

Katedra Warzywnictwa i Roślin Leczniczych, Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. S. Leszczyńskiego 58, 20-068 Lublin
e-mail: halina.buczowska@up.lublin.pl

HALINA BUCZKOWSKA, ANDRZEJ SAŁATA,
MONIKA GRECZKOWSKA

**Zawartość wybranych składników chemicznych
w liściach roślin ozdobnych z rodzaju *Brugmansia*
oraz w liściach bielunia indiańskiego (*Datura innoxia* Mill.)**

The content of some chemical components in the leaves of ornamental plants
of *Brugmansia* and thorn-apple (*Datura innoxia* Mill.)

Streszczenie. Badania przeprowadzono w 2006 roku. Liście roślin z rodzaju *Brugmansia* oraz liście bielunia indiańskiego odmiany 'Indianka' pozyskano do oceny chemicznej z doświadczenia polowego, w którym oceniano ich walory dekoracyjne. Obiektem badań było 6 różnych roślin z rodzaju *Brugmansia*. Badane rośliny ozdobne z rodzaju *Brugmansia* różniły się istotnie pod względem zawartości w liściach ocenianych składników chemicznych. Istotnie największą zawartość kwasów fenolowych ogółem (średnio 0,10%) oraz alkaloidów tropanowych w przeliczeniu na hioscyjaminę (średnio 0,18%) oznaczono w powietrznie suchych liściach roślin obiektu 'D' – o żółtych i pełnych kwiatach. Stosunkowo dużą zawartość garbników wykazano w liściach obiektów: 'F' – o bardzo dużych kwiatach żółtych (średnio 4,5%), 'E' – o bardzo dużych kwiatach różowych (4,4%) oraz 'C' – o pełnych kwiatach białych (4,3%). Liście bielunia indiańskiego odmiany 'Indianka' okazały się zdecydowanie bardziej zasobne w kwasy fenolowe ogółem (średnio 0,15%), garbniki (średnio 5,3%), a także alkaloidy tropanowe w przeliczeniu na hioscyjaminę (średnio 0,29%). Nieznacznie większą zawartość wymienionych składników chemicznych oznaczono w liściach roślin *Brugmansia* oraz *Datura innoxia* zebranych w 3. dekadzie września aniżeli w liściach zebranych w 3. dekadzie sierpnia. Z uwagi na obecność alkaloidów tropanowych w roślinach rodzaju *Brugmansia* zasadna jest ostrożność w ekspozycji tych roślin w ogrodach przydomowych, na tarasach oraz w miejscach ogólnie dostępnych.

Słowa kluczowe: Solanaceae, rośliny ozdobne – „trąby anielskie”, kwasy fenolowe, garbniki, alkaloidy tropanowe

WSTĘP

Ostatnio bardzo popularnymi roślinami ozdobnymi ogrodów przydomowych i tarasów stały się rośliny z rodzaju *Brugmansia* Pers., które zwyczajowo są nazywane „trąbami anielskimi”. O ich wyjątkowych walorach dekoracyjnych stanowią atrakcyjne kwiaty trąbkowe, o różnej barwie, przyjemnym zapachu, a także okazałe, duże liście. Są to rośliny z rodziny Solanaceae bardzo blisko spokrewnione z roślinami z rodzaju *Datura* Mill., niegdyś zaliczane do tego rodzaju [Haegi 1976]. Rośliny te wywodzą się z Ameryki Południowej i Środkowej, gdzie w stanie naturalnym występują jako wieloletnie. Najczęściej tworzą okazałe krzewy lub niezbyt wysokie drzewa. Niektóre z nich występują na terenach górzystych, w Andach, nawet na znacznych wysokościach nad poziomem morza [Diaz 2015].

Rośliny z rodziny Solanaceae odznaczają się zdolnością gromadzenia alkaloidów z grupy tropanu [Kohlmünzer 2003]. Do najważniejszych związków tego typu akumulowanych w roślinach z rodzajów *Brugmansia* Pers. i *Datura* Mill. oraz w roślinach *Atropa belladonna* L. należą skopolamina, hioscyjamina, beladonina i atropina, stanowiąca racemiczną formę hioscyjminy, która powstaje w czasie suszenia surowca [Vitale i in. 1995, Griffin i Lin 2000, Berkov 2003, Kohlmünzer 2003, Doncheva i in. 2006, Buczkowska i Pakuła 2007, Gaire i Subedi 2013]. Alkaloidy te obecne są we wszystkich organach roślin, zarówno nadziemnych, jak i podziemnych. Zawartość poszczególnych alkaloidów uzależniona jest od gatunku oraz organu i fazy rozwojowej rośliny [Berkov 2003, Berkov i in. 2005]. Dużą koncentracją alkaloidów tropanowych odznaczają się młode organy roślin, a w późniejszej fazie nasiona [Miraldi i in. 2001, Berkov i in. 2005]. Alkaloidy z grupy tropanu porażają zakończenia nerwów narządów wewnętrznych i działają odurzająco na organizm człowieka [Kohlmünzer 2003, Cunningham 2008, De Simone i in. 2008, Gaire i Subedi 2013]. Z tego względu rośliny te były dawniej stosowane w tradycyjnej medycynie przez Indian oraz używane w rytualnych obrzędach i ceremoniach [De Feo 2004]. Obecnie zdarza się, że są wykorzystywane w Ameryce Południowej i Australii w przestępczej produkcji używek odurzających, a nawet trucizn [Bennett 1992, De Feo 1992, Cunningham 2008, Diaz 2015].

