Anatomia nektarników kwiatowych dziewięciu gatunków z podrodziny *Pomoideae* (*Rosaceae*)

ELŻBIETA WERYSZKO-CHMIELEWSKA, AGATA KONARSKA

Katedra Botaniki, Akademia Rolnicza Department of Botany, Agricultural Academy
ul. Akademicka 15, 20-934 Lublin

(Otrzymano dn. 14.05.1996)

Weryszko-Chmielewska E., Konarska A. (Department of Botany, Agricultural Academy, ul. Akademicka 15, 20-934 Lublin, Poland). Acta Agrobotanica 49 (1-2): 95-105, 1996. Anatomy of the floral nectaries of 9 species from subf. *Pomoideae* (*Rosaceae*).

A b s t r a c t

The nectaries anatomical features of nine species of *Pomoideae* subfamily *Aronia melanocarpa* Ell., *Cotoneaster horizontalis* Decne., *C. praecox* Vilm.-Andr., *C. lucida* Schlecht., *Crataegus monogyna* Jacq., *C. coccinea* L., *C. crus-galli* L., *Sorbus aucuparia* L., *Sorbus intermedia* Pers. were compared. The flower longitudinal sections by means of vibratome and semithin slides by use of ultramicrotome were made. The thickness of nectary epidermis, glandular layer and the structure of subglandular layer as well as the run of vascular bundles were studied. It was stated that the height of epidermis cells and the thickness of their wall were approximate in the most investigated taxons. Stomata occurred in the nectaries of all species. They were located on a level with the epidermis cells in *Aronia* and *Sorbus* genera, in small hollows in *Cotoneaster* and considerably below the level of epidermis cells in *Crataegus*. The thickness of glandular layer was approximate for each genera. *Sorbus intermedia* and the species of *Crataegus* genus were distinguishable by the thickest nectaries. The concentration of brachysclereids occurred in subglandular tissue of *Crataegus crus-galli* and of *Sorbus* both species. Vascular bundles, stocking the nectary, mostly consisted of phloem and xylem, but in *Aronia*, *Cotoneaster praecox* and *C. lucida* only phloem was noticed. The dependence between thickness of glandular layer, studied anatomical features and the volume of secreted nectar is discussed.

Key words: nectaries, anatomy, subf. *Pomoideae*, *Rosaceae*.

WSTĘP

Nektarniki *Pomoideae* wyróżniają się dość znaczną i zróżnicowaną produkcją nektaru, jednakże ich struktura u wielu przedstawicieli tej podrodziny nie została dotychczas wystarczająco poznana.

W literaturze wykazano, że wielkość nektarników wiąże się z obfitością nektarowania (Gulyasi i Kincsek, 1982; Dafni i wsp., 1988). Frei (1955) stwierdziła, że koncentracja nektaru pozostaje w bezpośredniej zależności od budowy wiązek przewodzących docierających do nektarnika i jest najwyższa w obecności pasm floemu. Davis i Gunnig (1991) wskazali na istnienie korelacji między liczbą aparatów szparkowych epidermy nektarnika i ilością wydzielanej sekrecji.

Kulje w (1959) podał charakterystykę tkanki nektaronośnej dwóch gatunków *Cotoneaster* (*C. integerrima* i *C. dammeri*) oraz nektarników *Sorbus* i *Crataegus*. Budowę nektarnika *Cotoneaster acutifolia* przedstawiła Ifteni (1965).

Wyniki obecnej pracy stanowią kontynuację wcześniej przeprowadzonych badań, które dotyczyły budowy anatomicznej nektarników 6 innych gatunków z podrodziny *Pomoideae* (Weryszko-Chmielewska i Konarska, 1995). W prezentowanej pracy przedstawiono niektóre cechy struktury nektarników kolejnych 9 gatunków z tej podrodziny.

MATERIAŁ I METODY

Przeprowadzono badania anatomiczne nektarników kwiatowych następujących gatunków należących do podrodziny *Pomoideae*: *Aronia melanocarpa* Ell., *Cotoneaster horizontalis* Decne, *C. praecox* Vilm.-Andr., *C. lucida* Schlecht., *Crataegus monogyna* Jacq., *C. coccinea* L., *C. crus-galli* L., *Sorbus aucuparia* L., *Sorbus intermedia* Pers.

