

Jadwiga Wierzbowska, Teresa Bowszys, Paweł Sternik  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie  
Katedra Chemii Rolnej i Ochrony Środowiska  
Adres do korespondencji: jadwiga.wierzbowska@uwm.edu.pl

## Wpływ nawożenia mineralnego na zawartość i jakość tłuszczu w niełupkach ostropestu plamistego (*Sylibum marianum* L. Gaertner)

### Effect of mineral fertilization on the content and quality of fat in the achenes of milk thistle (*Sylibum marianum* L. Gaertner)

Słowa kluczowe: ostropest plamisty, nawożenie mineralne, tłuszcz surowy, kwasy tłuszczowe

Podstawę badań stanowiło dwuczynnikowe doświadczenie wazonowe założone w układzie całkowicie losowym, w czterech powtórzeniach. Na tle jednolitego nawożenia PK badano wpływ wzrastającego poziomu nawożenia azotem, formy nawozów magnezowych ( $MgCl_2$  i  $MgSO_4$ ) oraz boru na zawartość tłuszczu surowego i profil kwasów tłuszczowych w niełupkach dwóch form ostropestu plamistego – odmiany Silma i populacji uprawianej w kraju. Średnia zawartość tłuszczu w niełupkach ostropestu plamistego odmiany Silma wynosiła  $246,4 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m. i była istotnie niższa niż w niełupkach roślin populacyjnych ( $265,0 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m.). W niełupkach odmiany Silma zawartość tłuszczu zmniejszała się wraz ze wzrostem poziomu nawożenia azotem, natomiast rośliny populacyjne zawierały podobną ilość tłuszczu niezależnie od poziomu nawożenia tym składnikiem. Poziom nawożenia azotem w większym stopniu modyfikował profil kwasów tłuszczowych w oleju roślin populacyjnych niż odmiany Silma. W porównaniu z roślinami nienawożonymi tym składnikiem, po zastosowaniu najmniejszej dawki azotu ( $1 \text{ g/wazon}$ ), w oleju uzyskanym z roślin populacyjnych zwiększył się o 6,5% udział kwasu oleinowego, a zmniejszył o 9,7% linolowego. Dodatek siarki zwiększył udział kwasu linolowego ( $C_{18:2}$ ), a zmniejszył oleinowego ( $C_{18:1}$ ) w oleju obu form ostropestu.

Key words: milk thistle, mineral fertilization, crude fat, fatty acids

The basis of research was a two-factorial pot trial set up in a completely random design with four replications. A uniform PK fertilization regime investigated the effect of increasing fertilization level of nitrogen, sulfur and boron on the content of crude fat and fatty acid profile in achenes of two forms of the milk thistle – cultivar Silma and a population cultivated in Poland. The average content of fat in milk thistle achenes cv. Silma was  $246.0 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  d.m. and was significantly lower than in achenes form population ( $264.7 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  d.m.). The fat content in achenes cv. Silma decreased with increasing levels of nitrogen fertilization, whereas population plants contained similar amounts of fat, regardless of the level of this component fertilization. The level of nitrogen fertilization to a greater extent modified the profile of fatty acids in the oil from population plants than cv. Silma. Compared with plants not fertilized with this component, after application of the lowest dose of nitrogen ( $1 \text{ g per pot}$ ), in the oil obtained from population plants oleic acid increased by 6.5%, and linoleic decreased by 9.7%. The addition of sulphur increased share of linoleic acid ( $C_{18:2}$ ) and decreased oleic ( $C_{18:1}$ ) in oils of both forms of milk thistle.

## Wstęp

---

Ostropest plamisty jest uprawiany jako roślina lecznicza. Preparaty uzyskiwane z owoców (niełupek) tego gatunku są wykorzystywane w leczeniu schorzeń wątroby (Niedworok 1996, Dvorak i in. 2003). Przemysł farmaceutyczny wykorzystuje kompleks flawonolignanów (sylibina, sylimaryna, sylidianina i sylikrystyna) pozyskiwany z owocni (łuski), natomiast odłuszczone nasiona stanowią odpad. Ze względu na znaczną zawartość białka i oleju o korzystnym składzie kwasów tłuszczowych, roślina ta znalazła się w kręgu zainteresowań specjalistów od pasz i żywienia zwierząt (Łangowska i in. 2002, Urbańczyk i in. 2002, Stopyra i in. 2006) oraz producentów żywności funkcjonalnej (Baranyk i in. 1995, Szczucińska i in. 2003, Sadowska 2006, Malekzadehi i in. 2011). Antyoksydacyjne właściwości oleju z ostropestu plamistego mogą być wykorzystane do stabilizacji tłuszczów spożywczych i emulsji kosmetycznych (Szczucińska i in. 2003, 2006, 2007). Ponadto dodatek oleju z ostropestu zwiększa odporność na utlenianie i poprawia właściwości smarne olejów roślinnych (Drabik i in. 2008). Znaczna produkcja biomasy i stosunkowo niskie nakłady na agrotechnikę predestynują ostropest również do wykorzystania na cele energetyczne (Sulas i in. 2008).

Celem badań była ocena wpływu nawożenia mineralnego na zawartość tłuszczu surowego i profil kwasów tłuszczowych dwóch form ostropestu plamistego.