Alkaloidy tropanowe odgrywają znaczącą rolę we współczesnej medycynie, gdyż są stosowane do produkcji preparatów o działaniu przeciwbólowym, przeciwskurczowym, uspokajającym, nasennym. Atropina dzięki właściwościom rozszerzania źrenicy oka ma znaczące zastosowanie w okulistyce [Diaz 2015].

Rośliny zawierające alkaloidy tropanowe nie zagrażają bezpośrednio zwierzętom, gdyż ze względu na specyficzny zapach są przez nie omijane i niespożywane. Zwierzęta mogą wykazywać natomiast objawy zatrucia w sytuacjach, gdy są żywione soją, kukurydzą lub sorgiem, zanieczyszczonymi przez nasiona roślin *Brugmansia* lub *Datura*. Negatywne działanie alkaloidów tropanowych na organizm człowieka może wystąpić na skutek świadomego lub niekontrolowanego zjedzenia większej ilości nasion, liści, względnie zażycia specjalnie przygotowanych z tych roślin używek lub trucizn [Henneberg i Skrzydlewska 1984, Gaire i Subedi 2013]. Aktualnie bardzo niepokojące są doniesienia medyczne, które dowodzą, że nawet przebywanie bawiących się dzieci w pobliżu ozdobnych roślin *Brugmansia* czy *Datura* może wywoływać nadmierne rozszerzenie źrenic i powodować zakłócenia widzenia [Macchiaiolo i in. 2010, Van Den Donck i in. 2004].

Celem prezentowanych badań analitycznych było określenie zawartości wybranych substancji biologicznie czynnych (kwasów fenolowych, garbników i alkaloidów tropanowych) w liściach roślin z rodzaju *Brugmansia* Pers. w porównaniu z liśćmi *Datura innoxia* Mill. oraz stwierdzenie, czy w związku z obecnością alkaloidów tropanowych w tych roślinach zasadne jest eksponowanie w ogrodach i na tarasach domów roślin o właściwościach trujących, w otoczeniu których przebywają i bawią się dzieci.

MATERIAŁ I METODY

Liście roślin z rodzaju *Brugmansia* Pers. oraz liście bielunia indiańskiego (*Datura innoxia* Mill.) pozyskano do badań analitycznych z doświadczenia polowego, w którym oceniano ich walory dekoracyjne. Eksperyment przeprowadzono w 2006 roku w gospodarstwie indywidualnym w miejscowości Suchodoły w gminie Fajstawice (51°08'N 22°97'E).

Badaniami objęto 6 obiektów ozdobnych roślin z rodzaju *Brugmansia*, których sadzonki zielne zakupiono w Centrum Ogrodniczym Florexpól w Lublinie. Materiał rozmnożeniowy nie był zidentyfikowany co do gatunku i odmiany. Oznaczenia handlowe uwzględniały jedynie walory dekoracyjne kwiatów: barwę i ich wielkość. W związku z tym w pracy tej zostały określone jako rośliny z rodzaju *Brugmansia*: 'A' – o kwiatach żółtych, 'B' – różowych, 'C' – białych pełnych, 'D' – żółtych pełnych, 'E' – różowych bardzo dużych, 'F' – żółtych bardzo dużych. Nasiona bielunia indiańskiego odmiany 'Indianka' pozyskano z Instytutu Włókien Naturalnych i Roślin Zielarskich w Poznaniu. Doniczkowaną rozsadę bielunia przygotowano w szklarni Gospodarstwa Doświadczalnego Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Na miejsce stałe rośliny wysadzono 20 czerwca. W momencie sadzenia rośliny form *Brugmansia* były w fazie 6–9 liści, rozsada bielunia zaś w fazie 6–7 liści. Rośliny uprawiano na glebie płowej powstałej z utworów lessowatych, o odczynie obojętnym. Pole pod uprawę przygotowano w dostosowaniu do wymagań bielunia indiańskiego. Wiosną zastosowano nawożenie organiczne obornikiem (40 t · ha⁻¹) oraz mineralne w ilości na 1 ha: 40 kg N, 30 kg P, 80 kg K, stosując odpowiednio: saletrę amonową, superfosfat potrójny granulowany i siarczan potasu. Nawożenie pogłówne azotem przeprowadzono w 3. dekadzie lipca, stosując 20 kg N · ha⁻¹.