Fragmenty kwiatów utrwalono w 70% etanolu oraz w aldehydzie glutarowym. Przy użyciu wibratomu 2000 sporządzono przekroje podłużne dna kwiatowego z nektarnikiem, których grubość wynosiła 30-60 μm . Lignifikację ścian określano po zastosowaniu floroglucyny z kwasem solnym. Pomiary tkanek nektarników przeprowadzono w 5 kwiatach średniej wielkości, biorąc pod uwagę 3 skrawki pochodzące z centralnej części kwiatu.

Materiał roślinny utrwalony w 4% aldehydzie glutarowym w 0.1M buforze fosforanowym o pH 7,2 traktowano 1% czterotlenkiem osmu. Po odwodnieniu w seriach alkoholowych i tlenku propylenu zatopiono go w żywicy SPURR. Skrawki o grubości 0,75 mm uzyskane przy użyciu ultramikrotomu typu Reichert Om-U3 barwiono 1% błękitem metylenowym z 1% azurem II w 1% boraksie. Preparaty zamknięto w Euparalu.

Określono typ nektarników, wykonano pomiary komórek epidermy, ich ściany zewnętrznej oraz subepidermalnej tkanki gruczołowej. Przeprowadzono obserwacje histologiczne warstwy podgruczołowej i wiązek przewodzących.

WYNIKI

Gruczoł nektarnikowy w kwiatach badanych gatunków tworzy mięsistą warstwę w górnej części dna kwiatowego (fot. 1-5). Ze względu na wyraźne uwypuklenie tkanki sekrecyjnej, u większości omawianych taksonów wyróżniono nektarniki typu automorficznego, u dwóch zaś, *Aronia melanocarpa* i *Sorbus aucuparia*, odznaczających się płaskim położeniem tkanki gruczołowej w części peryferycznej, stwierdzono typ tranzytoryczny (tab. 1).

Fot. 1-5. Przekroje podłużne dolnej części kwiatów z nektarnikiem (n)

Longitudinal sections of lower part of flowers with nectary (n)

- 1 – *Aronia melanocarpa* Ell., 2 – *Cotoneaster praecox* Vilm.-Andr., 3 – *Crataegus monogyna* Jacq.,
4 – *C. crus-galli* L., 5 – *Sorbus aucuparia* L., x 18 (vibratome)

Fot. 6-8. Fragmenty dna kwiatowego z tkanką nektarnikową
Fragments of receptacle with nectary tissue

6 – *Cotoneaster lucida* Schlecht., x 180; 7 – *Crataegus monogyna* Jacq., x 70; 8 – *C. crus-galli* L.,
x 180 (vibratome)

g – tkanka gruczołowa (glandular tissue), pg – tkanka podgruczołowa (subglandular tissue)

Fot. 9-11. Fragmenty tkanek nektarnika *Crataegus crus-galli* L.

Fragments of *Crataegus crus-galli* L. nectary tissues

9 – Fragment pochodzący z górnej części nektarnika. (Fragment of upper part of nectary), x 260; 10 – Warstwy powierzchniowe tkanki nektarnikowej, widoczne aparaty szparkowe (S) w znacznych zagłębieniach (Surface layers of nectary tissue, stomata (S) visible in deep hollows), x 520; 11 – Fragment przekroju środkowej części gruczołu, w komórkach niżej położonych warstw widoczne amyloplasty z ziarnami skrobi (Fragments of section of middle part of gland, amyloplasts containing starch grains are visible in cells in lower located layers), x 520 (ultramicrotome)

Fot. 12-18. Fragmenty nektarników *Sorbus*: 12 – *S. intermedia*, 13-18 – *S. aucuparia*
Fragments of *Sorbus* nectaries: 12 – *S. intermedia*, 13-18 – *S. aucuparia*

12 – Nektarnik z pofalowaną powierzchnią z powodu różnej wysokości komórek skórki (Nectary with undulated surface because of different height of epidermis cells), x 110 (vibratome); 13, 14 – Tkanki nektarnika z wyraźnie zaznaczającą się warstwą gruczołową utworzoną z drobnych komórek i warstwą podgruczołową zawierającą brachysklereidy (Nectary tissues with distinctly distinguished glandular layer consisted of tiny cells and subglandular layer containing brachysclereids), 13 – x 175, 14 – x 230; 15 – Aparat szparkowy położony na poziomie pozostałych komórek epidermy (Stoma situated in residual epidermis cells level), x 600 (ultramicrotome); 16, 17 – Brachysklereidy w tkance podgruczołowej (Brachysclereids in subglandular tissue), x 600; 18 – Fragment nektarnika z widocznymi u podstawy wiązkami przewodzącymi (strzałki) (Fragment of nectary with visible fibrovascular bundles at the base, arrows), x 330 (ultramicrotome); g – tkanka gruczołowa (glandular tissue), pg – tkanka podgruczołowa (subglandular tissue)

Tabela 1 – Table 1

Typ nektarnika oraz zestawienie wyników pomiarów tkanek gruczołu u badanych taksonów *Pomoideae*.Type of nectary and effects of measurements of gland tissues at examined taxons of *Pomoideae*.