## Metodyka badań

---

Przyjęty cel badań realizowano w serii trzech dwuczynnikowych doświadczeń wazonowych, założonych w układzie całkowicie losowym w czterech powtórzeniach. Wazony napełniono 10 kg gleby lekkiej o średniej zawartości przyswajalnych form fosforu ( $58 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), potasu ( $97 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) i magnezu ( $32 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) oraz lekko kwaśnym odczynie ( $\text{pH}_{\text{KCl}} = 5,8$ ). W pierwszym doświadczeniu, na tle jednolitego nawożenia PK ( $0,4 \text{ g P}$  jako  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ;  $1,5 \text{ g K}$  w postaci  $\text{KCl}$ ), badano wpływ wzrastającego poziomu nawożenia azotem w formie mocznika ( $\text{N}_0-0$ ;  $\text{N}_1-1$ ;  $\text{N}_2-2$ ;  $\text{N}_3-3 \text{ g N}$  na wazon). Drugi eksperyment dotyczył wpływu formy nawozów magnezowych ( $0,3 \text{ g Mg}$  na wazon w formie  $\text{MgCl}_2$  lub  $\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) stosowanych na tle wzrastającego poziomu nawożenia azotem i stałego nawożenia PK. Z kolei w trzecim doświadczeniu badano wpływ boru ( $5 \text{ mg B}$  na wazon w postaci  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ). Nawożenie PKMg oraz borem i  $1 \text{ g}$  azotu (obiekty  $\text{N}_1$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{N}_3$ ) zastosowano przedsięwzięcie, natomiast pozostałą część dawki azotu (obiekty  $\text{N}_2$ ,  $\text{N}_3$ ) uzupełniono pogłównie w fazie rozety liściowej.

Uprawiano dwie formy ostropestu – odmianę Silma i populację krajową, po pięć roślin w wazonie. Ostropest zebrano w fazie dojrzałości technologicznej.

Zawartość tłuszczu surowego w owocach ostropestu oznaczono metodą ekstrakcji eterem naftowym na aparacie Soxleta. W wyekstrahowanym tłuszczu oznaczono skład kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej według normy PN-EN-ISO-5508:96 na chromatografie 6890N Agilent Technologies z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym (FID).

Wyniki analiz chemicznych opracowano statystycznie z pomocą pakietu Statistica 10. Do weryfikacji istotności różnic na poziomie  $p = 0,05$  wykorzystano test Tukey'a.

## Wyniki badań

---

W zależności od odmiany i warunków uprawy zawartość tłuszczu surowego w owocach ostropestu płamistego waha się od niespełna 200 do około 300  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m. (Baranyk i in. 1995, Kozera i Nowak 2004, Sadowska 2006, Andrzejewska i Sadowska 2007, Andrzejewska 2011, Sadowska i in. 2011).

W niniejszych badaniach średnia zawartość tłuszczu w niełupkach ostropestu płamistego odmiany Silma wynosiła 246,4  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m. i była istotnie niższa niż w owocach roślin populacyjnych (265,0  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  s.m.) (tab. 1).

Nawożenie mineralne w niewielkim stopniu modyfikowało zawartość tłuszczu surowego w owocach ostropestu płamistego, zwłaszcza odmiany Silma. W niełupkach tej odmiany zawartość tłuszczu zmniejszała się wraz ze wzrostem poziomu nawożenia azotem, natomiast rośliny populacyjne zawierały podobną ilość tłuszczu niezależnie od poziomu nawożenia tym składnikiem. Pod wpływem dodatku siarki wprowadzonej z  $\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$  zmniejszyła się o 10,5  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  zawartość tłuszczu surowego w owocach odmiany Silma, a pod wpływem boru zwiększyło się o 1,8  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  zaolejenie niełupki roślin populacyjnych, jednak różnice te nie zostały potwierdzone statystycznie.

W badaniach Omera i in. (1993) plon niełupki, zawartość tłuszczu oraz plon oleju wzrastały odpowiednio do poziomu nawożenia azotem i potasem. Spośród różnych form nawozów azotowych (mocznik, siarczan amonu i azotan amonu), najkorzystniej działał siarczan amonu. Podział dawki azotu na przedsiwną i pogłówną także wpłynął na zwiększenie plonu tłuszczu oraz wszystkich składników sylimaryny (Omer 1996), jednakże wysoki poziom nawożenia azotem nie zwiększał zawartości tłuszczu i sylimaryny w niełupkach (Omer i in. 1995, 1998). Z kolei zdaniem Malekzadeh i in. (2011) czynnikiem ograniczającym zawartość tłuszczu surowego w niełupkach był niedobór wody w czasie wegetacji roślin. Badania te wykazały również, że w warunkach suszy zwiększa się jakość oleju w wyniku zmniejszenia w nim zawartości wody, pH oraz liczby kwasowej. Wzrasta wprawdzie zawartość chlorofilu, jednak nie przekracza ona ilości akceptowalnych w olejach jadalnych.

