

Mgr inż. Natalia GIERASIMIUK  
Dr hab. inż. Sławomir BAKIER prof. PB  
Zamiejscowy Wydział Leśny Politechniki Białostockiej w Hajnówce

## ANALIZA WIĄZANIA WODY W WYBRANYCH SUROWCACH ZIELARSKICH®

The analysis of binding water in selected herbal materials®

*Badania zostały zrealizowane w ramach pracy nr S/ZWL/1/2014 i sfinansowane ze środków na naukę MNiSW*

**Słowa kluczowe:** surowce zielarskie, wiązanie wody, zawartość wody, aktywność wody.

*W artykule przedstawiono wyniki badań stopnia wiązania wody w wybranych surowcach zielarskich pozyskiwanych w zbiorze ręcznym z naturalnych siedlisk z obszaru Puszczy Białowieskiej. Materiał do badań stanowił susz uzyskany w wyniku suszenia konwekcyjnego w zakładzie produkcyjnym EkoHerba. Badania obejmowały pomiar zawartości wody oraz aktywności wody. Stwierdzono, że wśród 10 przeanalizowanych surowców, występują znaczące różnice w stopniu wiązania wody. Procentowa zawartość wody w analizowanych surowcach mieściła się w granicach 6-15%. Aktywność wody zawierała się w przedziale  $0,318 < a_w < 0,719$ . W wyniku analizy przeprowadzonych badań stwierdzono istnienie trzech grup surowców zielarskich o różnym stopniu wiązania wody.*

**Key word:** herbal raw materials, binding water, water content, water activity.

*The paper show the results of surveys measuring the binding of water of herbal raw materials – after of gaining in the set manually from nature, from the area of the Białowieza Forest. The research material was a drought obtained by convective drying at the factory EkoHerba. The study included measurement of water content and water activity. It was found that there are significant differences in the binding of water among of 10 analyzed raw materials. Percentage water content in the analyzed raw materials was in the range 6-15%. The water activity ranged in  $<0,318;0,719>$ . The results of the study revealed that there are three groups of herbal raw materials with varying degrees of binding water.*

### WSTĘP

Suszone surowce zielarskie dzięki swoim wartościom aromatycznym, smakowym i leczniczym znalazły uznanie konsumentów na całym świecie [14]. W przemyśle spożywczym wykorzystywane są głównie jako przyprawy, smakoherbaty ziołowe oraz suplementy diety [8]. W przetwórstwie farmaceutycznym są źródłem cennych substancji wykorzystywanych w postaci suszonej, ekstraktów płynnych lub wyciągów w postaci suchej [8, 14]. Surowce zielarskie powszechnie wykorzystywane są w terapiach wspomagających medycynę konwencjonalną. Światowe spożycie ziół i preparatów ziołowych utrzymuje się na wysokim poziomie. Zioła mogą być wykorzystywane w alternatywnych metodach leczenia wielu schorzeń [8].

Światowa produkcja ziół obejmuje ok. 2 tys. gatunków roślin, a w Europie ok. 130 gatunków [14]. W Polsce uprawa ziół (wg danych z GUS za 2011) obejmuje powierzchnię około 14 tys. ha, co stanowi 0,14 % udziału w ogólnej krajowej powierzchni zasiewów [14, 18]. Województwo podlaskie, ze względu na cenne walory przyrodnicze, charakteryzuje się sprzyjającymi warunkami do pozyskiwania ziół. Źródłem surowca zielarskiego oprócz upraw, jest również

sezonowe zbieractwo ręczne ze stanu naturalnego [14]. Zioła zebrane ze stanowisk naturalnych charakteryzują się wysokimi zawartościami substancji czynnych, do których należą: olejki eteryczne, polifenole (w tym taniny, flawonoidy, lignany itd.), alkaloidy, glikozydy, saponiny itd. [16].