Lp.	Gatunek Species	Typ nektarnika Type of nectary	Wysokość komórek epidermy Height of epidermic cells (μm)	Grubość zewnętrznej ściany epidermy łącznie z kutykulą Thickness of external wall epidermis with cuticule (μm)		Liczba warstw komórek gruczołowych Number of gland cells layers	Grubość warstwy gruczołowej Thickness of gland layer (μm)	Wielkość komórek gruczołowych Size of gland cells (μm)
				od-do from-to	X			
1.	<i>Aronia melanocarpa</i>	tranzytoryczny transitoric	17,49	2,10-3,50	2,92	16	283,5	18,2
2.	<i>Cotoneaster horizontalis</i>	automorficzny automorphic	16,09	1,75-2,80	2,43	11	199,5	18,5
3.	<i>Cotoneaster praecox</i>	automorficzny automorphic	17,73	2,10-3,50	2,91	13	226,1	17,7
4.	<i>Cotoneaster lucida</i>	automorficzny automorphic	17,52	2,10-3,50	2,71	12	189,0	15,5
5.	<i>Crataegus monogyna</i>	automorficzny automorphic	16,72	2,10-2,80	2,29	15	355,6	24,0
6.	<i>Crataegus coccinea</i>	automorficzny automorphic	17,28	1,75-3,15	2,70	17	399,0	24,0
7.	<i>Crataegus crus-galli</i>	automorficzny automorphic	19,98	1,75-3,50	3,03	15	400,0	26,7
8.	<i>Sorbus aucuparia</i>	tranzytoryczny transitoric	20,65	2,45-3,50	3,19	14	189,0	13,3
9.	<i>Sorbus intermedia</i>	automorficzny automorphic	17,77	2,80-3,50	2,99	14	395,5	28,7

Zauważono, że w obrębie badanych rodzajów z wyjątkiem *Sorbus*, nektarniki mają zbliżoną miąższość warstwy gruczołowej (tab. 1). Najcieńszy pokład tkanki gruczołowej stwierdzono w nektarnikach trzech gatunków *Cotoneaster* (fot. 2, 6) oraz *Sorbus aucuparia* (fot. 5, 12). Nektarniki średniej grubości wyróżniono u *Aronia melanocarpa* (fot. 1), natomiast badane gatunki *Crataegus* odznaczały się największą grubością tkanki nektarnikowej (fot. 3, 4, 7, 8). Równie pokazną miąższość gruczołu nektarnikowego notowano u *Sorbus intermedia* (tab. 1).

EPIDERMA

Uzyskane z pomiarów wysokości komórek epidermy u 7 rozpatrywanych gatunków były zbliżone, natomiast większe rozmiary miały komórki niewielkiego nektarnika *Sorbus aucuparia* oraz największego, występującego u *Crataegus crus-galli* (tab. 1). W obrębie nektarników *Sorbus intermedia* komórki epidermy różniły się wysokością, tworząc nierówną powierzchnię (fot. 12). Usytuowanie u *Crataegus crus-galli* aparatów szparkowych w zagłębieniach wiązało się również z lekkim pofałdowaniem powierzchni (fot. 8, 9, 10).

Ściana zewnętrzna komórek epidermy badanych taksonów miała średnią grubość mieszczącą się w przedziale 2,3-3,2 μm . Najcieńszą ścianą odznaczała się epiderma nektarnika *Crataegus monogyna* i *Cotoneaster horizontalis*, najgrubszą zaś obu gatunków *Sorbus*. U pozostałych taksonów jej grubość była zbliżona (około 3 μm) (tab. 1).

W epidermie wszystkich badanych taksonów obserwowano aparaty szparkowe. U gatunków z rodzaju *Aronia* i *Sorbus* występowały one na poziomie pozostałych komórek epidermalnych (fot. 14, 15), u *Cotoneaster* w niewielkich zagłębieniach, natomiast u *Crataegus* położone były znacznie poniżej powierzchni epidermy. Osadzenie szparek na obniżonym poziomie, odpowiadającym położeniu komórek gruczołowych obserwowano szczególnie wyraźnie u *Crataegus crus-galli* (fot. 10, 11).

