

WPLYW ŚRODOWISKA MIEJSKIEGO NA ZAWARTOŚĆ ESCYNY W NASIONACH KASZTANOWCA BIAŁEGO (*AESCULUS HIPPOCASTANUM* L.)

Effect of urban environment on escine content in seeds of white horse-chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.)

Szymon ŁUKASIEWICZ¹, Krzysztof KMIEC²

¹ Ogród Botaniczny Uniwersytetu im. A. Mickiewicza, ul. Dąbrowskiego 165, 60-594 Poznań

² Katedra Farmakognozji Uniwersytetu Jagiellońskiego, ul. Medyczna 9, 30-688 Kraków

Key words: Urban ecology, urbanized environment, *Aesculus hippocastanum*, white horse-chestnut, seasonal rhythmic, phenology, physical structure of soil, soil chemistry, leave nutrition, gas exchange, seed chemistry, escine, urban climate.

STRESZCZENIE

W pracy przedstawiono wyniki analiz zawartości escyny w nasionach kasztanowca białego, zebranych z 20 stanowisk na terenie Poznania oraz korelacje tej wielkości z wynikami analiz wybranych komponentów środowiska miejskiego. Wykazano istotne korelacje procentowej zawartości escyny w nasionach od długości faz fenologicznych, przyrostów biometrycznych oraz parametrów środowiska glebowego i składu chemicznego liści.

WSTĘP

W latach 1995–1999 wykonywane były w Ogrodzie Botanicznym UAM w Poznaniu badania na temat wpływu wybranych czynników środowiska miejskiego na rozwój kasztanowca białego *Aesculus hippocastanum* L. (Łukasiewicz Sz. 2002). Gatunek ten, jako przedstawiciel dendroflory występującej w aglomeracjach miejsko-przemysłowych, stanowi dogodny obiekt badań ze względu na jego dużą wrażliwość na niekorzystne zmiany środowiska zurbanizowanego. Wyraźne reakcje osobników kasztanowca na oddziaływanie różnorodnych czynników środowiska miejskiego ułatwiły prześledzenie zmian stanu zdrowotnego roślin, określanego długością trwania po-

szczególnych faz fenologicznych. W dalszej kolejności pozwoliło to na skorelowanie wymienionej długości trwania, wyrażonej liczbą dni, z chemizmem liści, nasion i gleby oraz z parametrami atmosfery na poszczególnych stanowiskach. Jednym z pobocznych celów niniejszej rozprawy było określenie wpływu środowiska miejskiego na zawartość escyny w nasionach. Umożliwiło to określenie różnic w procentowej zawartości tego związku między stanowiskami oraz odniesienie uzyskanych wyników do zachodnich dzielnic kraju, tj. regionu o największej zawartości tego związku w nasionach kasztanowców na terenie Polski.

W 1998 roku zebrano z terenu Poznania nasiona kasztanowca białego z 20 różniących się siedliskowo stanowisk. Prowadzone równoległe analizy i badania wybranych parametrów środowiska umożliwiły poznanie czynników mających wpływ na zawartość escyny w nasionach kasztanowca białego. Gatunek ten, ze względu na walory estetyczne i łatwość uprawy jest często wprowadzany do zadrzewień w terenach zurbanizowanych, mimo że zaliczany jest on do taksonów najmniej odpornych na kompleks niekorzystnych warunków miejskich (Łukasiewicz A. 1978, 1995). W Poznaniu był on masowo wprowadzany, a po II wojnie światowej osiągnął on około 15% ogółu zadrzewień przyulicznych w mieście (Wojciechowska 2002). W oparciu o wyniki obserwacji fenologicznych i dendrochronologicznych, kasztanowiec biały zaliczony został do grupy drzew mało odpornych na oddziaływanie warunków miejskich (Łukasiewicz A. 1978; Petersen, Eckstein 1988; Łukasiewicz A. 1989; Fostad, Pedersen 1997). Na terenach aglomeracji miej-

sko-przemysłowych jedynie w korzystnych warunkach glebowo-klimatycznych obserwuje się jego prawidłowy rozwój i niezakłócony przebieg wszystkich faz fenologicznych. Nie jest jasne jakie są przyczyny małej tolerancji tego gatunku na skażenia w środowisku zurbanizowanym.