Ilość zawartej wody oraz stopień jej wiązania w suszu determinują jakość surowca zielarskiego i wiele chemicznych oraz biochemicznych procesów zachodzących w trakcie przechowywania. Zawartość wody to powszechnie wykorzystywany w badaniach parametr produktów żywnościowych, zielarskich, rolniczych, itd.. Stopień wiązania wody określany jest poprzez pomiar aktywności wody ( $a_w$ ) definiowanej jako stosunek prężności pary wodnej nad danym produktem do prężności pary wodnej nad czystą wodą w warunkach stałej temperatury i ciśnienia [10, 17]. Aktywność dla wody czystej wynosi  $a_w = 1$ , natomiast dla produktu zupełnie pozbawionego wody  $a_w = 0$ . Jest ona parametrem określającym stopień wiązania wody w produkcie, a tym samym świadczy o dostępności wody dla mikroorganizmów [3, 4, 11, 12]. Aktywność wody umożliwia powiązanie stanu termodynamicznego wody (woda w monowarstwie, powierzchniowa, usieciowana, wolna – objętościowa) w produktach spożywczych z ich właściwościami fizycznymi

i biologicznymi, a tym samym jakością oraz trwałością produktów [10]. W efekcie podstawowym parametrem odpowiedzialnym za trwałość produktu nie jest zawartość wody a aktywność wody, która determinuje możliwość rozwoju mikroorganizmów. Aktywność drobnoustrojów jest całkowicie zahamowana przy  $a_w < 0,6$ . Poszczególne grupy drobnoustrojów nie rozwijają się przy następujących wartościach aktywności wody [5,10]: pleśnie  $a_w < 0,7$ , drożdże  $a_w < 0,8$ , bakterie  $a_w < 0,9$ .

Aktywność wody suszonych owoców zawiera się w przedziale  $0,65 < a_w < 0,75$ . W takim też zakresie rozwijają się m.in. pleśnie *Aspergillus chevalieri*, *A.candidus* czy *Saccharomyces bisporus* [5, 7]. Obecność mikroorganizmów w produktach przyczynia się do drastycznego pogorszenia ich jakości, obniżenia właściwości leczniczych lub całkowitego zepsucia w przypadku rozwoju pleśni wytwarzających mykotoksyny [6].

Dane literaturowe wskazują na powszechnie występujące mikrobiologiczne zanieczyszczenia ziół, herbat ziołowych oraz innych preparatów na bazie surowców zielarskich. Badania potwierdziły obecność mykotoksyn będących produktem metabolizmu wtórnego grzybów strzępkowych szczególnie z rodzaju *Fusarium*, *Aspergillus* oraz *Penicillium* [2]. Toksyny grzybowe wykazują działanie: cytotoksyczne, neurotoksyczne, genotoksyczne, hepatotoksyczne oraz immunosupresyjne [1,2]. W celu przedłużenia trwałości produktów spożywczych również zielarskich, stosuje się ich odwodnienie, najczęściej poprzez suszenie konwekcyjne [9]. Warunkiem uzyskania trwałych i „bezpiecznych” w trakcie przechowywania produktów zielarskich (tak, jak i spożywczych) jest doprowadzenie w produkcie wysuszonego do poziomu aktywności wody wynoszącego poniżej  $a_w=0,6$ . Z drugiej strony należy pamiętać, że suszenie jest procesem energochłonnym, dlatego też powinien być realizowany w taki sposób, aby minimalizować zużycie energii na uzyskanie gotowego produktu o właściwej jakości.

W literaturze przedmiotu można znaleźć ogromną liczbę doniesień na temat zawartości wody i aktywności wody w różnych produktach spożywczych [13, 15]. Brakuje tymczasem doniesień o zależnościach pomiędzy tymi parametrami w ziołach często stanowiących unikalny surowiec.

**Celem artykułu jest prezentacja wyników badań własnych dotyczących stopnia wiązania wody poprzez pomiar aktywności wody w wybranych suszonych surowcach zielarskich wytwarzanych w firmie EkoHerba na terenie województwa podlaskiego. Na podstawie przeprowadzonych pomiarów dokonano podziału analizowanych surowców zielarskich na grupy o różnej sile wiązania wody (i podatności na suszenie) oraz oceniono efekt wysuszenia analizowanych produktów.**

## MATERIAŁY I METODY

Badania zawartości oraz aktywności wody surowców zielarskich zostały wykonane w Laboratorium Ubocznych Produktów Leśnych – Pracowni Właściwości Fizycznych Zamiejscowego Wydziału Leśnego PB w Hajnówce. Przeanalizowano 10 wybranych rodzajów surowców zielarskich dostarczonych przez producenta – EkoHerbę, zakład zielarski mieszczący się na terenie woj. podlaskiego. Surowce pochodziły z terenów Puszczy Białowieskiej oraz jej okolic.