TKANKA GRUCZOŁOWA

Komórki tkanki gruczołowej charakteryzowały się dość zwartym układem (fot. 9, 11, 14). Subepidermalną warstwę tej tkanki o miąższości 3-6 pokładów tworzyły komórki o mniejszych rozmiarach niż położone głębiej (fot. 8, 9, 14).

Między badanymi gatunkami występowały różnice dotyczące grubości tkanki gruczołowej, liczby jej warstw oraz rozmiarów komórek (tab. 1). Należy jednak zwrócić uwagę, że w obrębie rodzajów z wyjątkiem *Sorbus*, były to wartości zbliżone.

Rozpatrywane gatunki *Sorbus* różniły się bardzo wyraźnie wymienionymi cechami tkanki gruczołowej. U *Sorbus aucuparia* grubość warstw tej tkanki oraz rozmiary jej komórek stanowiły połowę wartości notowanych u *Sorbus intermedia* (tab. 1). Wiąże się to niewątpliwie z mniejszymi wymiarami kwiatów pierwszego gatunku.

W obrębie rodzaju *Crataegus* uzyskano najwyższe wyniki dotyczące badanych parametrów tkanki produkującej nektar (tab. 1, fot. 7, 8, 9, 11).

TKANKA PODGRUCZOŁOWA

Tkanka ta odznaczała się znacznie większymi komórkami niż warstwa gruczołowa. Zajmowała niżej położony obszar sięgający do wiązek naczyniowych biegnących u podstawy nektarnika. U badanych gatunków różniła się miąższością, rozmiarami komórek i grubością ich ścian.

U *Aronia* w ogóle nie wyróżniono tej warstwy (fot. 1). U trzech gatunków *Cotoneaster* tkankę podgruczołową w postaci 1-2 warstw tworzyły kuliste komórki mięsiste o dużych wakuolach i jasnej treści (fot. 6). Natomiast badane gatunki *Crataegus* miały tkankę podgruczołową szczególnie rozbudowaną (fot. 8, 11). W środkowej i górnej części nektarnika zajmowała ona około 2/3 jego wysokości. W niektórych kwiatach *Crataegus crus-galli* obserwowano w niej grupy komórek kamiennych typu brachysklereidów o silnie zdrewniałych ścianach występujące w obrębie komórek mięsisku, zaś u dwóch pozostałych gatunków tego rodzaju obecny był tylko grubościenny miękisz. W tkance podgruczołowej wszystkich gatunków zauważono liczne amyloplasty z ziarnami skrobi (fot. 11).

U przedstawicieli obu gatunków *Sorbus* tkankę podgruczołową stanowił pokład (4-7 warstw) złożony z dużych komórek również typu brachysklereidów rozmieszczonych wśród parenchymy (fot. 12-14, 16, 17).

Obserwowane sklereidy odznaczały się różnym stopniem rozwoju ścian wtórnych. Niektóre z nich zawierały protoplasty. W grubościennych sklereidach występowały liczne jamki proste.

WIĄZKI PRZEWODZĄCE

Nektarniki badanych *Pomoideae* były zaopatrywane przez wiązki przewodzące dna kwiatowego biegnące do pręcików i tworzące niewielkie odgałęzienia skręcające w kierunku gruczołu (fot. 6, 18). Pasma tkanek waskularnych u podstawy nektarnika składały się u większości gatunków z floemu i ksylemu, a tylko u *Aronia*, *Cotoneaster praecox* i *C. lucida* obserwowano wyłącznie floem.

DYSKUSJA

W przedstawionej pracy stwierdzono, że badane gatunki w obrębie rodzajów *Cotoneaster* i *Crataegus* wykazują podobieństwo w budowie nektarników dotyczące ich kształtu, grubości tkanki gruczołowej, liczby warstw i wielkości komórek w jej obrębie, a także podobnych cech tkanki podgruczołowej.

Charakterystyczną cechą kwiatów *Sorbus* oraz *Crataegus crus-galli* było występowanie brachysklereidów w parenchymie strefy podgruczołowej nektarników. W poszczególnych kwiatach osiągnęły one różny stopień zgrubienia ścian, zachowując w wielu wypadkach protoplast. Ze względu na położenie tej tkanki można sądzić, że pełni ona nie tylko funkcję mechaniczną. Według Durkee (1983) tkanka podgruczołowa występująca w postaci jednej lub kilku warstw parenchymy pośredniczy w przepływie cukrów z tkanki waskularnej do gruczołu.