CEL PRACY

Nasiona kasztanowca skupowane dla przemysłu farmaceutycznego są, w wielu przypadkach, niewiadomego pochodzenia. Miejsca skąd dostarczane są do zakładów przetwórczych mogą jedynie wskazywać na region, w którym zostały one zebrane. Zagadnienie to zostało dostrzeżone przez Kmiecia (1997), który badał zawartość escyny w nasionach kasztanowca zebranych ze stanowisk z różnych dzielnic kraju. Okazało się, że największy procentowo udział tego związku znajduje się w nasionach zebranych z województw zachodnich oraz z regionu suwalskiego. Trudno jednak wyodrębnić czynniki odpowiedzialne za tego rodzaju zróżnicowanie, mając na uwadze występowanie tego gatunku głównie na terenach zurbanizowanych, wzdłuż dróg i w bezpośrednim sąsiedztwie zabudowań. Heterogeniczność środowiska miejskiego utrudnia bowiem jednorodne grupowanie siedlisk na terenach aglomeracji. Z drugiej strony, różnorodność terenów zurbanizowanych umożliwia poznanie czynników, które mają wpływ na zawartość tego związku w nasionach, co dotychczas nie zostało wyjaśnione.

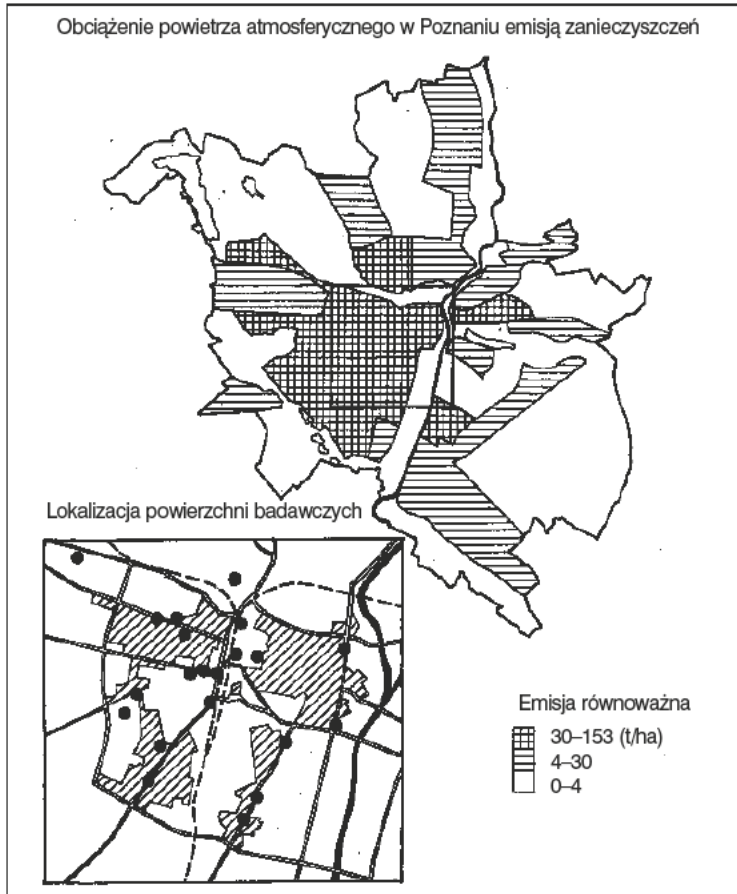
Celem pracy było określenie wpływu środowiska zurbanizowanego na zawartość escyny w nasionach kasztanowca białego. Badania te stanowiły fragment kompleksowych prac ekologicznych, prowadzonych na terenie Poznania w latach 1995–1999, wykonanych w celu ustalenia wpływu wybranych czynników środowiskowych na rozwój kasztanowca białego (Łukasiewicz Sz. 2002, rozprawa doktorska). Ogółem badania prowadzono na 21 stanowiskach w obrębie centrum Poznania (ryc. 1). Umożliwiły one poznanie wzajemnych zależności między zawartością escyny w nasionach a wieloma innymi wskaźnikami. Dotyczą one: rytmiki sezonowej *A. hippocastanum*, składu fizycznego i chemicznego podłoża (analizowano cztery warstwy co 30 cm do 1,2 m głębokości), składu