Tabela 1

Zawartość tłuszczu surowego — *Crude fat content*

Czynnik <i>Factor</i>	Odmiana — <i>Cultivar</i> [g·kg <sup>-1</sup> ]		Średnia <i>Mean</i>
	Silma	populacja — <i>population</i>	
<i>Poziom nawożenia azotem — Level of nitrogen fertilization</i>			
N <sub>0</sub>	256,3 ab ± 12,05	262,3 a ± 11,06	259,3
N <sub>1</sub>	250,0 ab ± 12,02	265,3 a ± 11,00	257,7
N <sub>2</sub>	245,0 ab ± 4,14	266,0 a ± 5,94	255,5
N <sub>3</sub>	234,0 b ± 4,86	266,3 a ± 11,45	250,2
Średnia — <i>Mean</i>	246,3	265,0	—
NIR — <i>LSD</i> <sub>0,05</sub> odmiana — <i>cultivar</i> = 3,75 nawożenie — <i>fertilization</i> – ni współdziałanie — <i>interaction</i> = 7,52			
<i>Forma nawozu magnezowego — Form of magnesium fertilizer</i>			
Mg Cl <sub>2</sub>	251,3 a ± 8,84	258,5 bc ± 8,42	254,9
MgSO <sub>4</sub>	240,8 ab ± 7,09	267,4 c ± 6,14	254,1
Średnia — <i>Mean</i>	246,1	263,0	—
NIR — <i>LSD</i> <sub>0,05</sub> odmiana — <i>cultivar</i> = 4,66 nawożenie — <i>fertilization</i> – ni współdziałanie — <i>interaction</i> = 6,59			
<i>Nawożenie borem — Boron fertilization</i>			
Kontrola — <i>Control</i>	240,8ab ± 7,09	267,4 c ± 6,14	254,1
B	239,3a ± 6,74	270,8 b ± 5,28	255,1
Średnia — <i>Mean</i>	240,0	269,1	—
NIR — <i>LSD</i> <sub>0,05</sub> odmiana — <i>cultivar</i> = 4,66 nawożenie — <i>fertilization</i> – ni współdziałanie — <i>interaction</i> – ni			

Dane oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie  
*Data indicated the same letters not significantly different*

Olej wyekstrahowany z niełuppek odm. Silma zawierał więcej wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (49,9%), a mniej jednonienasyconych (26,5%) i nasyconych (23,6%) niż uzyskany z roślin populacyjnych (odpowiednio 45,6%, 29,3% i 25,0%) (tab. 2 i 3). W oleju pochodzącym z owoców odmiany Silma, niskie i średnie dawki azotu zwiększały udział kwasów wielonienasyconych przy jednoczesnym zmniejszeniu udziału kwasów jednonienasyconych, a w pewnym stopniu również nasyconych. Rośliny populacyjne zareagowały w odmienny sposób. Wraz ze wzrostem poziomu nawożenia azotem, szczególnie po zastosowaniu niskiej i średniej dawki N, zmalała zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, a zwiększyła się jednonienasyconych i nasyconych. Nawożenie MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O i borem tylko nieznacznie modyfikowało zawartość poszczególnych grup kwasów tłuszczowych, a różnice te na ogół były nieistotne statystycznie.

Tabela 2

Udział grup kwasów tłuszczowych — *Groups of fatty acids*

Czynnik <i>Factor</i>	Grupy kwasów tłuszczowych — <i>Groups of fatty acids</i> [%]									
	nasycone <i>saturated</i>		jednonienasycone <i>monounsaturated</i>		wielonienasycone <i>polyunsaturated</i>		średnio dla nawożenia <i>mean for fertilizer</i>			
	Silma	populacja <i>population</i>	Silma	populacja <i>population</i>	Silma	populacja <i>population</i>	nasycone <i>saturated</i>	jednonienasycone <i>monounsaturated</i>	wielonienasycone <i>polyunsaturated</i>	
<i>Poziom nawożenia azotem — Level of nitrogen fertilization</i>										
N <sub>0</sub>	24,17ab ± 0,90	23,99ab ± 1,79	25,90ab ± 2,21	25,57ab ± 1,99	49,93ab ± 2,70	50,44ab ± 3,67	24,08	25,73	50,18	
N <sub>1</sub>	23,52a ± 1,03	26,92c ± 0,75	23,65a ± 0,34	32,34d ± 0,58	52,86b ± 1,19	40,75a ± 2,00	25,22	27,99	46,80	
N <sub>2</sub>	23,49a ± 0,48	25,81bc ± 2,00	25,92ab ± 0,55	29,46c ± 1,61	50,60ab ± 0,96	44,75cd ± 3,56	24,65	27,69	47,67	
N <sub>3</sub>	23,06a ± 0,28	23,35a ± 0,16	27,80bc ± 0,98	30,02cd ± 1,04	49,14abc ± 1,06	46,64ac ± 1,18	23,20	28,91	47,89	
Średnio <i>Mean</i>	23,56	25,02	25,82	29,35	50,63	45,64	—	—	—	
<i>Forma nawozu magnezowego — Form of magnesium fertilizer</i>										
MgCl <sub>2</sub>	23,96a ± 0,66	25,41a ± 1,79	27,16ab ± 1,51	30,65c ± 2,31	48,8bc ± 1,26	43,94a ± 1,79	24,50	28,90	46,41	
MgSO <sub>4</sub>	23,14a ± 0,32	24,31a ± 1,42	24,69a ± 1,03	28,48bc ± 2,48	52,19c ± 1,13	47,12a ± 1,42	23,72	26,58	49,65	
Średnio <i>Mean</i>	23,55	24,86	25,92	29,56	50,53	45,53	—	—	—	
<i>Nawożenie borem — Boron fertilization</i>										
Kontrola <i>Control</i>	23,14a ± 0,32	24,31ab ± 1,42	24,69a ± 1,03	28,48b ± 2,48	52,18c ± 1,13	47,21ab ± 3,63	23,77	26,58	49,69	
B	23,58a ± 0,78	25,33b ± 1,00	25,60a ± 1,12	28,91b ± 0,44	50,8bc ± 1,61	45,76a ± 1,24	24,45	27,25	48,29	
Średnio <i>Mean</i>	23,36	24,82	25,14	28,69	51,50	46,33	—	—	—	