Asortyment analizowanych surowców zielarskich przedstawia tabela 1.

**Tabela 1. Asortyment analizowanych surowców zielarskich**

**Table 1. Type of analyzed herbal raw materials**

Lp./ No	Nazwa surowca/ Name of raw material	Rodzaj surowca/ Type of raw material	Oznaczenie
1	Pokrzywa zwyczajna <i>Stinging nettle</i>	Liść <i>leave</i>	a
2	Brzoza brodawkowata <i>Silver birch</i>	Liść <i>leave</i>	b
3	Podagrycznik pospolity <i>Ground elder</i>	Ziele <i>herb</i>	c
4	Wrotycz pospolity <i>Tansy</i>	Ziele <i>herb</i>	d
5	Jemioła pospolita <i>Mistletoe</i>	Ziele <i>herb</i>	e
6	Bluszcz pospolity <i>English ivy</i>	Ziele <i>herb</i>	f
7	Dzika róża <i>Wild rose</i>	Owoc <i>fruit</i>	g
8	Mniszek lekarski <i>Dandelion</i>	Korzeń <i>root</i>	h
9	Jałowiec pospolity <i>Common juniper</i>	Owoc <i>fruit</i>	i
10	Jarząb pospolity <i>Mountain ash</i>	Owoc <i>fruit</i>	j

**Źródło:** Opracowanie własne

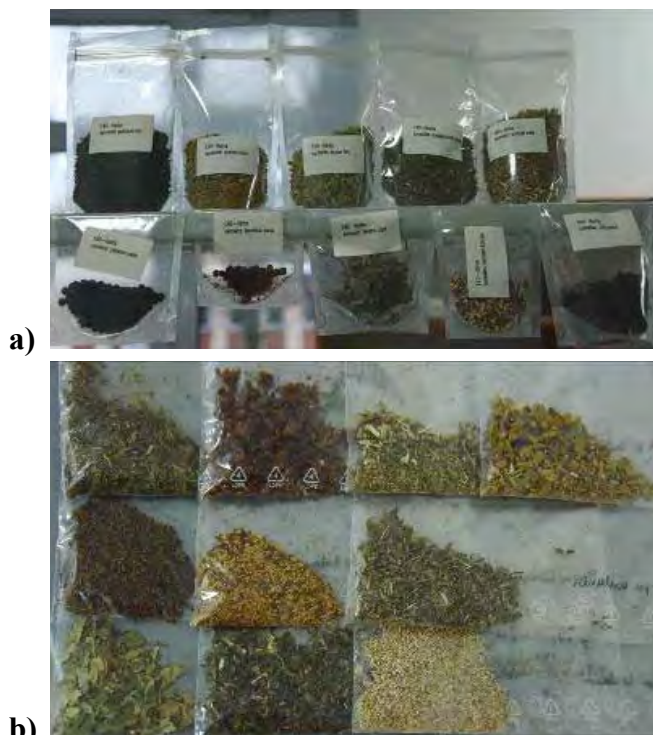
**Source:** Own study

Produkty zielarskie do laboratorium zostały dostarczone w postaci suszu (rys. 1) otrzymanego w wyniku procesu suszenia konwekcyjnego. Materiał badawczy został rozdrobniony (Rys. 1b) przy użyciu młyna Polymix model PXMFC 90D firmy Kinematica (Rys. 2a).

Oznaczenie aktywności wody przeprowadzono z użyciem aparatu AquaLab serii 4TE, Decagon Devices (Rys. 2b), o dokładności dla czujnika punktu rosy  $\pm 0,003$  w temperaturze  $25^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ .

Zawartość wody w produktach zielarskich mierzono metodą masową przy użyciu wagosuszarki Radwag, serii Max 60 z dokładnością  $0,001\text{g}$  (Rys. 2c). Odważano po ok. 1 g surowca i umieszczano na szalce. Temperatura pomiaru wynosiła  $105^{\circ}\text{C}$ .

Wszystkie pomiary powtarzano pięciokrotnie. Obliczano wartość średnią uzyskanych pomiarów i ich odchylenie standardowe. Wyznaczono również za pomocą analizy regresji liniowej zależność przedstawiającą aktywność wody w funkcji jej zawartości i dokonano wstępnego podziału badanego materiału na trzy frakcje, które z różną siłą wiążą wodę. W celu potwierdzenia istniejących różnic w wiązaniu wody w analizowanych surowcach dokonano grupowania badanych materiałów na grupy z wykorzystaniem analizy skupień (ang. cluster analysis) i diagramu drzewa (dendrogramu) w oparciu o metodę pełnych wiązań z padaniem miary odległości pomiędzy grupami.



Rys. 1. Surowce zielarskie: a) dostarczone przez zakład zielarski EkoHerba; b) zmielone w młynie.

Fig. 1. Herbal raw materials: a) provided by herbal companies; b) herbal grinding.

Źródło: Fotografia i opracowanie własne

Source: Photography and own study

## WYNIKI BADAŃ

Na rys. 3 przedstawiono uśrednione wyniki pomiaru aktywności wody  $a_w$  na rys. 4 zawartości wody. Aktywność wody 10 przeanalizowanych surowców mieściła się w przedziale  $a_w$  0,318; 0,719. Spośród badanych produktów najwyższą aktywnością wody charakteryzowało się ziele bluszczu pospolitego, którego  $a_w = 0,719$ , najniższą – ziele podagrycznika pospolitego  $a_w = 0,318$ .

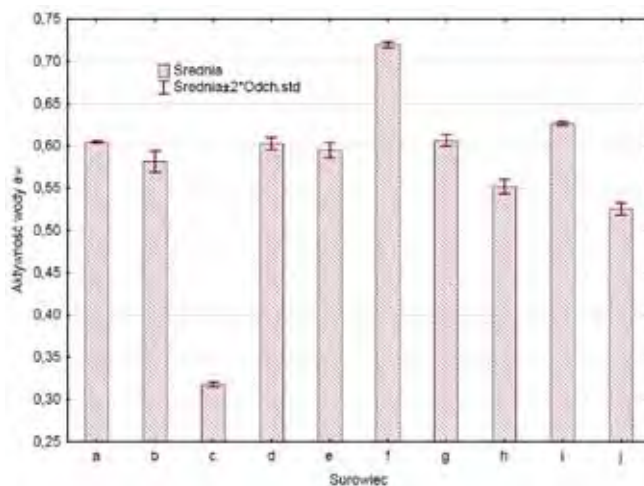


Rys. 2. Zastosowane urządzenia: a) młyn laboratoryjny; b) aparat do pomiaru aktywności wody; c) wagosuszarka.

Fig. 2. Used equipment: a) laboratory mill; b) apparatus for measuring water activity; c) moisture analyzer.

Źródło: Fotografia i opracowanie własne

Source: Photography and own study



Rys. 3. Aktywność wody ( $a_w$ ) badanych surowców zielarskich.

Fig. 3. Water activity ( $a_w$ ) of researched raw herbal materials.