chemicznego liści i nasion, natężenia wymiany gazowej (fotosynteza netto i oddychanie ciemniowe) oraz pomiarów biometrycznych liści i pędów. Uzyskane wyniki zostały przedstawione na tle warunków topoklimatycznych miasta, uzyskanych przy pomocy automatycznego pomiaru temperatury i wilgotności.

BUDOWA CHEMICZNA I WŁAŚCIWOŚCI FARMAKOLOGICZNE ESCYNY

Kwiatostany, kora, liście, a szczególnie nasiona kasztanowca od kilkuset lat były wykorzystywane w medycynie ludowej i weterynarii (Lack 2000). Obecnie najczęściej są stosowane niedojrzałe owoce w postaci przetworów galenowych i nasiona, które służą do izolacji czystej escyny w przemyśle farmaceutycznym (Sirtori 2001). Escyna jest główną substancją czynną w nasionach kasztanowca białego stanowiąc kompleks ponad 30 związków. Są to saponozydy triterpenowe, wywodzące się od β -amyryny, których podstawowymi aglikonami są escygenina, protoescygenina i baryngtogenol C (Kuhn, Low 1963, 1964, Tschesche, Wulff 1965, Woitke i in. 1970, Wulff, Tschesche 1969). W połączeniu atomu C-3 aglikonów znajdują się łańcuchy cukrowe, zbudowane z kwasu glukuronowego, do którego w położeniu 2 i 4 dołączone są 2 cząsteczki glukozy, względnie w położeniu 2 cząsteczka glukozy, a w położeniu 4 pojedyncze cząsteczki ksylozy lub galaktozy. Aglikony w położeniu atomu C-21 zestryfikowane są kwasami: izomasłowym, α -metylomasłowym, angelikowym i tyglinowym, przy czym dwa ostatnie występują najczęściej, a przy atomie C-22 zestryfikowane są kwasem octowym (Wagner i in. 1970, Wulff, Tschesche 1969).

W lecznictwie, stosowany jest do użytku wewnętrznego i zewnętrznego bądź cały kompleks saponozydów (wyciągi płynne i zagęszczone, maści, żele), bądź wyizolowana czysta β -escyna lub amorficzna α -escyna. Jej działanie przeciwwzapalne, przeciwobrzękowe, przeciw-wysiłkowe, uszczelniające i uelastyczniające naczynia sprawia, że jest ona używana we wszystkich niemal specjalnościach medycyny w bardzo wielu schorzeniach. Z jednej strony są to poważne zagrażające życiu obrzęki mózgu i płuc, w tym także termiczny (zimny) obrzęk



Ryc. 1. Rozmieszczenie 21 stanowisk badawczych kasztanowca białego *Aesculus hippocastanum* L. na terenie Poznania, na tle obciążenia powietrza emisją zanieczyszczeń.