Objaśnienia jak w tabeli 1 — *Explanations as in the Table 1*

Tabela 3

Analiza wariancji dla grup kwasów tłuszczowych — *Variance analysis for groups of fatty acids*

Czynnik <i>Factor</i>		Grupy kwasów tłuszczowych — <i>Groups of fattyacids</i>		
		nasycone <i>saturated</i>	jednonienasycone <i>monounsaturated</i>	wielonienasycone <i>polyunsaturated</i>
Poziom nawożenia azotem — <i>Level of nitrogen fertilization</i>				
$F_{tab}$	I	odmiana — <i>cultivar</i> = 4,00;		
	II	nawożenie — <i>fertilizer</i> = 2,76;		
	I × II	współdziałanie — <i>interaction</i> = 2,76		
$F_{obl}$	I	64,23*	49,82*	17,98*
	II	9,30*	4,22*	6,40*
	I × II	18,51*	14,52*	6,01
NIR — $LSD_{0,05}$	I	0,621	0,996	0,483
	II	0,878	1,410	0,683
	I × II	1,241	1,993	0,966
Forma nawozu magnezowego — <i>Form of magnesium fertilizer</i>				
$F_{tab}$	I	odmiana — <i>cultivar</i> = 4,06;		
	II	nawożenie — <i>fertilizer</i> = 4,06;		
	I × II	współdziałanie — <i>interaction</i> = 4,06		
$F_{obl}$	I	17,17*	15,44*	5,75*
	II	3,95	6,65*	6,95*
	I × II	0,02	0,00	0,07
NIR — $LSD_{0,05}$	I	1,240	1,784	0,772
	II	ni	1,784	0,772
	I × II	ni	ni	ni
Nawożenie borem — <i>Boron fertilization</i>				
$F_{tab}$	I	odmiana — <i>cultivar</i> = 4,06;		
	II	nawożenie — <i>fertilizer</i> = 4,06;		
	I × II	współdziałanie — <i>interaction</i> = 4,06		
$F_{obl}$	I	27,97*	25,98*	10,95*
	II	0,94	1,97	2,81
	I × II	0,11	0,00	0,44
NIR — $LSD_{0,05}$	I	0,948	1,388	0,621
	II	ni	ni	ni
	I × II	ni	ni	ni

Jedynie pod wpływem  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  istotnie zmniejszyła się zawartość jednonienasyconych kwasów tłuszczowych, a wzrosła wielonienasyconych. Zdaniem El-Mallah i in. (2003) olej z ostropestu plamistego jest bogaty w kwasy nienasycone, które stanowią nawet 75,1% całkowitej zawartości kwasów tłuszczowych. Według tego zespołu, wśród kwasów nienasyconych dominuje kwas linolowy, który stanowi ok. 53,3%, drugą pozycję zajmuje kwas oleinowy (21,3%). Wśród kwasów tłuszczowych nasyconych w największej ilości występował kwas palmitynowy (9,4%) i stearynowy (6,6%). Ze względu na wysoką zawartość kwasu

linolowego olej ten może być stosowany w żywieniu (Baranyk i in. 1995, Szczucińska i in. 2003) jako bogate źródło kwasu omega-6.

W prezentowanych badaniach dominującymi kwasami tłuszczowymi były: kwas linolowy ( $C_{18:2}$ ) – 50,3% (Silma) i 45,4% (populacja) oraz kwas oleinowy ( $C_{18:1}$ ) odpowiednio – 24,8 i 28,2%, a z nasyconych kwasów tłuszczowych: kwas palmitynowy ( $C_{16}$ ) – 11,40% (Silma) i 12,3% (populacja) oraz stearynowy ( $C_{18}$ ) – odpowiednio 5,7 i 6,0% (tab. 4).

Wzrastający poziom nawożenia azotem w pewnym stopniu modyfikował skład kwasów tłuszczowych (tab. 4 i 7). W przypadku roślin populacyjnych, zastosowanie najmniejszej dawki azotu (1 g na wazon) spowodowało zwiększenie o 6,5% udziału kwasu oleinowego, a zmniejszenie o 9,7% linolowego w porównaniu do roślin bez nawożenia azotem. Dalszy wzrost poziomu nawożenia ustabilizował udział kwasu oleinowego na poziomie 28,3–28,9%. Poziom nawożenia azotem nie miał natomiast istotnego wpływu na skład kwasów tłuszczowych w oleju uzyskanym z owoców odmiany Silma.