Doświadczenie założono jako jednoczynnikowe, metodą kompletnej randomizacji, w trzech powtórzeniach. W każdym powtórzeniu wysadzono po 5 roślin w rozstawie 0,60 × 0,60 m. Powierzchnia każdego poletka wynosiła 1,8 m². Ze względu na specyficzne warunki pogodowe, wysoką temperaturę powietrza oraz niedosyt opadów (tab. 1), w okresie od posadzenia do końca sierpnia rośliny systematycznie nawadniano węzłem kroplującym, stosując jednorazowo dawkę wody 30 mm.

Do oceny chemicznej liście zebrano dwukrotnie w okresie obfitego kwitnienia roślin: w 3. dekadzie sierpnia i w 3. dekadzie września. Z każdego obiektu zbierano liście najbardziej okazałe, ze środkowej części roślin. Liście wysuszono w profesjonalnej suszarni termicznej w temperaturze 60°C. Badania analityczne przeprowadzono w Laboratorium Jakości Warzyw i Surowców Zielarskich Katedry Warzywnictwa i Roślin Lecznicznych UP w Lublinie. W powietrznie suchych liściach form ozdobnych *Brugmansia* oraz bielunia indiańskiego oznaczono zawartość (%) substancji biologicznie czynnych:

- kwasów fenolowych ogółem w przeliczeniu na kwas kawowy,
- garbników,
- alkaloidów tropanowych ogółem w przeliczeniu na hioscyjaminę.

Tabela 1. Średnia temperatura powietrza (°C) oraz sumy opadów (mm) w okresie maj–wrzesień w roku 2006 wg Laboratorium Agrometeorologicznego Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie na tle średnich wieloletnich (1951–2005)

Table 1. Mean air temperature (°C) and total rainfalls (mm) for May–September in the year 2006 according to Agro-meteorological Laboratory at University of Life Sciences in Lublin compared to the long term average (1951–2005)

Dekada 10-Days Period	Maj May	Czerwiec June	Lipiec July	Sierpień August	Wrzesień September
Temperatura/ temperature (°C)					
1	13,5	11,6	21,2	18,4	15,7
2	14,6	17,9	20,8	18,3	15,9
3	12,8	21,1	23,5	15,6	15,6
Średnia miesięczna Monthly average	13,6	16,8	21,8	17,4	15,7
Średnia miesięczna wieloletnia Long-term monthly average	13,0	16,4	17,9	17,2	12,9
Opady/ rainfall (mm)					
1	9,0	28,4	0,0	73,0	11,0
2	18,4	0,0	6,8	79,7	0,0
3	32,1	9,5	0,0	45,6	0,0
Suma miesięczna Monthly sum	59,5	37,9	6,8	198,3	11,0
Suma miesięczna wieloletnia Long-term monthly sum	57,2	65,9	73,6	71,1	51,4

Oznaczanie zawartości kwasów fenolowych ogółem (% powietrznie suchej masy) przeprowadzono metodą spektrofotometryczną z odczynnikiem Arnova [Farmakopea Polska V 1999]. W tym celu odważono 10 g wysuszonego i rozdrobnionego surowca, który ekstrahowano 3-krotnie metanolem na łaźni wodnej pod chłodnicą zwrotną. Surowiec odsączono i oddestylowano rozpuszczalnik pod zmniejszonym ciśnieniem. Pozostałość rozpuszczono w 20 ml gorącej wody i pozostawiono w lodówce na 12 h. Wytrącony balast odsączono na sączku bibułowym, a roztwór przeniesiono do kolby miarowej i uzupełniono wodą destylowaną do 100 ml. Następnie określono zawartość sumy kwasów fenolowych, dodając do próbki o pojemności 10 ml kolejno: 1 ml otrzymanego w toku ekstrakcji roztworu, 1 ml wody destylowanej, 1 ml 0,5 M HCl i 1 ml odczynnika Arnova, po 6 min dodano 1 ml 1 M NaOH, uzupełniając próbkę do kreski. Uzyskaną mieszaninę przeniesiono ilościowo do kuwet o pojemności 1 ml i oznaczono spektrofotometrycznie. Absorbancję roztworu mierzono przy długości fali 490 nm. Procentową zawartość wolnych kwasów fenolowych w przeliczeniu na kwas kawowy (C₉H₇O₄) obliczono ze wzoru:

$$X = 3,5087A : m$$

gdzie:

A – absorpcja roztworu badanego,
 m – odważka surowca.