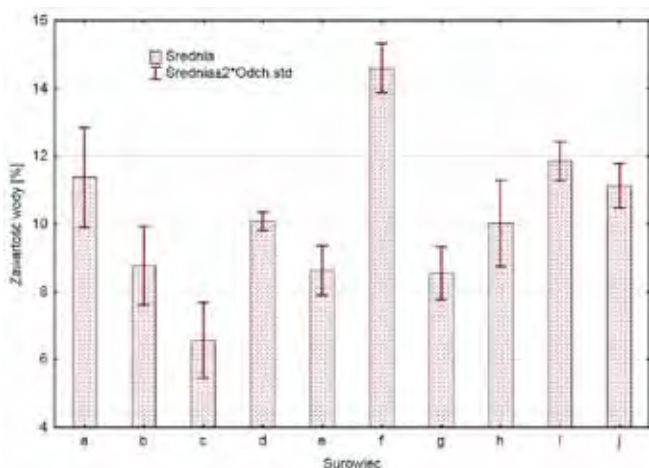
Źródło: Badania własne

Source: The own study

Zawartość wody w badanym materiale mieściła się w przedziale od 6% do 15%. Najniższą zawartość wody w swoim składzie wykazywało ziele podagrycznika pospolitego (6,57%), najwyższą natomiast ziele bluszczu pospolitego (14,59%).

Na rys. 5 przedstawiono zestawienie uzyskanych wyników w postaci zależności aktywności wody w funkcji zawartości wody w badanych ziołach. Wyznaczone liniowe równanie regresji, charakteryzuje się stosunkowo niskim współczynnikiem determinacji  $R^2=0,56$ . Jest to informacja, że stopień wiązania wody w badanych produktach jest różny. Surowcem wyraźnie odróżniającym się od ogólnej tendencji jest ziele podagrycznika pospolitego (c), którego punkt na wykresie znalazł się najniżej pod prostą podobnie jak owoce jarzębu pospolitego. Zdecydowanie nad prostą uzyskaną w wyniku analizy regresji znalazły się trzy różne produkty: liście



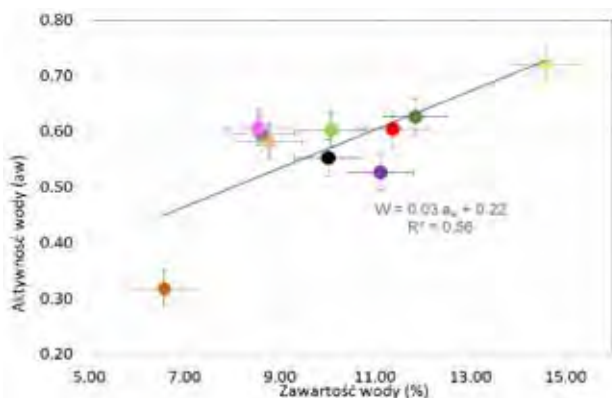


Rys. 4. Procentowa zawartość wody badanych surowców zielarskich.

Fig. 4. Water content in researched raw materials.

Źródło: Badania własne

Source: The own study

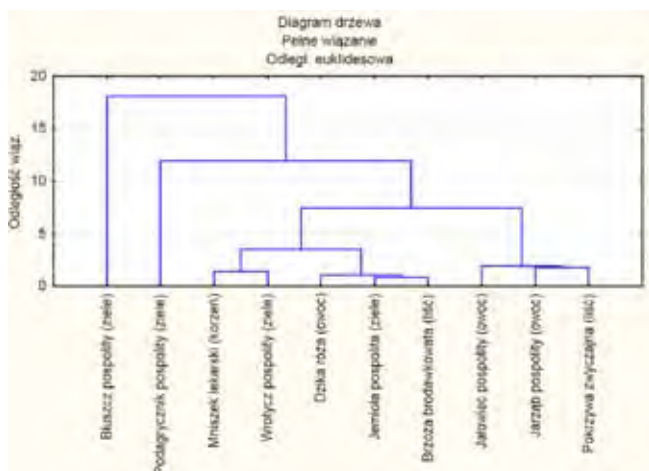


Rys. 5. Zależność aktywności wody od zawartości wody.

Fig. 5. The relationship between water activity and water content.

Źródło: Badania własne

Source: The own study



Rys. 6. Dendrogram przedstawiający wyniki analizy skupień przeprowadzonej w oparciu o metodę pełnych wiązań z miarą odległości.

Fig. 6. Dendrogram of cluster analysis based on the complete-link method with distance measure.

