nasilenie wydzielania olejków obserwuje się pod koniec kwitnienia i przed dojrzewaniem owoców (25).

Walory dekoracyjne i fitoncydowe sprawiają, że w Polsce, jak i na świecie prowadzone są badania nad reintrodukcją oraz mikropropagacją dyptamu jesionolistnego (26-28). W Polsce roślina ta objęta jest rozporządzeniem Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa w sprawie ochrony gatunkowej roślin (7).

Dyptam jesionolistny jest silnie aromatyczną rośliną o cytrynowym zapachu. Ze względu na znaczną ilość wydzielanego nektaru ceniony jest jako dobry pożytek pszczele, dostarczający również pyłku wytwarzanego przez kwiaty (29). Kwiaty dyptamu jesionolistnego obu odmian rozkwitają w ciągu całej doby, a w dynamice rozkwitania można wyróżnić dwa maksima: przed południem i po południu (różne dla każdej z odmian). W godzinach popołudniowych następuje spadek liczby otwierających się kwiatów, których długość życia w obu badanych odmianach wynosi od 5 do 6 dni. Rośliny cv. *Albiflores* wytwarzają więcej kwiatów i wykazują większą wydajność pyłkową o około 23% w porównaniu do cv. *Rosa Purple* (8, 9, 23). Według Marczewskiej (29) wydajność

miodowa z 1000 kwiatów wynosi 15,3 g, zaś zawartość cukrów w nektarze 65%. Dane te różnią się od wyników otrzymanych przez Weryszko-Chmielewską i wsp. (8, 9, 23).

Cechy morfologiczne gruczołów wydzielniczych, porównywalnych w obu badanych odmianach *D. albus* są podobne do opisywanych wcześniej w pracach (24, 30).

W przeprowadzonych badaniach nie zauważono opisywanych przez Hegi (31) zewnętrznych gruczołów wydzielniczych na liściach środkowej i dolnej strefy łodygi. Według obserwacji liczba szparek na dolnej stronie liści (125) jest zbliżona do danych Gertiga (24), który podawał, że na 1 mm² było od 130 do 135 aparatów szparkowych. Natomiast nie stwierdzono występowania tych aparatów w górnej skórcie liści, ani tzw. wydalaczy z wytworzoną szparą w epidermie nad zbiornikami. Wydalacze te w literaturze uznano za charakterystyczne dla rodziny *Rutaceae* (24).

Jak wynika z badań anatomiczno-morfologicznych zaobserwowano, że zbiorniki wydzielnicze, występujące w wegetatywnych częściach pędów dyptamu, położone są w ich peryferycznych tkankach i osiagają stosunkowo niewielkie rozmiary, gdyż nie wykraczają poza warstwę kolenchymy w łodygach i nerwach liści oraz poza jednowarstwową miękisz palisadową blaszki liściowej. W preparatach półciennych z przekroju liści (ok. 0,7 μ m grubości) zbiorniki wydzielnicze obserwowano tylko w niektórych skrawkach, co wskazuje na niezbyt dużą ich liczbę w tkankach tych

organów. Potwierdzają to spostrzeżenia dotyczące górnej powierzchni blaszki liściowej, gdzie stwierdzono również niewielką ich liczbę na powierzchni 1 mm² (14, 32, 33).

Komórki epidermy występujące nad tkankami sekrecyjnymi łądy i liści były bardziej spłaszczone i odznaczały się cieńszymi ścianami komórkowymi, niż dalej leżące komórki tej tkanki. Położenie zbiorników wydzielniczych na brzegach blaszek liściowych i przy ich doosiowej powierzchni wydaje się również sprzyjać efektywniejszemu wydzielaniu olejków eterycznych, zwłaszcza w warunkach intensywnej insulacji (5, 14, 15).

Obok wykazanych różnic ilościowych, dotyczących wytwarzanego olejku eterycznego przez różne części dyptamu w pracach innych autorów (30), przedstawiono wyraźne różnice w składzie jakościowym olejków produkowanych przez kwiaty, łądy i liście wymienionego taksonu.