Oznaczenie garbników przeprowadzono metodą wagowo-miareczkową [Farmakopea Polska IV 1970], w której wykorzystywana jest zdolność tworzenia trudno rozpuszczalnych osadów reakcji garbników z jonami miedzi [Strzelecka i in. 1987]. Oznaczenie jest dwufazowe. W pierwszej fazie następuje wytrącanie garbników z wyciągu badanego roztworu surowca 0,1 N roztworem octanu miedzi (II). Wytrącony osad garbników miedzi (II) odsącza się, suszy do stałej masy oraz waży jego masę. W drugiej fazie nadmiar niezwiązanych przez garbniki jonów miedzi miareczkuje się przy użyciu 0,1 N roztworu tiosiarczanu sodu.

Zawartość garbników w 50 ml wyciągu wodnego oblicza się ze wzoru:

$$X = C - (a - 3b) \cdot 6,354 \cdot 1,252$$

gdzie:

C – masa garbników liczona jako różnica pomiędzy masą sączków z osadem i bez osadu,
 a – ilość ml 0,1 N roztworu octanu miedzi (II) zużytego do wytrącania garbników,
 b – ilość ml 0,1 N roztworu tiosiarczanu sodu użytego do miareczkowania niezwiązanej przez garbniki miedzi (II).

Zawartość garbników w % wagowych obliczono na podstawie wzoru:

$$Y = 2X : d$$

gdzie:

Y – zawartość garbników (%),
 X – zawartość garbników w 50 ml wyciągu wodnego,
 d – odważka surowca (10 g).

W oznaczaniu zawartości alkaloidów tropanowych metodą miareczkową wykorzystywana jest zdolność wiązania wyekstrahowanych i oczyszczonych alkaloidów w roztworze wodnym z kwasem siarkowym o znanym mianie i odmiareczkowaniu nadmiaru niestrąconego kwasu za pomocą wodorotlenku sodu wobec czerwieni metylowej [Farmakopea Polska VI 2002]. W tym celu 10 g sproszkowanego surowca umieszczono w kolbie stożkowej i dodano kolejno: 5 ml amoniaku 25%, 10 ml etanolu 96% i 30 ml eteru dietylowego, a po 12 h 10 ml chloroformu. Następnie 1 ml roztworu odparowano, a pozostały rozpuszczono w 3 ml kwasu siarkowego ($0,25 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$) i dodano 1 ml odczynnika Mayera. Roztwór z kolby oddestylowano do 50 ml i przeniesiono do rozdzielacza. Całość wytrząsano 3-krotnie z 20 ml kwasu siarkowego ($0,25 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$) i dodano do rozdzielacza. Kolbę destylacyjną przemyto 3-krotnie 15 ml eteru dietylowego i wiano do rozdzielacza. Po odlaniu warstwy eterowej połączone kwaśne wyciągi zalkalizowano amoniakiem 25%. Następnie zalkalizowany wyciąg przeniesiono do rozdzielacza i wytrząsano 3-krotnie z 20 ml chloroformu. Wyciągi chloroformowe połączone i przeniesiono do rozdzielacza oraz przemyto 10 ml wody destylowanej. Chloroform oddestylowano na łaźni wodnej. Pozostałość ogrzewano przez 15 min na łaźni wodnej pod zmniejszonym ciśnieniem. Następnie ochłodzono i rozpuszczono w 3 ml chloroformu, dodano 20 ml kwasu siarkowego ($0,01 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$) i usunięto chloroform przez oddestylowanie na łaźni wodnej. Dodano 0,15 ml roztworu czerwieni metylowej i nadmiar kwasu siarkowego miareczkowano $0,02 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ roztworem wodorotlenku sodu.

1 ml $0,01 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ kwasu siarkowego odpowiada 5,788 mg alkaloidów, w przeliczeniu na hioscyjamineę.

Procentową zawartość sumy alkaloidów tropanowych, w przeliczeniu na hioscyjaminę, obliczono wg wzoru:

$$X = 57,88 \cdot (20 - n) : (100 - d) \cdot m$$

gdzie:

n – objętość (ml) zużytego roztworu wodorotlenku sodu ($0,02 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$),

d – strata masy po wysuszeniu (%), wilgotność,

m – odważka surowca (g) (10 g).

Wyniki badań analitycznych opracowano statystycznie jako eksperyment dwuczynnikowy ($A \times B$), gdzie A – badane surowce ($a = 7$), B – termin zbioru liści ($b = 2$), metodą analizy wariancji. Istotność różnic oceniono za pomocą wielokrotnych przedziałów ufności Tukeya przy 5% poziomie ufności.