Z danych przedstawionych w tabelach 5 i 7 wynika, że dodatek siarki wprowadzonej z  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  zwiększył udział kwasu linolowego ( $C_{18:2}$ ), a zmniejszył oleinowego ( $C_{18:1}$ ) i w niewielkim stopniu palmitynowego ( $C_{16}$ ) w oleju obu form ostropestu. Nawożenie borem nie miało istotnego wpływu na skład kwasów tłuszczowych w oleju wyekstrahowanym z niełupek obu form ostropestu plamistego (tab. 6 i 7).

Nie tylko cechy odmianowe i nawożenie, ale również czynniki środowiskowe mają wpływ na ilościowy skład kwasów tłuszczowych w niełupkach ostropestu plamistego. Badania Malekzadeh i in. (2011) pokazują, że w warunkach suszy zwiększa się udział wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (linolowy i linolenowy), natomiast zawartość kwasów jednonienasyconych (oleinowy i eikozenowy) zwiększa się przy dobrym zaopatrzeniu w wodę.

Tabela 4  
Skład kwasów tłuszczowych w zależności od poziomu nawożenia azotem — *Fatty acids composition depending on the level of nitrogen fertilization*

Czynnik <i>Factor</i>	Kwasy tłuszczowe — <i>Fatty acids</i> [%]												
	mirysty- nowy C <sub>14</sub>	pentadekanowy C <sub>15</sub>	palmitynowy C <sub>16</sub>	oleopalmitynowy C <sub>16:1</sub>	margarynowy C <sub>17</sub>	stearynowy C <sub>18</sub>	oleinowy C <sub>18:1</sub>	linolowy C <sub>18:2</sub>	γ-linolenowy C <sub>18:3</sub>	α-linolenowy C <sub>18:3</sub>	arachidowy C <sub>20</sub>	ikozenowy C <sub>20:1</sub>	behenowy C <sub>22</sub>
Silma													
N <sub>0</sub>	0,101 <sup>bcd</sup>	0,128 <sup>ab</sup>	11,56 <sup>abc</sup>	0,110 <sup>a</sup>	0,128 <sup>c</sup>	5,76 <sup>ab</sup>	24,71 <sup>ab</sup>	49,63 <sup>ab</sup>	0,090 <sup>at</sup>	0,222 <sup>abc</sup>	3,51 <sup>ac</sup>	1,08 <sup>ab</sup>	3,12 <sup>c</sup>
N <sub>1</sub>	0,110 <sup>de</sup>	0,198 <sup>ab</sup>	11,88 <sup>bc</sup>	0,105 <sup>a</sup>	0,140 <sup>b</sup>	5,34 <sup>a</sup>	22,48 <sup>a</sup>	52,45 <sup>a</sup>	0,056 <sup>a</sup>	0,294 <sup>b</sup>	3,11 <sup>b</sup>	1,12 <sup>a</sup>	2,75 <sup>abc</sup>
N <sub>2</sub>	0,107 <sup>cde</sup>	0,155 <sup>ab</sup>	11,27 <sup>ab</sup>	0,098 <sup>ab</sup>	0,113 <sup>d</sup>	5,91 <sup>abc</sup>	25,03 <sup>ab</sup>	50,29 <sup>ab</sup>	0,088 <sup>a</sup>	0,235 <sup>ab</sup>	3,31 <sup>abc</sup>	0,79 <sup>c</sup>	2,63 <sup>ab</sup>
N <sub>3</sub>	0,116 <sup>e</sup>	0,061 <sup>a</sup>	10,88 <sup>a</sup>	0,107 <sup>a</sup>	0,087 <sup>e</sup>	6,05 <sup>bcd</sup>	26,88 <sup>bc</sup>	48,48 <sup>b</sup>	0,050 <sup>a</sup>	0,241 <sup>ab</sup>	3,44 <sup>abc</sup>	0,82 <sup>bc</sup>	2,43 <sup>a</sup>
Rośliny populacyjne (P) — <i>Populatio plantis</i> (P)													
N <sub>0</sub>	0,094 <sup>abcd</sup>	0,110 <sup>ab</sup>	12,39 <sup>cd</sup>	0,088 <sup>bc</sup>	0,139 <sup>b</sup>	5,47 <sup>ab</sup>	24,57 <sup>ab</sup>	50,18 <sup>ab</sup>	0,063 <sup>a</sup>	0,200 <sup>ac</sup>	3,14 <sup>bc</sup>	0,91 <sup>b</sup>	2,65 <sup>ab</sup>
N <sub>1</sub>	0,089 <sup>ab</sup>	0,404 <sup>c</sup>	13,34 <sup>d</sup>	0,100 <sup>ab</sup>	0,151 <sup>ab</sup>	6,54 <sup>d</sup>	31,03 <sup>d</sup>	40,52 <sup>d</sup>	0,095 <sup>a</sup>	0,155 <sup>c</sup>	3,66 <sup>a</sup>	1,20 <sup>a</sup>	2,74 <sup>ab</sup>
N <sub>2</sub>	0,091 <sup>abc</sup>	0,242 <sup>b</sup>	12,52 <sup>cd</sup>	0,100 <sup>ab</sup>	0,161 <sup>a</sup>	6,23 <sup>cd</sup>	28,31 <sup>cd</sup>	44,43 <sup>cd</sup>	0,054 <sup>a</sup>	0,269 <sup>ab</sup>	3,61 <sup>a</sup>	1,05 <sup>ab</sup>	2,95 <sup>bc</sup>
N <sub>3</sub>	0,082 <sup>a</sup>	0,100 <sup>ab</sup>	11,02 <sup>ab</sup>	0,076 <sup>c</sup>	0,103 <sup>de</sup>	5,91 <sup>abc</sup>	28,91 <sup>cd</sup>	46,39 <sup>c</sup>	0,058 <sup>a</sup>	0,193 <sup>ac</sup>	3,38 <sup>abc</sup>	1,03 <sup>ab</sup>	2,75 <sup>abc</sup>
Średnio dla odmiany — <i>Mean for cultivar</i>													
Silma	0,110	0,133	11,40	0,105	0,117	5,74	24,77	50,30	0,069	0,248	3,34	0,95	2,74
P	0,089	0,217	12,32	0,091	0,138	6,04	28,20	45,38	0,070	0,204	3,45	1,05	2,77
Średnio dla nawożenia — <i>Mean for fertilizer</i>													
N <sub>0</sub>	0,098	0,119	11,98	0,099	0,134	5,62	24,6	49,9	0,077	0,211	3,33	1,00	2,89
N <sub>1</sub>	0,100	0,301	12,61	0,103	0,146	5,94	26,8	46,5	0,075	0,225	3,39	1,16	2,75
N <sub>2</sub>	0,099	0,199	11,90	0,099	0,137	6,07	26,7	47,4	0,071	0,252	3,46	0,92	2,79
N <sub>3</sub>	0,099	0,081	10,95	0,092	0,095	5,98	27,9	47,4	0,054	0,217	3,41	0,93	2,59