Fig. 1. Distribution of 21 test stands of white horse-chestnut *Aesculus hippocastanum* L. in the area of Poznań, against air load with emission of contaminants.

mózgu. Z drugiej dotyczy to całego szeregu schorzeń naczyniowych jak żyłaki i hemoroidy. Efekt przeciwozbrzękowy i przeciwzapalny escyny objawia się ustąpieniem m.in. takich objawów klinicznych jak „uczucie ciężkich, zmęczonych nóg”, opuchnięcie kostek czy nocne kurcze w nogach. Wiąże się to ze zwiększeniem w kończynach przepływu krwi (o ponad 30%) oraz z obniżeniem jej lepkości. W neurologii i neurochirurgii stwierdzono pozytywne działanie escyny, wraz z innymi lekami, m.in. na poprawę u ludzi starszych zdolności zapamiętywania. Ogólnie, specjalnościami medycznymi, w których escyna znajduje się w ciągłym użyciu, są: ginekologia i położnictwo, urologia, chirurgia, traumatologia, ortopedia, chirurgia

plastyczna. Z właściwości leczniczych escyny bardzo często korzysta medycyna sportowa, ze względu na dużą urazowość w wielu dyscyplinach. Lista preparatów z escyną, na rynku farmaceutycznym, jest bardzo duża (Arnold i in. 1976, Klemm i in. 1982).

Określenie zawartości escyny w nasionach drzew na badanych stanowiskach, pozwoliło także na porównanie tej wielkości z wartościami stwierdzanymi w innych regionach Polski, przebadanych w Katedrze Farmakognozji UJ. Było to szczególnie interesujące także dlatego, że we wcześniejszych pracach wykazano, iż Polska Zachodnia należy do regionów o największej zawartości escyny w nasionach kasztanowca białego w naszym kraju (Kmieć 1997).

MATERIAŁ I METODY

Wymienione we wstępie badania, wykonano na osobnikach kasztanowca białego (*Aesculus hippocastanum* L.), rosnących na terenie szeroko pojętego centrum Poznania. Powierzchnie z występującym *A. hippocastanum* L. zostały wyznaczone w strefie największej emisji zanieczyszczeń, w przeliczeniu na tzw. emisję równoważną (ryc. 1). Pod pojęciem tym rozumie się spowodowanie negatywnego oddziaływania wszystkich emitowanych zanieczyszczeń do poziomu szkodliwości SO₂ (Środowisko Naturalne 1996). Przy doborze stanowisk starano się uzyskać możliwie duże zróżnicowanie czynników ekologicznych, wpływających na kondycję kasztanowców. Należały do nich: wielkość wolnej powierzchni gleby wokół drzew, usytuowanie geomorfologiczne (wysoczyzna morenowa, pradoliny Warty i Bogdanki), stopień urbanizacji, natężenie ruchu pojazdów, wystawa, potencjalne różnice chemizmu podłoża i parametrów pogodowych (temperatury i wilgotności powietrza). Wymienione różnice powodują zmiany m.in. w:

- dopływie szkodliwych substancji (NaCl, Pb, Cd i innych);
- wysokości albedo;
- dostępie wód opadowych;
- wymianie gazowej ryzosfery;
- możliwości samonawożenia;
- przebiegu procesów glebotwórczych itp.

Do oznaczania zawartości escyny zastosowano kolorymetryczną metodę Schlemmera, z użyciem chlorku żelazowego, w obecności stężonego kwasu siarkowego i octowego lodowatego. Ekstrakcję sproszkowanych nasion (sito 0,3 mm), pozbawionych wcześniej łupiny nasiennej, prowadzono przy użyciu metanolu (Schlemmer 1966).

WYNIKI

Wpływ środowiska miejskiego na zawartość escyny w nasionach

Średnia zawartość escyny w nasionach kasztanowca z terenu centrum Poznania wyniosła 10,3% ich suchej masy (tab. 1). Zawartość tego związku była istotnie zróżnicowana między stanowiskami ($p < 0,0001$) wahając się od 7% na stanowiskach aleja Wielkopolska i ul. Kościuszki do 16% przy ulicy Spadzistej.