WYNIKI I DYSKUSJA

Zawartość kwasów fenolowych ogółem w przeliczeniu na kwas kawowy w liściach ozdobnych roślin *Brugmansia* wynosiła średnio od 0,06 do 0,11% powietrznie suchej masy (tab. 2). Liście *Datura innoxia* zgromadziły zdecydowanie więcej tych substancji biologicznie czynnych (średnio 0,15%). Wykazano statystycznie istotny wpływ terminu zbioru liści na akumulację kwasów fenolowych. Istotnie więcej tych związków oznaczono w liściach z 2. terminu zbioru (0,11%) w porównaniu z 1. terminem (0,09%). W odniesieniu do roślin *Brugmansia* stwierdzono duże zróżnicowanie co do zawartości badanych związków. Istotnie najwięcej kwasów fenolowych oznaczono w liściach obiektów: 'F', 'M' oraz 'E' (średnio 0,10–0,11%), najmniej zaś w liściach obiektów 'A' i 'B' (średnio 0,06 i 0,07%). W dostępnej literaturze nie znaleziono informacji o zawartości kwasów fenolowych w liściach roślin z rodzaju *Brugmansia* i *Datura*. Na podstawie wyników tej pracy można stwierdzić, że są to wartości zdecydowanie mniejsze w porównaniu z zawartością w ziele: karczocha (1,02–2,05%) [Sałata 2010], kardą (0,92–2,81%) [Sałata i in. 2015], bazylii (1,85–1,89%), melisy (0,57–0,62%) [Frąszczak i in. 2015] oraz w owocni fasoli zwykłej i fasoli wielokwiatowej (0,45–0,61%) [Łabuda i in. 2001], a zbliżone (0,031–0,146%) do oznaczonych w łupinie nasiennej fasoli zwykłej i fasoli wielokwiatowej [Łabuda i Papliński 2007] oraz znacznie większe (0,027–0,047%) od określonych w łuskach mięsistych cebuli szalotki [Tendaj i Mysiak 2008].

Zawartość garbników w liściach badanych roślin wynosiła średnio 3,9% powietrznie suchej masy (tab. 3). Stwierdzono statystycznie istotne zróżnicowanie w akumulacji tych związków między badanymi obiektami. Istotnie najwięcej garbników oznaczono w liściach bielunia indiańskiego (średnio 5,3%). Dużą zawartość garbników (średnio ponad 4%) oznaczono w liściach roślin z rodzaju *Brugmansia* obiektów: 'F', 'E', 'C'. W liściach roślin pozostałych obiektów zawartość tych związków wynosiła średnio od 2,8 do 3,2% powietrznie suchej masy. Istotnie większą zawartością garbników odznaczały się liście bielunia indiańskiego oraz roślin pięciu obiektów *Brugmansia* zebrane w 2. terminie, z wyjątkiem liści roślin obiektu 'C', w których zawartość tych związków nie była zróżnicowana między terminami zbioru. W literaturze przedmiotu brak jest doniesień o zawartości garbników w liściach roślin *Brugmansia* będących obiektem tej pracy. Zbliżoną zawartość garbników wykazano w owocni fasoli wielokwiatowej (2,76–5,21%)

[Łabuda i in. 2001] oraz w ziele karda (3,05–4,04%) [Sałata i in. 2015]. Zdecydowanie większą oznaczono w ziele karczocha (5,248–8,093%) [Sałata 2010], a także szafwii lekarskiej (7,7–11,1%) [Zawiślak 2006].

Tabela 2. Zawartość kwasów fenolowych ogółem, w przeliczeniu na kwas kawowy, w liściach *Brugmansia* i bielunia indiańskiego w zależności od terminu zbioru (% powietrznie suchej masy)
Table 2. The total content of phenolic acids, expressed as the caffeic acid, in leaves of *Brugmansia* and thorn-apple depending on the harvest time (% of air dry weight)

Obiekt Object	Zawartość kwasów fenolowych/ Content of phenolic acids		
	termin zbioru liści/ harvest time of leaves		średnio mean
	I 22.08	II 28.09	
Rośliny ozdobne <i>Brugmansia</i> Ornamental plants of <i>Brugmansia</i>			
‘A’	0,06	0,05	0,06
‘B’	0,06	0,09	0,07
‘C’	0,10	0,11	0,11
‘D’	0,11	0,11	0,11
‘E’	0,08	0,12	0,10
‘F’	0,07	0,10	0,09
Bieluń indiański/ Thorn-apple	0,15	0,16	0,15
Średnio/ Mean	0,09	0,11	0,10
NIR _{0,05} / LSD _{0,05} :			
Obiekt/ Object (A)			0,003
Termin zbioru/ Harvest time (B)			0,009
A × B			0,004

Tabela 3. Zawartość garbników w liściach *Brugmansia* i bielunia indiańskiego w zależności od terminu zbioru (% powietrznie suchej masy)

Table 3. The total content of tannins in leaves of *Brugmansia* and thorn-apple depending on the harvest time (% of air dry weight)