Ifteni (1965) przedstawiła budowę anatomiczną gruczołu nektarnikowego *Cotoneaster acutifolia*, który wykazywał cechy wspólne z badanymi w niniejszej pracy nektarnikami innych gatunków z rodzaju *Cotoneaster*. Dotyczą one liczby warstw tkanki gruczołowej oraz przebiegu i budowy wiązki przewodzącej.

Nektarniki badane przez Ifteni miały 10-15 warstw komórek, natomiast przedstawione w obecnej pracy dla 3 innych gatunków *Cotoneaster* miały liczbę warstw wynoszącą 11-13. Wiązki tyko-drzewne obserwowane przez Ifteni u podstawy gruczołu

wydzielniczego były nierozgałęzione i skierowane w stronę komórek wydzielniczych. Autorki obecnej pracy stwierdziły również obecność pasmaskularnych o podobnej budowie.

K u l i j e w (1959) podając niektóre cechy budowy nektarników *Cotoneaster*, *Crataegus* i *Sorbus* wskazuje, że gatunki te są dobrymi roślinami nektarodajnymi. U 2 gatunków *Cotoneaster* opisuje 2-3 warstwowy pokład drobnych subepidermalnych komórek o różnych kształtach i niejednorodnych pod względem wielkości. Autor ten podaje również, że u wszystkich wymienionych rodzajów występują w epidermie liczne, dobrze wykształcone aparaty szparkowe.

F r e i (1955) stwierdziła, że u *Rosaceae* brak wiązek dochodzących do nektarnika, a zaopatrywanie tego gruczołu odbywa się za pośrednictwem regularnych pasmaskularnych biegnących do przecików. W obecnej pracy obserwowano odgałęzienia wiązek przewodzących w bezpośrednim sąsiedztwie tkanki gruczołowej lub podgruczołowej składające się z ksylemu i floemu lub tylko z floemu.

Z danych zawartych w literaturze wiadomo, że u *Aronia melanocarpa* ma miejsce wydzielanie nektaru o dużej koncentracji cukrów, którego wydajność cukrowa wynosi 10 mg na dobę (J a b ł o ņ s k i i wsp., 1994). Obfitym wydzielaniem nektaru o znacznej wydajności cukrowej odznaczają się także kwiaty *Cotoneaster horizontalis* i *C. lucida* (S z k l a n o w s k a, 1978; W e r y s z k o - C h m i e l e w s k a i wsp., w druku). W budowie tych nektarników odnotowano średnią grubość tkanki gruczołowej.

U gatunków *Crataegus* stwierdzono około dwukrotnie większą miąższość tkanki gruczołowej nektarnika niż u badanych taksonów rodzaju *Cotoneaster*, jednakże obfitość nektarowania i wydajność cukrowa *Crataegus* kształtowały się na niższym poziomie (W e r y s z k o - C h m i e l e w s k a i wsp., w druku). W cytowanej pracy uzyskano u *Sorbus intermedia* dwukrotnie wyższą ilość nektaru w porównaniu z *S. aucuparia*, co koreluje z dwukrotnie grubszą warstwą nektarodajną u pierwszego gatunku.

Z obserwacji anatomicznych wynika, że taksony silniej nektarujące, o najwyższej wydajności cukrowej (*Aronia*, *Cotoneaster* i *Sorbus*) odznaczały się aparatami szparkowymi położonymi na poziomie komórek epidermy lub w niewielkich zagłębieniach. U *Crataegus* natomiast obserwowano szparki wydzielnicze występujące poniżej poziomu epidermy.

Z badań wynika, że brachysklereidy występują w tkance podgruczołowej tylko u przedstawicieli *Sorbus* i *Crataegus*. U *Aronia* i gatunków *Cotoneaster*, wykazujących największą wydajność cukrową, tkanka nektarnikowa składała się tylko z miękkiszu.

W niniejszej pracy stwierdzono u *Aronia melanocarpa* oraz u *Cotoneaster lucida* i *C. praecox*, że wiązki maskularne sąsiadujące z nektarnikiem składały się tylko z floemu. Obserwacja ta koresponduje z danymi F r e i (1955), zgodnie z którymi nektarniki o takiej maskularyzacji produkują wydzielinę o dużej koncentracji cukrów, co potwierdziły równolegle przeprowadzone badania (W e r y s z k o - C h m i e l e w s k a i wsp., w druku).