Tabela 1. Średnie wyniki analiz zawartości escyny oraz średniej masy jednego nasiona kasztanowca białego (*Aesculus hippocastanum* L.), zebranych 24.09.1998 roku z 20 stanowisk na terenie Poznania. Masę nasioną podano w g a zawartość escyny w %, n – liczba powtórzeń.

Table 1. Average results of analyses of escine content and the average mass of one seed of white horsechestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) collected on 24.09.1998 from 20 stands on the area of Poznań. The seed mass is given in g and the escine content in %, n – number of repetitions.

Stanowisko Stand	Masa nasiona Seed mass (n = 10)	Escyna Escine (n = 3)
aleja Wielkopolska	10,9	7,62
Bema	21,5	11,55
Dominikańska	17,8	8,52
Głogowska-I	23,6	11,06
Grunwaldzka-I	11,0	9,07
Grunwaldzka-II	15,6	9,79
Jerzego	20,5	9,45
Jerzego	16,0	8,93
Kościelna	18,4	9,38
Kościuszki	14,3	7,42
Kosińskiego	18,6	10,70
Matejki	27,4	10,95
Matejki	15,5	9,44
Noskowskiego	14,2	11,55
Noskowskiego	14,5	14,83
Ogród Botaniczny	15,4	11,00
Ogród Botaniczny	11,1	10,25
Prusa	15,3	12,22
Spadzista	20,4	15,89
Spadzista	21,8	11,34
Staszica	15,0	8,07
Święckiego	18,4	9,11
Święckiego	13,6	9,72
Ułańska	13,4	9,06
Ułańska	13,0	11,32
Wieniawskiego	14,5	10,40
Wojskowa	13,4	10,07
Wojskowa	13,9	8,45
Średnia	16,4	10,30
P > F	****	****

**** – 0,0001

P > F – istotność różnic między stanowiskami określona na podstawie analizy wariancji.

Na rycinie 2 przedstawiono dendrogram, grupujący stanowiska pod względem podobieństwa zawartości escyny oraz wykres przedstawiający procentową zawartość escyny dla kolejnych grup.

Ryc. 2.

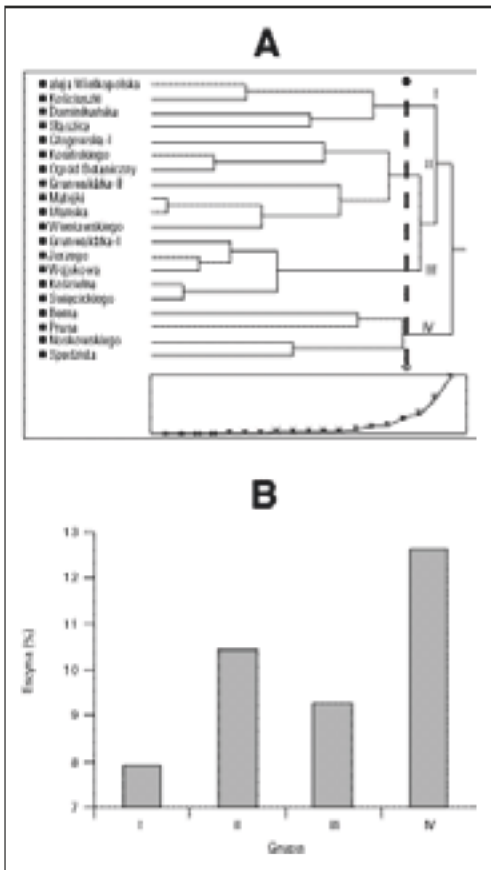
A – dendrogram grupujący stanowiska pod względem podobieństwa zawartości escyny w nasionach kasztanowca białego.

B – procentowa zawartość escyny czterech grup wyróżnionych na dendrogramie. Dane dotyczą 28 drzew reprezentujących 20 stanowisk *Aesculus hippocastanum* L. na terenie Poznania

Fig. 2.

A – dendrogram grouping the stands as regards their similarity of escine content in seeds of white horsechestnut.