Obiekt Object	Zawartość garbników/ Content of tannins		
	termin zbioru liści/ harvest time of leaves		średnio mean
	I 22.08	II 28.09	
Rośliny ozdobne <i>Brugmansia</i> Ornamental plants of <i>Brugmansia</i>			
‘A’	2,5	3,0	2,8
‘B’	2,8	3,1	2,9
‘C’	4,3	4,4	4,3
‘D’	3,0	3,4	3,2
‘E’	4,3	4,6	4,4
‘F’	4,3	4,8	4,5
Bieluń indiański/ Thorn-apple	5,1	5,5	5,3
Średnio/ Mean	3,8	4,1	3,9
NIR _{0,05} / LSD _{0,05} :			
Obiekt/ Object (A)			0,13
Termin zbioru/ Harvest time (B)			n.i./ n.s.
A × B			0,22

Zawartość alkaloidów tropanowych w liściach roślin z rodzaju *Brugmansia* w przeliczeniu na hioscyjaminę wynosiła średnio od 0,07 do 0,18% powietrznie suchej masy (tab. 4). W liściach *Datura innoxia* była natomiast istotnie większa (średnio 0,29%) i przewyższała minimalną wartość normy (0,25%) obowiązującą dla surowca zielarskiego *Datura* zawartą w Farmakopei Polskiej VI [2002]. W odniesieniu do wszystkich obiektów roślin z rodzaju *Brugmansia* oraz bielunia indiańskiego więcej alkaloidów tropanowych wykazano w liściach zebranych we wrześniu (średnio 0,16%) w porównaniu z zebranymi wcześniej (średnio 0,13%).

Tabela 4. Zawartość alkaloidów tropanowych (w przeliczeniu na hioscyjaminę) w liściach *Brugmansia* i bielunia indiańskiego w zależności od terminu zbioru (% powietrznie suchej masy)

Table 4. The total content of tropane alkaloids (expressed as hioscyanine) in leaves of *Brugmansia* and thorn-apple depending on the harvest time (% of air dry weight)

Obiekt Object	Zawartość alkaloidów tropanowych/ Content of tropane alkaloids		średnio mean
	termin zbioru liści/ harvest time of leaves		
	I 22.08	II 28.09	
Rośliny ozdobne <i>Brugmansia</i> Ornamental plants of <i>Brugmansia</i>			
‘A’	0,12	0,14	0,13
‘B’	0,06	0,09	0,07
‘C’	0,09	0,12	0,11
‘D’	0,17	0,19	0,18
‘E’	0,12	0,13	0,12
‘F’	0,11	0,15	0,13
Bieluń indiański/ Thorn-apple	0,27	0,30	0,29
Średnio/ Mean	0,13	0,16	0,15
NIR _{0,05} / LSD _{0,05} :			
Obiekt/ Object (A)			0,010
Termin zbioru/ Harvest time (B)			n.i./ n.s.
A × B			0,016

Zawartość alkaloidów tropanowych w roślinach z rodziny Solanaceae jest zróżnicowana i zależna od cech genetycznych, fazy wzrostu i rozwoju oraz organu rośliny, a także od warunków środowiska i uprawy. Według badań Gaire i Subedi [2013] zawartość alkaloidów tropanowych w liściach roślin *Datura stramonium* stanowiła od 0,21 do 0,29% powietrznie suchej masy. Berkov [2003] wykazał, że w roślinach *Datura ceratocaula* zawartość hioscyjminy i skopolaminy była większa w liściach (odpowiednio 0,047 i 0,029%), łodydze (0,042 i 0,020%) oraz kwiatach (0,041 i 0,034%) aniżeli w korzeniach (0,016 i 0,007%) i nasionach (0,025 i 0,007%). Miraldi i in. [2001] stwierdzili natomiast, że zarówno młode, jak i starsze rośliny *Datura stramonium* akumulowały zdecydowanie więcej atropiny w stosunku do skopolaminy. Większą zawartość atropiny oznaczono w łodygach młodych roślin (0,0915%) w porównaniu z akumulacją w nasionach (0,0387%). W roślinach młodszych większą zawartością atropiny odznaczały się liście średniej wielkości (0,0831%), w starszych zaś liście małe (0,0165%). Większą zawartość alkaloidów w liściach *Datura innoxia* wykazały Buczkowska i Pakuła [2007] w fazie wzrostu wegetatywnego roślin (0,199%) aniżeli w okresie kwitnienia (0,182%).