Streszczenie

Porównywano cechy anatomiczne nektarników dziewięciu gatunków z podrodziny *Pomoideae*: *Aronia melanocarpa* Ell., *Cotoneaster horizontalis* Decne, *C. praecox* Vilm.-Andr., *C. lucida* Schecht., *Crataegus monogyna* Jacq., *C. coccinea* L., *C. crus-galli* L., *Sorbus aucuparia* L., *Sorbus intermedia* Pers. Wykonano

przekroje podłużne kwiatów przy użyciu wibratomu oraz preparaty półcienne przy zastosowaniu ultramikrotomu. Badano grubość epidermy, warstwy gruczołowej nektarnika i budowę warstwy podgruczołowej oraz przebieg wiązek naczyniowych.

Stwierdzono, że wysokość komórek skórki i grubość ich zewnętrznej ściany u większości badanych taksonów są zbliżone. Aparaty szparkowe występowały w nektarnikach wszystkich gatunków. U *Aronia* i *Sorbus* położone były na poziomie pozostałych komórek epidermy, u *Cotoneaster* w niewielkich zagłębieniach, zaś u *Crataegus* znacznie poniżej powierzchni skórki. Grubość warstwy gruczołowej była zbliżona dla poszczególnych rodzajów. Najgrubszymi nektarnikami odznaczały się gatunki z rodzaju *Crataegus* oraz *Sorbus intermedia*. W tkance podgruczołowej *Crataegus crus-galli* oraz obu gatunków *Sorbus* występowały skupienia brachysklereidów. Wiązki przewodzące zaopatrujące nektarnik składały się najczęściej z floemu i ksylemu, a u *Aronia*, *Cotoneaster praecox* i *C. lucida* obserwowano tylko floem.

Dyskutowana jest zależność między grubością warstwy gruczołowej i badanymi cechami anatomicznymi a ilością wydzielanego nektaru.

LITERATURA

- Dafni H., Lensky Y., Fahh A., 1988. Flower and nectar characteristics of nine species of *Labiata* and their influence on honeybee visits. *J. Apicult. Res.* 27 (2): 103-114.
- Davis A. R., Gunning B. E. S., 1991. The modified stomata of the floral nectary of *Vicia faba*. 2. Stomatal number and distribution as selection criteria for breeding for high nectar sugar production. *Acta Horticulturae* 288: 329-334.
- Durkee L. T., 1983. The ultrastructure of floral and extrafloral nectaries. [In:] *The biology of nectaries*, Ed. B. Bentley and T. Elias. Columbia Univ. Press. pp. 1-29.
- Frei E., 1955. Die Innervierung der floralen Nectarien dikotyler Pflanzenfamilien. *Ber. Schweizer. Bot. Gesell.* 65: 60-115.
- Gulyas S., Kincsek I., 1982. Floral nectaries of species of *Papilionaceae*. *Acta Biol. Szeged* 28 (1-4): 53-63.
- Ifteni L., 1965. Strojenie cwietcznych nektarnikow i produkcja nektara u niekotrech nektaronosnych widow. *Prace XX Międzynar. Jubil. Kongr. Pszczelarskiego*. Bukareszt, 26-31.VIII.1965. Wyd. APIMONDIA, str. 376-379.
- Jabłoński B., Kołtowski Z., Pidek A., 1994. Wartość pszczelarska i wymogi zapylania aronii czarnej (*Aronia melanocarpa* Ell.). *Pszczeln. Zesz. Nauk.* XXXVIII: 25-37.
- Kulijew A. M., 1959. Morfologičeskaja ewolucija nektarnikov pokrytosiemiannyh rastenij. *Kirovobad. Tipografija Az.S.C.H.I.*, str. 138.
- Szklanowska K., 1978. Nektarowanie i wydajność miodowa niektórych drzew i krzewów w warunkach Polski. *Pszczeln. Zesz. Nauk.* XXII: 117-128.
- Weryszko-Chmielewska E., Konarska A., 1995. Porównanie struktury nektarników wybranych gatunków z podrodziny *Pomoideae* (*Rosaceae*). *Acta Agrobot.* 48 (1): 33-44.
- Weryszko-Chmielewska E., Masierowska M., Konarska A., Pezda M., (w druku). Wielkość nektarników i produkcja nektaru niektórych gatunków *Cotoneaster*, *Crataegus* i *Sorbus*. *Annales UMCS*, Lublin.