Podsumowanie

Uprawiane rośliny dyptamu jesionolistnego dobrze rosły i rozwijały się na poletkach doświadczalnych osiągając wysokość 93 cm dla cv. *Albiflores* i 110 cm w przypadku cv. *Rosa Purple*. Kwitnienie obu odmian rozpoczynało się zwykle w trzeciej dekadzie maja i trwało do połowy czerwca. Długość życia kwiatu w zależności od warunków pogodowych trwała ok. 5-7 dni. Kwiaty cv. *Albiflores* odznaczały się większą obfitością kwitnienia, większą wydajnością pyłkową oraz większą masą wydzielonego nektaru i wydajnością miodową w porównaniu z cv. *Rosa Purple*. Badania morfologiczne i anatomiczne nad strukturą tkanek wydzielniczych obu badanych odmian dyptamu wykazały, że gruczoły i włoski wydzielnicze występują na kwiatach, łądach i nitkach pręcikowych, i są różnorodne pod względem wielkości, kształtu oraz struktury.

Analiza zawartości i składu olejku eterycznego w badanych surowcach wykazała, że kwiaty: cv. *Albiflores* zawierają 0,76% olejku, zaś cv. *Rosa Purple* 0,60%; ziele odpowiednio 0,22 i 0,20%; natomiast korzenie 0,10 i 0,17% olejku. Oznaczono również zawartość i skład olejku w torebkach nasiennych trzema metodami. Na podstawie tych oznaczeń stwierdzono, że w wyniku hydrolizy kwaśnej uwalniane są glikozydowo związane lotne składniki olejku. Analiza jakościowa i ilościowa metodą GC/MS olejków otrzymanych przez destylację z parą wodną z ziela, kwiatów i korzeni oraz metodą SPME w kwiatach wykazała, że do głównych składników olejków eterycznych obu odmian zaliczyć można: limonen, myrcen, terpinolen, α -terpineol i germakren D.

Piśmiennictwo

1. Baj T. Badania fitochemiczne dwu odmian dyptamu jesionolistnego (*Dictamnus albus* L. cv. *Albiflores* i cv. *Rosa Purple*). Rozprawa doktorska. AM, Lublin 2002; 246.
2. Wolski T, Baj T. Systematyka gatunku *Dictamnus* oraz skład fitochemiczny dwu odmian dyptamu jesionolistnego (*Dictamnus albus* L. cv. *Albiflores* i cv. *Rosa Purple*). Cz. I. Post Fitoter 2014; 3:166-79.
3. Wolski T, Baj T. Systematyka gatunku *Dictamnus* oraz skład fitochemiczny dwu odmian dyptamu jesionolistnego (*Dictamnus albus* L. cv. *Albiflores* i cv. *Rosa Purple*). Cz. II. Post Fitoter 2014; 4:216-26.
4. Encyklopedia Britanica 2003, www.britanica.com.
5. Wolski T, Weryszko-Chmielewska E, Baj T. Zawartość i skład olejków eterycznych dwu odmian dyptamu jesionolistnego (*Dictamnus albus* L.) cv. *Albiflores* i cv. *Rosa Purple* oraz budowa tkanki wydzielniczej. Annales UMCS sec. EEE 1998; 6:151-64.
6. Kostyniuk M, Marczyk E. Nasze rośliny chronione. Wrocław Tow Nauk, Wrocław 1961; 82-4:159-60.
7. Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie ochrony gatunkowej roślin. Dz U 2014; 1409.
8. Weryszko-Chmielewska E, Hetman J, Sulborska A i wsp. Ekologia kwiatów i pożytek pyłkowy dwóch gatunków dyptamu jesionolistnego (*Dictamnus albus* L.), Bibl Fragm Agron 1999; 6:145-51.
9. Weryszko-Chmielewska E, Hetman J, Sulborska A i wsp. Ekologia kwiatów i pożytek pyłkowy dwóch gatunków dyptamu jesionolistnego (*Dictamnus albus* L.). Materiały II Ogólnopolsk Konf Nauk nt. Biologia kwitnienia, nektarowania i zapylania roślin. Lublin 1999; 18.
10. Warakomska Z. Badania nad wydajnością pyłkową roślin. Pszczeln Zesz Nauk 1972;16:63:90.
11. Szklanowska K, Pluta S. Wydajność pyłkowa sadu wiśniowego odmian Kerezer, Nefris i Łutówka. Pszczeln Zesz Nauk 1984; 28:163-74.
12. Demianowicz Z, Hłyń M, Jabłońska B i wsp. Wydajność miodowa ważniejszych roślin miododajnych w warunkach Polski (I). Pszczeln Zesz Nauk 1960; 4(2): 87-104.
13. Weryszko-Chmielewska E, Wolski T, Baj T i wsp. Struktura tkanek wydzielniczych w kwiatach odmian dyptamu jesionolistnego (*Dictamnus albus* L. cv. *Rosa Purple* oraz skład olejku eterycznego. Mat I Ogólnopolsk Konf Nauk Biologia kwitnienia, nektarowania i zapylania roślin. Lublin 1997; 28-46.
14. Weryszko-Chmielewska E, Baj T, Wolski T. Struktura tkanek wydzielniczych oraz zawartość niektórych substancji biologicznie czynnych w ziele i kwiatach dyptamu jesionolistnego. Herba Pol 1998; 44(4):45-55.
15. Wolski T, Baj T, Weryszko-Chmielewska E. Analiza fitochemiczna ekstraktów z korzeni i ziela oraz budowa tkanki wydzielniczej łądy i liści dyptamu jesionolistnego (*Dictamnus albus* L. cv. *Albiflores*), Annales UMCS, sec. EEE 1998; 6:165-84.
16. Wolski T, Baj T, Weryszko-Chmielewska E i wsp. Possibility of photodermatoses arising connected with dittany (*Dictamnus albus* L.) cultivation. Mat Konf Nauk pt. Ekologiczne aspekty w produkcji leczniczych roślin. Nitra (Słowacja) 1998; 56-60.
17. Broda B. Metody histochemii roślinnej. PZWL, Warszawa 1971; 245.
18. Farm Polska IV, t II. PZWL, Warszawa 1970.
19. Farm Polska V, t I. PZWL, Warszawa 1990.
20. Farm Polska V, t V. PTFarm, Warszawa 1999.
21. PN-91/R-87019, 1991. Surowce zielarskie. PKNMiJ.
22. Joulian D, König WA. The atlas of spectral data of sesquiterpene hydrocarbons. E.B. Verlag, Hamburg 1998; 658.
23. Weryszko-Chmielewska E, Masierowska M, Sulborska A i wsp. Nektarowanie dwóch odmian dyptamu jesionolistnego (*Dictamnus albus* L.). Mat 37 Nauk Konf Pszczel, Puławy 2000; 343.
24. Gertig H. Morfologia i anatomia dyptamu jesionolistnego. Dissert Pharm 1956; 8:203-30.
25. Hetman J, Wolski T. Dyptam roślina nie tylko ozdobna. Kwiaty 1999; 3(103):13-4.
26. Łukasiewicz A. Ekologia, uprawa oraz reintrodukcja *Dictamnus albus* L. Prace Ogrodu Bot. PAN 1991; 1:75-85.
27. Jones RO, Geneve RL, Kester ST. Micropropagation of gas plant (*Dictamnus albus* L.). J Environ Hort 1994; 12(4):216-218.
28. Geneve RL, Jones RO, Kester ST. Micropropagation of gas plant (*Dictamnus albus* L.). Springer-Verlag, New York 1997; 360-369.