B – percent content of escine of four groups differentiated in the dendrogram. The data refer to 28 trees representing 20 stands of *Aesculus hippocastanum* L. on the area of Poznań.



Stwierdzono istnienie marginalnie istotnych, ujemnych zależności między zawartością escyny w owocach i datą początku kwitnienia ($r = -0,13$, $p = 0,06$) oraz dodatnie z długością fazy rozsiewania nasion ($r = 0,12$, $p = 0,08$). Były to jedyne zależności między zawartością tego związku i pojavami fenologicznymi.

Godnym odnotowania jest brak istotnych korelacji między zawartością escyny w nasionach a zawartością N, P, Ca, S, Mn, Al, Fe, Na, Zn, Cu, B, Pb i Cr w liściach. Dodatnia zależność wystąpiła jedynie w przypadku K, Mg, Cd i Ni ($p \leq 0,05$). Brak było też istotnych zależności między zawartością pierwiastków w nasionach a zawartością w nich escyny. Dodać przy tym należy, że w przypadku większości z czterestu analizowanych pierwiastków, wykazano brak istotnych różnic w składzie chemicznym nasion (tab. 2). Stwierdzono istotną statystycznie zależność między zawartością escyny i wielkością wolnej powierzchni gleby wokół drzew oraz grubością jednorocznych pędów kasztanowca. Wysoce istotna była także korelacja między zawartością tego związku i poziomem węgla organicznego w podłożu na głębokości 60–120 cm. Ogół właściwości środowiska glebowego jest wynikiem różnic w strukturze gleby, tj. wzajemnego udziału tworzących ją cząstek granulometrycznych. Stwierdzono dodatnią, wysoce istotną statystycznie korelację między zawartością escyny w nasionach i procentową zawartością w substracie frakcji piaszczystej, natomiast ujemną, z procentową zawartością frakcji ilastej w substracie (tab. 3).

DYSKUSJA

Wyniki naszych badań wskazują na to, że procentowa zawartość escyny w nasionach kasztanowca białego była dodatnio skorelowana ze stanem zdrowotnym drzew, wyrażonym długością fazy listnienia. Nie były to jednak zależności istotne statystycznie. Dodatkowo i istotne statystycznie korelacje wykazano dla procentowej zawartości escyny w nasionach z takimi parametrami biometrycznymi jak grubość jednorocznych przyrostów pędów czy masa nasion. Przeprowadzone badania wykazały też, że masa nasion jest istotnie skorelowana z trzema makroelementami: N, K i S (tab. 4.) Potwierdza to ważną rolę, jaką pełni azot w obradaniu nasion. Istotne zależności odnotowano także

Tabela 2. Zawartości makro- i mikroelementów w nasionach kasztanowca białego (*Aesculus hippocastanum* L.). Nasiona zebrano 24.09.1998 roku z 28 stanowisk na terenie Poznania. Wyniki pierwiastków podano w ppm, za wyjątkiem N i S (%).

Table 2. The content of macro- and microelements in seed of white horse-chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.). The seed were collected on 24.09.1998 from 28 stands on the area of Poznań. Results of elements were given in ppm, except for N and S (%).

Pierwiastek / Root	N	S	P	K	Ca	Mg	Na
Średnia / Mean	1,03	0,09	1884	9425	1918	769	458
P > F	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns

Pierwiastek / Root	Fe	Mn	Zn	Cu	Pb	Cd	Cl
Średnia / Mean	9,8	3,9	9,7	7,6	0,96	0,15	552
P > F	ns	*	**	**	ns	ns	*

** – 0,05; * – 0,1; ns – brak istotnych różnic.

Tabela 3. Istotne zależności między zawartością escyny w nasionach a czynnikami środowiska i cechami *Aesculus hippocastanum* L., na podstawie danych dotyczących 28 drzew reprezentujących 20 stanowisk na terenie Poznania.