Źródło: Badania własne

Source: The own study

brzozy brodawkowatej, ziele jemioły pospolitej oraz owoce dzikiej róży. Należą one do tych ziół, w których woda jest najslabiej związana, niemniej ich wartość aktywności wody jest na bezpiecznym poziomie. Niestety ziele bluszczu pospolitego ma zdecydowanie za wysoką wartość obu parametrów i w takiej postaci nie nadaje się do przechowywania. W przypadku liści pokrzywy zwyczajnej oraz owoców jałowca pospolitego można mówić o średnim stopniu wiązania wody.

Na rys. 6 przedstawiono dendrogram uzyskany dzięki zastosowaniu analizy skupień. Uzyskano podział zbioru badanych produktów na pięć grup, w których pierwszą tworzy ziele bluszczu pospolitego, drugą ziele podagrycznika pospolitego, trzecią korzeń mniszka i ziele wrotyczu, czwartą owoc dzikiej róży, ziele jemioły pospolitej i liście brzozy brodawkowatej a piątą owoc jałowca pospolitego, jarzębu pospolitego i pokrzywy zwyczajnej. Uzyskane grupy w zasadzie pokrywają się z wyznaczonymi na podstawie analizy równania regresji, niemniej nie zostały na wykresie (rys. 5) „ustawione” chronologicznie od najniższej (grupa czwarta) do najwyższej siły wiązania wody (grupa pierwsza).

Na podstawie uzyskanych wyników pomiarów aktywności i zawartości wody można ocenić również przebieg procesu suszenia. Należy stwierdzić, że proces suszenia nie został z równą dbałością zrealizowany w stosunku do wszystkich produktów. Ziele podagrycznika pospolitego zostało przesuszone, gdyż charakteryzuje się ono stosunkowo niską zawartością i aktywnością wody. Jest to niepotrzebna strata energii a także straty substancji aktywnych w trakcie przebywania w podwyższonej temperaturze podczas suszenia. Ziele bluszczu pospolitego niestety nie zostało dostatecznie dosuszone i nie nadaje się do długotrwałego przechowywania, gdyż charakteryzuje się ono zdecydowanie za wysokimi poziomami zawartości i aktywności wody. Wskazane jest również dosuszenie owoców jałowca pospolitego.

## PODSUMOWANIE

Wyniki przeprowadzonych badań pokazują, jak istotna jest wiedza na temat wiązania wody w suszonych produktach zielarskich. Kontrola tego parametru w trakcie procesu suszenia umożliwia uzyskanie trwałego produktu o wysokiej jakości przy minimalnym nakładzie energii. Stwierdzono, że ziele bluszczu pospolitego było niedosuszone ( $W=15\%$ ,  $a_w=0,719$ ) a ziele podagrycznika pospolitego, przesuszone ( $W=6,57\%$ ,  $a_w=0,318$ ).

Efektom pracy jest również podział 10 badanych produktów zielarskich na grupy różniące się siłą wiązania wody. Do pierwszej grupy produktów silnie wiążących wodę można zaliczyć przede wszystkim ziele podagrycznika pospolitego. Druga grupa wykazująca przeciętną siłę wiązania wody to: liście pokrzywy zwyczajnej, owoce jałowca pospolitego i ziele bluszczu pospolitego. Do trzeciej grupy najslabiej wiążących wodę zaliczyć należy liście brzozy brodawkowatej, ziele jemioły pospolitej i owoc dzikiej róży. Produkty tej grupy mogą być suszone krócej, przy względnie niższych parametrach technologicznych suszenia takich jak: temperatura, prędkość przepływu powietrza i czas suszenia.

Wskazane jest kontynuowanie badań, w celu weryfikacji uzyskanych wyników w przypadku produktów zielarskich pochodzących z różnych stanowisk. Należy również rozszerzyć badania o inne gatunki ziół, których tylko na terenie Puszczy Białowieskiej pozyskuje się kilka razy więcej.