Objaśnienia jak w tabeli 1 — *Explanations as in the Table 1*

Tabela 5  
Skład kwasów tłuszczowych w zależności od formy nawozu magnezowego — *Fatty acids composition depending on the form of magnesium fertilizer*

Czynnik <i>Factor</i>	Kwasy tłuszczowe — <i>Fatty acids</i> [%]												
	mirysty- nowy C <sub>14</sub>	penta- dekanowy C <sub>15</sub>	palmi- tynowy C <sub>16</sub>	oleopalmi- tynowy C <sub>16:1</sub>	margary- nowy C <sub>17</sub>	steary- nowy C <sub>18</sub>	oleinowy C <sub>18:1</sub>	linolowy C <sub>18:2</sub>	γ-linole- nowy C <sub>18:3</sub>	α-linole- nowy C <sub>18:3</sub>	arachi- dowy C <sub>20</sub>	ikoze- nowy C <sub>20:1</sub>	behenowy C <sub>22</sub>
Silma													
MgCl <sub>2</sub>	0,113 <sup>b</sup>	0,180 <sup>ab</sup>	11,55 <sup>ab</sup>	0,107 <sup>a</sup>	0,114 <sup>a</sup>	5,78 <sup>a</sup>	26,14 <sup>ab</sup>	48,60 <sup>bc</sup>	0,082 <sup>a</sup>	0,224 <sup>a</sup>	3,39 <sup>a</sup>	0,91 <sup>a</sup>	2,82 <sup>a</sup>
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0,110 <sup>b</sup>	0,105 <sup>a</sup>	11,27 <sup>a</sup>	0,105 <sup>b</sup>	0,117 <sup>a</sup>	5,62 <sup>a</sup>	23,64 <sup>a</sup>	51,78 <sup>c</sup>	0,076 <sup>a</sup>	0,278 <sup>a</sup>	3,26 <sup>a</sup>	0,98 <sup>a</sup>	2,67 <sup>a</sup>
Rośliny populacyjne (P) — <i>Populatio plants (P)</i>													
MgCl <sub>2</sub>	0,093 <sup>a</sup>	0,306 <sup>b</sup>	12,49 <sup>b</sup>	0,097 <sup>ab</sup>	0,128 <sup>a</sup>	6,14 <sup>a</sup>	29,54 <sup>c</sup>	43,68 <sup>a</sup>	0,065 <sup>a</sup>	0,214 <sup>a</sup>	3,50 <sup>a</sup>	1,01 <sup>a</sup>	2,78 <sup>a</sup>
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0,088 <sup>a</sup>	0,180 <sup>ab</sup>	12,01 <sup>ab</sup>	0,087 <sup>b</sup>	0,133 <sup>a</sup>	5,91 <sup>a</sup>	27,28 <sup>bc</sup>	46,93 <sup>ab</sup>	0,049 <sup>a</sup>	0,223 <sup>a</sup>	3,35 <sup>a</sup>	1,11 <sup>a</sup>	2,65 <sup>a</sup>
Średnio dla odmiany — <i>Mean for cultivar</i>													
Silma	0,111	0,142	11,41	0,106	0,115	5,70	24,89	50,19	0,079	0,251	3,32	0,94	2,74
P	0,090	0,243	12,25	0,092	0,130	6,02	28,41	45,30	0,057	0,218	3,42	1,06	2,71
Średnio dla nawożenia — <i>Mean for fertilizer</i>													
MgCl <sub>2</sub>	0,103	0,243	12,02	0,102	0,121	5,96	27,84	46,14	0,073	0,219	3,44	0,96	2,80
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0,099	0,142	11,64	0,096	0,125	5,76	25,45	49,35	0,063	0,250	3,30	1,04	2,66