Table 3. The significant dependencies between content of escine in seeds and factors of the environment and traits of *Aesculus hippocastanum* L. based on data referring to 28 trees representing 20 stands on the area of Poznań.

Czynnik / Factor		P > F
Fazy fenologiczne Phenological phases	Długość fazy listnienia	*
	Początek kwitnienia	**(-)
	Długość rozsiewania nasion	*
Gleba Soil	Wolna powierzchnia gleby	*
	% piasku (30–60)	**
	% piasku (60–90)	***
	% cz. spł. (30–60)	**(-)
	% cz. spł. (60–90)	**(-)
	C _{org.} (60–90)	***
	C _{org.} (90–120)	**
Liście Leaves	K	***(-)
	Mg	***(-)
	Cl	**(-)
	Cd	**(-)
	Ni	*(-)
Pomiary biometryczne Biometric measurements	Masa nasion	*
	Grubość pędu	***

* – 0,1; ** – 0,05; *** – 0,01; (-) – korelacja ujemna.

P > F – istotność różnic między stanowiskami określona na podstawie analizy wariancji.

w przypadku wielkości wolnej powierzchni gleby oraz przepuszczalnego podłoża. Czynniki te, na terenach zurbanizowanych, odgrywają zasadniczą rolę zarówno w obradaniu nasion jak i w kondycji fizjologicznej drzew. Statystycznie istotne korelacje, jakie odnotowano

dla węgla organicznego, w przedziale od 60 do 120 cm, odzwierciedlają wpływ próchnicy na procesy życiowe roślin. Brak tej zależności, w poziomach wierzchnich, wynika w tym przypadku z charakteru ubogich w próchnicę, warstw nasypowych. Zawartość chloru zarów-

no w liściach jak i w podłożu, miała negatywny wpływ zarówno na procentową zawartość escyny w nasionach jak i na ich masę (tab. 3).

Kmieć (1997) wykazał, że w Polsce największą zawartością escyny w nasionach charakteryzują się dzielnice zachodniej części kraju oraz region suwalski. Zawartość escyny wynosi na tych terenach odpowiednio: od 9,9% do 10,54% s.m. nasion na zachodzie kraju oraz przeciętnie 10,33% w regionie północno-wschodnim.

Uzyskane z terenu Poznania wyniki wskazują na to, że do grupy o zawartości escyny $\geq 10\%$, należałoby zakwalifikować tylko 10 stanowisk z owocującymi kasztanowcami na ogólną sumę 20 stanowisk (tab. 1, ryc. 1.). Tak niewielki teren występowania *A. hippocastanum*, jakim jest obszar opracowania, wskazuje na istnienie znacznych różnic siedliskowych, jako przyczyny tak dużego zróżnicowania zawartości escyny.

Przedstawione wyniki nie potwierdzają wcześniejszych doniesień z terenów niezurbanizowanych o istotnym związku ciężaru nasion, wieku drzew (mierzonego obwodem pni), terminów kwitnienia oraz podwyższonej temperatury na zawartość escyny w nasionach kasztanowca (Kmieć 1997). Najwyraźniej, w silnie przekształconym środowisku miejskim, za natężenie owocowania i skład chemiczny nasion odpowiedzialne są inne czynniki limitujące, niż to ma miejsce na terenach w niewielkim stopniu zmienionych.

W konkluzji należy podkreślić, że środowisko zurbanizowane cechuje się przekształceniami większości komponentów, w tym głównie całkowitą transformacją pokryw glebowych. W warunkach aglomeracji Poznania procentowa zawartość escyny w nasionach kasztanowca białego okazała się zależna od kilku czynników środowiskowych, mających także wpływ na stan zdrowotny i ogólną kondycję drzew.

Do głównych czynników należą: wielkość wolnej powierzchni gleby wokół drzew, przepuszczalność warstw podłoża do głębokości ponad jednego metra oraz zawartość węgla organicznego w substracie.