## LITERATURA

- [1] **BATA A., R. LASZTITY. 1999.** „Detoxycation of mycotoxin-contaminated food and feed by microorganisms”. *Trends Food Science Technology* 10: 223-228.
- [2] **BENNET J.W., M. KLICH. 2003.** „Mycotoxins”. *Clinical Microbiology Review* 16: 497-512.
- [3] **BONCZAR G., M. WSZOLEK, M. WALCZYCKA, A. ŻEBROWSKA, K. MACIEJOWSKI. 2005.** „Wpływ wybranych czynników na aktywność wody i jakość mikrobiologiczną miękkich serów z mleka owczego”. *Żywność Nauka Technologia Jakość* 3(76): 98-108.
- [4] **ĆWIERTNIEWSKI K., E. POLAK, K. EGIERSKI. 2005.** „Aktywność wody – parametr trwałości produktów spożywczych”. *Przemysł Spożywczy* 11: 16-19.
- [5] **FONTANA A.J. 2001.** Water activity's role in food safety and quality. *Food safety magazine*, 1(7), <http://www.foodsafetymagazine.com/active-tye28099s-role-in-food-safety-and-quality/> data dostępu: 21.12.2016
- [6] **KAMIL O.H., D. LUPULIASA. 2011.** „Modern aspects regarding the microbial spoilage of pharmaceutical products”. *Farmacia* 59(2): 133-146.
- [7] **KULSHRESTHA R., C.P. GUPTA, G. SHUKLA, M.G. KUNDU, S.P. BHATNAGAR, C.K. KATIYAR. 2008.** “The effect of water activity and storage temperature on the growth of *Aspergillus flavus* in medicinal herbs”. *Planta Medica* 74(10): 1308-1315.
- [8] **LEDZIOM E., K. RYBIŃSKA, J. POSTUPOLSKI, J. KURPIŃSKA-JAWORSKA, M. SZCZĘSNA. 2011.** „Badania i ocena bezpieczeństwa surowców zielarskich w zakresie zanieczyszczenia aflatoksynami”. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny* 62(4): 377-381.
- [9] **LENTAS K., D. WITROWA-RAJCHERT. 2009.** „Wpływ parametrów blanszowania na właściwości mechaniczne i barwę suszu korzeni selera”. *Acta Agrophysica* 13(1): 165-174.
- [10] **LEWICKI P.P. 2003.** „Woda jako składnik żywności”. *Przemysł Spożywczy* T. 57 nr 5: 8-14.
- [11] **MALTINI E., E. TORREGGIANI, E. VENIR, G. BERTOLO. 2003.** “Water activity and the preservation of plant foods”. *Food Chemistry* 82: 79-86.
- [12] **MATHLOUTHI M. 2001.** “Water content, water activity, water structure and the stability of foodstuffs”. *Food Control* 12: 409-417.
- [13] **PENG G., X. GHEN, W. WU, X. JANG. 2007.** “Modeling of water sorption isotherm for corn starch”. *Journal of Food Engineering* 70: 562-567.
- [14] **SADOWSKI A., M. KOZŁOWSKA-BURDZIAK. 2012.** „Przetwórstwo ziół i możliwości jego zwiększenia w województwie podlaskim”. *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Rolnictwa i Agrobiznesu Tom XV nr 2: 325-329.*
- [15] **SNIJA V.R., H.N. MISHRA. 2008.** „Moisture sorption isotherms and heat of sorption of instant (soluble) green tea powder and green tea granules”. *Journal of Food Engineering* 86: 494-500.
- [16] **ŚLEDŹ M., D. WITROWA-RAJCHERT. 2012.** „Składniki biologicznie czynne w suszonych ziołach czy ciągle aktywne?”. *Kosmos. Problemy nauk biologicznych*. 61(2): 319-329.
- [17] **ŚWITKA J., Z. SIELECKI. 1990.** „Wpływ aktywności wody na zmiany jakości i trwałości ekstrudowanych produktów kukurydzianych”. *II Ogólnopolskie Seminarium, Właściwości wody w produktach spożywczych*. Warszawa: Wydawnictwo SGGW: 104-108.
- [18] [http://podlaskie.ksow.pl/fileadmin/user\\_upload/podlaskie/pliki/publikacje\\_2012/Publikacje\\_2013/uprawa\\_ziol\\_23-11-2013.pdf](http://podlaskie.ksow.pl/fileadmin/user_upload/podlaskie/pliki/publikacje_2012/Publikacje_2013/uprawa_ziol_23-11-2013.pdf) data dostępu 30.11.2016 r.