Objaśnienia jak w tabeli 1 — *Explanations as in the Table 1*

Tabela 6

Skład kwasów tłuszczowych w zależności od nawożenia borem — *Fatty acids composition depending of boron fertilization*

Czynnik <i>Factor</i>	Kwasy tłuszczowe — <i>Fatty acids</i> [%]												
	mirysty- nowy C <sub>14</sub>	penta- dekanowy C <sub>15</sub>	palmi- tynowy C <sub>16</sub>	oleopalmi- tynowy C <sub>16:1</sub>	margary- nowy C <sub>17</sub>	steary- nowy C <sub>18</sub>	oleinowy C <sub>18:1</sub>	linolowy C <sub>18:2</sub>	γ-linole- nowy C <sub>18:3</sub>	α-linole- nowy C <sub>18:3</sub>	arachi- dowy C <sub>20</sub>	ikoze- nowy C <sub>20:1</sub>	behenowy C <sub>22</sub>
Silima													
Kontrola <i>Control</i>	0,115 <sup>b</sup>	0,117 <sup>a</sup>	11,27 <sup>a</sup>	0,105 <sup>b</sup>	0,117 <sup>a</sup>	5,68 <sup>a</sup>	23,64 <sup>a</sup>	51,78 <sup>c</sup>	0,076 <sup>ab</sup>	0,278 <sup>b</sup>	3,33 <sup>a</sup>	0,92 <sup>a</sup>	2,78 <sup>a</sup>
B	0,103 <sup>b</sup>	0,119 <sup>a</sup>	11,37 <sup>a</sup>	0,104 <sup>b</sup>	0,119 <sup>a</sup>	5,79 <sup>a</sup>	24,54 <sup>a</sup>	50,53 <sup>bc</sup>	0,056 <sup>ab</sup>	0,242 <sup>ab</sup>	3,37 <sup>a</sup>	0,96 <sup>a</sup>	2,72 <sup>a</sup>
Rośliny populacyjne (P) — <i>Populatioon plants</i> (P)													
Kontrola <i>Control</i>	0,087 <sup>a</sup>	0,180 <sup>a</sup>	12,01 <sup>ab</sup>	0,087 <sup>a</sup>	0,132 <sup>ab</sup>	5,90 <sup>a</sup>	27,28 <sup>b</sup>	45,51 <sup>a</sup>	0,049 <sup>a</sup>	0,223 <sup>ab</sup>	3,35 <sup>a</sup>	1,11 <sup>a</sup>	2,65 <sup>a</sup>
B	0,086 <sup>a</sup>	0,172 <sup>a</sup>	12,46 <sup>b</sup>	0,089 <sup>a</sup>	0,154 <sup>b</sup>	6,07 <sup>a</sup>	27,80 <sup>b</sup>	46,94 <sup>ab</sup>	0,091 <sup>b</sup>	0,175 <sup>a</sup>	3,49 <sup>a</sup>	1,02 <sup>a</sup>	2,90 <sup>a</sup>
Średnio dla odmiany — <i>Mean for cultivar</i>													
Silima	0,109	0,118	11,32	0,104	0,118	5,73	24,09	51,15	0,066	0,260	3,35	0,94	2,75
P	0,086	0,176	11,24	0,088	0,143	5,98	27,54	46,24	0,070	0,199	3,42	1,06	2,77
Średnio dla nawożenia — <i>Mean for fertilizer</i>													
Kontrola <i>Control</i>	0,101	0,148	11,64	0,096	0,124	5,79	25,46	48,64	0,062	0,250	3,34	1,01	2,71
B	0,094	0,145	11,91	0,096	0,136	5,93	26,17	48,43	0,073	0,208	3,43	0,99	2,81

Objaśnienia jak w tabeli 1 — *Explanations as in the Table 1*



## Wnioski

---

1. Nawożenie mineralne może modyfikować zaolejenie niełupki ostropestu plamistego. Odmiana Silma reaguje zmniejszeniem zawartości tłuszczu w niełupkach pod wpływem wzrostu nawożenia N i  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ , natomiast bogatsze w tłuszcz niełupki ostropestu populacyjnego są mniej wrażliwe na poziom nawożenia azotem.
2. Olej z odmiany Silma był bogatszy w kwas linolowy, a olej z roślin populacyjnych w oleinowy, palmitynowy oraz stearynowy.
3. Poziom nawożenia azotem w większym stopniu modyfikował profil kwasów tłuszczowych w oleju roślin populacyjnych niż odmiany Silma. Nawożenie  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  zwiększyło udział kwasu linolowego, a zmniejszyło oleinowego w oleju obu form ostropestu.