29. Marczeńska E. Dyptam jesionolistny – chroniona roślina nektarodajna. Pszczelnictwo 1976; 4:12-3. 30. Kubeczka KH, Koch V, Ney EM. Das Geheimnis des brennenden Busches. Deuts Aph Ztg 1990; 130(40):2181-5. 31. Hegi G. Illustrierte Flora von Mitteleuropa. J.I. Lehmanns Verlag, Monachium. 1937; 74-77. 32. Weryszko-Chmielewska E, Baj T, Wolski T. Structure of secretory tissues and content of some biologically active compounds in flowers and herb of dittany (*Dictamnus albus* L.). Mat Konf Nauk Lublin 1998; 52. 33. Weryszko-Chmielewska E. Budowa gruczołów wydzielniczych występujących na powierzchni słupków i owoców dyptamu jesionolistnego (*Dictamnus albus* L.) Annales UMCS, sec. EEE 2001; 9:339-45. 34. Baj T, Wolski T. Budowa struktur wydzielniczych i skład olejku eterycznego występującego w dyptamie jesionolistnym (*Dictamnus albus* L.). Aromater 2003; 3-4(9):30-6. 35. Baj T, Wolski T. Ocena zawartości i składu olejków eterycznych występujących w owocostanach dwóch odmian dyptamu jesionolistnego (*Dictamnus albus* L. cv. *Albiflores* i cv. *Rosa Purple*). Annales UMCS, sec. EEE 2001; 9:143-50.

otrzymano/received: 10.01.2015

zaakceptowano/accepted: 14.02.2015

Adres/address:

*prof. dr hab. Tadeusz Wolski
Katedra i Zakład Farmakognozji
z Pracownią Roślin Leczniczych
Uniwersytet Medyczny w Lublinie
ul. W. Chodźki 1, 20-093 Lublin
tel. +48 (81) 742-38-09
e-mail: apteka712@wp.pl