Można zatem wnioskować, iż w warunkach klimatycznych Polski rośliny ozdobne z rodzaju *Brugmansia* oraz *Datura innoxia* akumulowały stosunkowo dużo alkaloidów tropanowych (0,08– 0,29%) w odniesieniu do wykazanych we Włoszech przez Miraldi i in. [2001] w roślinach gatunku *Datura stramonium* oraz przez Berkova [2003] w roślinach gatunku *Datura ceratocaula* w klimacie Bułgarii. Dużą ilość alkaloidów tropanowych (0,3–0,8% powietrznie suchej masy surowca) gromadzą rośliny niektórych wieloletnich gatunków *Brugmansia* (*B. aurea*, *B. candida*, *B. sanguinea*). Są one uprawiane w Ekwadorze z przeznaczeniem na surowiec zielarski, z którego w ciągu 1 roku uzyskuje się plon skopolaminy w zakresie od 14 do 20 kg z 1 ha uprawy [Griffin i Lin 2000].

W niniejszej pracy największą zawartość alkaloidów tropanowych w przeliczeniu na hioscyjaminę oznaczono w liściach roślin obiektu 'D' – o pełnych i żółtych kwiatach (średnio 0,18%), co w porównaniu z zawartością skopolaminy w surowcu roślin gatunków *Brugmansia* uprawianych w Ameryce Południowej jest ilością znaczącą. W związku z tym za zasadne należy uznać postulaty wzywające do wzmożonej ostrożności w umieszczaniu w ogrodach przydomowych oraz na tarasach form ozdobnych tych roślin, z uwagi na bezpieczeństwo przebywających tam osób, a zwłaszcza dzieci. Jeżeli rośliny te są ekspozowane w miejscach ogólnie dostępnych, konieczne są obserwacje, czy nie są zrywane i świadomie wykorzystywane w niebezpiecznych celach.

WNIOSKI

Badane rośliny ozdobne z rodzaju *Brugmansia* różniły się istotnie pod względem zawartości w liściach ocenianych składników chemicznych:

– istotnie największą zawartość kwasów fenolowych ogółem (%) oraz alkaloidów tropanowych w przeliczeniu na hioscyjaminę (%) oznaczono w powietrznie suchych liściach roślin obiektu 'D' – o żółtych i pełnych kwiatach,

– stosunkowo dużą zawartość garbników (powyżej 4%) wykazano w liściach obiektów: 'F' – o bardzo dużych kwiatach żółtych, 'E' – o bardzo dużych kwiatach różowych oraz 'C' – o pełnych kwiatach białych.

Liście bielunia indiańskiego odmiany 'Indianka' okazały się zdecydowanie bardziej zasobne w badane substancje biologicznie czynne.

Nieznacznie większą zawartość wymienionych składników chemicznych oznaczono w liściach roślin *Brugmansia* oraz *Datura innoxia* zebranych w 3. dekadzie września aniżeli w 2. dekadzie sierpnia.

Ze względu na obecność alkaloidów tropanowych w roślinach rodzaju *Brugmansia* zasadna jest ostrożność w ekspozowaniu tych roślin w ogrodach przydomowych, tarasach oraz miejscach ogólnie dostępnych.

PIŚMIENNICTWO

- Bennett B.C., 1992. Hallucinogenic plants of the Shuar and related indigenous groups in Amazonian Ecuador and Peru. *Brittonia* 44, 4, 483–493.
- Berkov S., 2003. Alkaloids of *Datura ceratocaula*. *Z. Naturforsch.* 58c, 455–458.
- Berkov S., Doncheva T., Philipov S., Alexandrov K., 2005. Ontogenetic variation of the tropane alkaloids in *Datura stramonium*. *Biochem. Syst. Ecol.* 33, 1017–1029.