## Literatura

---

- Andrzejewska J., Sadowska K. 2007. Effect of sowing date on the content and composition of flavonolignans and nutrient in milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn.) fruit. *Herba Polonica*, 53, 3: 273-278.
- Andrzejewska J., Sadowska K., Mielcarek S. 2011. Effect of sowing date and rate on the yield and flavonolignan content of the fruits of milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn.) grown on lightsoil in a moderate climate. *Industrial Crops and Products*, 33: 462-468.
- Baranyk P., Zeleny V., Zukalova H., Horejs P. 1995. Olejnatost wybranych drzew alternatywnych olejów. *Rostl. Vyr.*, 41 (9): 433-437.
- Drabik J., Pawelec E., Szczucińska A. 2008. Ocena zmian właściwości użytkowych stabilizowanego oleju roślinnego. *Tribologia: tarcie, zużycie, smarowanie*, 2: 153-165.
- Dvorak Z., Kosina P., Walterova D., Simanek V., Bachleda P., Ulrichova J. 2003. Primary cultures of human hepatocytes as a tool in cytotoxicity studies: Cell protection against model toxins by flavonolignans obtained from *Silybum marianum*. *Toxicol Lett.*, 137: 201-212.
- El-Mallah M.H., El-Shamiand S.M., Hassanein M.M. 2003. Detailed studies on some lipids of *Silybum marianum* (L.) seed oil. *Grasas y Aceites*, 54, 4: 397-402.
- Kozera W., Nowak K. 2004. Wpływ nawożenia na wysokość i wybrane cechy plonu ostropestu plamistego (*Silybum marianum*). *Annales UMCS, Sec. E*, 59, 1: 369-374.
- Łangowska A., Szymaś B., Przybył A. 2002. Utilisation of the seeds of milk thistle (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) in the nutrition of honey bee. *J. Apic. Sci.*, 46 (2): 49-54.
- Malekzadeh M., Mirmazloum S.I., Rabbi A.H., Mortazavi S.N., Panahi M. 2011. The physicochemical properties and oil constituents of milk thistle (*Silybum marianum* Gaertn. cv. Budakalászi) under drought stress. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5 (8): 1485-1488.
- Niedworok J. 1996. Działanie farmakologiczne ostropestu plamistego w zatruciu alkoholem etylo-  
wym i innymi środkami toksycznymi. *Wiadomości Zielarskie*, 7-8 (96): 17-18.

- Omer E.A., Ahmed S.S., Fayed T.B., Ezzel-Din A.A. 1998. Seed yield of *Silybum marianum* L. as affected by row spacing and fertilization in new reclaimed lands of Egypt. *Egyptian Journal of Horticulture*, 25, 3: 281-293.
- Omer E.A., Ibrahim M.E., Razin A.M., Ahmed S.S. 1995. Effect of spacing, nitrogen and potassium fertilization of *Silybum marianum* L. cultivated in newly reclaimed lands. *Egyptian Journal of Horticulture*, 22, 1: 97-108.
- Omer E.A., Reffat A.M., Ahmed S.S., Kamel A., Hammouda F.M. 1993. Effect of spacing and fertilization on the yield and active constituents of milk thistle, *Silybum marianum*. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*, 1, 4: 17-23.
- Omer E.A. 1996. Effect of different nitrogen sources on Romanian *Silybum marianum* cultivated in sandy and clay soils. *Egyptian Journal of Horticulture*, 23, 1: 63-76.
- Sadowska K. 2006. Owoce ostropestu plamistego jako prozdrowotny dodatek do pieczywa. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2 (47) Supl.: 290-296.
- Sadowska K., Andrzejewska J., Woropaj-Janczak M. 2011. Effect of weather and agrotechnical conditions on the content of nutrients in the fruits of milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn.). *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus*, 10 (3): 197-207.
- Stopyra A., Kuleta Z., Tomczyński R., Sobiech P., Kędzierska K. 2006. Bielmo ostropestu plamistego w żywieniu koni (*Silybum marianum*). *Ann. Univ. UMCS, sec. DD*, 61 (11): 95-102.
- Sulas L., Ventura A., Murgia L. 2008. Phytomass production from *Silybum marianum* for bioenergy. *Options Mediterraneennes, Series A*, 79: 487-490.
- Szczucińska A., Kurzepa K., Kleczkowska P., Lipkowski A.W. 2006. Założenia technologiczne otrzymywania preparatów z bielma ostropestu plamistego do stosowania jako dodatki przeciwutleniające. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXVII: 357-366.
- Szczucińska A., Lipkowski A., Baranowska B., Walisiewicz-Niedbalska W., Różycki K., Maciuszczak-Kotlarek H. 2003. Utylizacja odpadu nasion ostropestu plamistego. Cz. I. Olej z ostropestu plamistego jako antyutleniacz. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXIV: 717-724.
- Szczucińska A., Kurzepa K., Grabowska A., Lipkowski A.W. 2007. Nowy ekstrakt silimaryny do stosowania w kosmetyce. *Tłuszcze Jadalne*, 42 (3-4): 151-157.
- Urbańczyk J., Hanczakowska E., Świątkiewicz M. 2002. Herb mixture as anantibioticsubstitute in pigfeeding. *Med. Wet.*, 11: 887-889.