SUMMARY

Results of analyses of escine content in seeds of white horse-chestnut collected from 20 stands in the area of Poznan and correlations of

that value with the results of analyses of the chosen components of urban environment were presented in this paper. Significant dependences of percentage content of escine in seeds on phenological phases, biometric measurements and soil environment parameters and chemical content of leaves were proved.

LITERATURA

- Arnold M., Przerwa M., Arzheim.** Forsch., 26 (3), 402, 1976.
- Fostad, Pedersen** 1997. Vitality, variation, and causes of decline of trees in Oslo center (Norway). J. Arboricult. 23: 155-165.
- Klemm J., Munch.** Med. Wochenschr., 11, 124 (23), 579, 1982.
- Kmieć K.** 1997. Ocena zawartości escyny w nasionach kasztanowca *Aesculus hippocastanum* L. Rozprawa doktorska. Katedra Farmakognozji. Collegium Medicum UJ, Kraków, s. 173.
- Kuhn R., Low I.** Äscinidin, ein pentahydroxytriterpen aus Äscinpräparaten, Tetrahedron Lettrs, No. 15, 1964.
- Kuhn R., Low I.** Über Protoäscigenin, die Stammsubstanz der Äscine, Liebigs Ann., BD. 669, 1963.
- Lack H.W.** 2000. Lilac and horse-chestnut: discovery and rediscovery. Curtis's Botanical Magazine 17(2): 109-143.
- Łukasiewicz A.** 1978. Rozwój drzew i krzewów na terenie miasta Poznania. PTPN Wyd. Mat.-Przyr. Kom.-Biol. 49, s. 132.
- Łukasiewicz A.** 1989. Drzewa w środowisku miejsko-przemysłowym. [w:] Białobok S. (red.). Życie drzew w skażonym środowisku: 49-85. PWN W-wa – Poznań.
- Łukasiewicz A.** 1995. Dobór drzew i krzewów dla zieleni miejskiej środkowozachodniej Polski. Wyd. Nauk. UAM, Poznań, s. 172.
- Łukasiewicz Sz.** Wpływ wybranych czynników na rozwój kasztanowca białego *Aesculus hippocastanum* L. w warunkach miejskich Poznania. Praca doktorska, Ogród Botaniczny UAM – Instytut Dendrologii PAN, Poznań – Kórnik, 2002, mscr.
- Petersen A., Eckstein D.** 1988. Roadside trees in Hamburg – their present situation of environmental stress and their future chance for recovery. Arboricultural Journal 12: 109-117.
- Schlemmer W.** Zur quantitativen Bestimmung von Aescin, Deutsche Apotheker-Zeitung, Jg. 106, nr 38, 1966.

- Sirtori C.S.** 2001. Aescin: pharmacology, pharmacokinetics and therapeutic profile. *Pharmacological Research* 44: 183-193.
- Środowisko Naturalne miasta Poznania.** 1996. Cz. I. Wydział Ochrony Środowiska, Urząd Miejski, Poznań, s. 173.
- Tschesche R., Wulff G.:** Über Triterpene XVIII, *Tetrahedron Letters*, No. 12, 1965.
- Wagner J., Schlemmer W., Hoffmann H.:** Über Inhaltsstoffe des Roßkastanien-samens, *Arzneim-Forsch.*, Jg. 20, nr 2, 1970.
- Woitke H.D., Kayser J.P., Hiller K.:** Fortschritte in der Erforschung der Triterpen-saponine, *Die Pharmazie*, H. 3, Jg. 25, 1970.
- Wojciechowska A.** 2002. Zarząd Zieleni Miejskiej w Poznaniu. Informacja ustna na podstawie inwentaryzacji drzew przyulicznych w Poznaniu z lat 1995-2001.
- Wulff G., Tschesche R.:** Über triterpene – XXVI, *Tetrahedron*, Vol. 25, 1969.