- Buczowska H., Pakuła I., 2007. Yield of herb (*Datura innoxia* Mill.) and content of alkaloids depending in development stage of harvested plants. *Herba Pol.* 53 (3), 115–120.
- Cunningham N., 2008. Hallucinogenic plants of abuse. *Emerg. Med. Australas.* 20, 167–174.
- De Feo V., 1992. Medicinal and magical plants in the northern Peruvian Andes. *Fitoterapia* 53 (5), 417–440.
- De Feo V., 2004. The ritual of *Brugmansia* species in traditional Andean medicine in northern Peru. *Econ. Bot.* 58 (Supl.), 221–229.
- De Simone R., Margarucci L., De Fero V., 2008. Tropane alkaloids: an overview. *Pharmacologyonline* 1, 70–89.
- Diaz G.J., 2015. Toxicosis by plant alkaloids in humans and animals in Columbia. *Toxins* 7, 5408–5416.
- Doncheva T., Berkov S., Philipov S., 2006. Comparative study of the alkaloids in tribe Datureae and their chemosystematic significance. *Biochem. Syst. Ecol.* 34, 478–488.
- Farmakopea Polska IV, 1970. PTF, Warszawa.
- Farmakopea Polska V, 1999. PTF, Warszawa.
- Farmakopea Polska VI, 2002. PTF, Warszawa.
- Frąszczak B., Gąsecka M., Golcz A., Zawirska-Wojtasiak R., 2015. The chemical composition of lemon balm and basil plants grown under different light conditions. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus* 14 (4), 93–104.
- Gaire B.P., Subedi L., 2013. A review on pharmacological and toxicological aspects of *Datura stramonium* L. *J. Integr. Med.* 11 (2), 73–79.
- Griffin W.J., Lin G.D., 2000. Chemotaxonomy and geographical distribution of tropane alkaloids. *Phytochemistry* 53, 625–637.
- Haegi L., 1976. Taxonomic account of *Datura* L. (Solanaceae) in Australia with a note on *Brugmansia* Pers. *Aust. J. Bot.* 24 (3), 415–435.
- Hennenberg M., Skrzydlewska E., 1984. Zatrucia roślinami wyższymi i grzybami. PZWL, Warszawa, 143–145, 150–152.
- Kohlmünzer S., 2003. Farmakognozja. Wyd. Lek. PZWL, Warszawa.
- Łabuda H., Papliński R., Kuzyk K., 2001. Porównanie zawartości fenolokwasów i garbników w owocni fasoli *Phaseolus vulgaris* L. i *Phaseolus coccineus* L. *Annales UMCS, sec. EEE, Horticultura* 9 (supl.), 183–188.
- Łabuda H., Papliński R., 2007. The content of phenolic acids in white and colour seeds of the *Phaseolus* sp. cultivars. *Herba Pol.* 53 (3), 302–307.
- Macchiaiolo M., Vignati E., Gonfiantini M.V., Grandin A., Romano T., Salata M., Valentini D., Villani A., 2010. An unusual case of anisocoria by vegetal intoxication: a case report. *Ital. J. Pediatr.* 36 (50), 1–3.
- Miraldi E., Masti A., Ferri S., Barni Comparini I., 2001. Distribution of hyoscyamine and scopolamine in *Datura stramonium*. *Fitoterapia* 72, 644–648.
- Sałata A., 2010. Wpływ zabiegów agrotechnicznych na plon i wartość biologiczną karczocha zwyczajnego (*Cynara scolimus* L.). *Rozpr. Nauk. UP w Lublinie*, 343, ss. 112.
- Sałata A., Buczowska H., Galarza S.V.L., Moreno-Ramon H., 2015. The polyphenolic compounds of a cardoon herb depending on length of the vegetation period. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus* 14 (4), 155–167.
- Strzelecka H., Kamińska J., Kowalski J., Malinowski J., Walewska E., 1987. Chemiczne metody badań roślinnych surowców leczniczych. PZWL, Warszawa, ss. 172.
- Tendaj M., Mysiak B., 2008. Zawartość flawonoidów i kwasów fenolowych w cebulach szalotki niektórych populacji i odmian. *Zesz. Probl. Nauk Rol.* 527, 309–315.
- Van Der Donck I., Mulliez E., Blanckaert J., 2004. Angel's trumpet (*Brugmansia arborea*) and mydriasis in child – a case report. *Bull. Soc. Belge Ophtalmol.* 292, 53–56.

- Vitale A.A., Acher A., Pomilio A.B., 1995. Alkaloids of *Datura ferox* from Argentina. J. Ethnopharmacol. 49, 81–89.
- Zawiślak G., 2006. Wpływ warunków pogodowych na wzrost i plonowanie oraz zawartość niektórych substancji biologicznie czynnych szalwii lekarskiej (*Salvia officinalis* L.). Annales UMCS, sec. EEE, Horticultura 16, 101–112.

Summary. The research was carried out in 2006. The leaves of *Brugmansia* genus and thorn-apple 'Indianka' were collected for chemical estimation from a field experiment in which their decorative qualities were evaluated. The objects of research were 6 different plants of *Brugmansia* genus and thorn-apple. The ornamental plants of *Brugmansia* investigated in the study were considerably different in the evaluated chemical components content. The most significant content of total phenolic acids (mean 0.11%) and tropane alkaloids on hyoscyamine (mean 0.18%) was marked in air dried leaves of plants of 'D' object – with yellow and full-bloomed flowers. A relatively high content of tannins was found in the leaves of 'F' object – very big yellow flowers (mean 4.5%), 'E' object – very big pink flowers (mean 4.4%) and 'C' – white full-bloomed flowers (mean 4.3%). The leaves of thorn-apple 'Indianka' were proved to be much richer in total phenolic acids (mean 0.15%), tannins (mean 5.3%) and tropane alkaloids on hyoscyamine (mean 0.29%). A slightly higher content of the aforementioned chemical components was marked in the leaves of plants of *Brugmansia* genus and *Datura innoxia* harvested in the 3rd 10-day period of September than in the 3rd 10-day period of August. Because of the presence of tropane alkaloids in the plants of *Brugmansia* genus it is important to expose these plants in gardens, on terraces and in public places carefully.

Key words: Solanaceae, ornamental plants – „angel's trumpets”, phenolic acids, tannins, tropane alkaloids