

Bogdan Kulig, Elżbieta Pisulewska

Akademia Rolnicza w Krakowie, Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin

Plon i skład chemiczny owoców genotypów katranu abisyńskiego (*Crambe abyssinica* Hochst.) w zależności od sezonu wegetacyjnego

**Fruit yield and chemical composition of crambe genotypes
(*Crambe abyssinica* Hochst.) as affected by the growing seasons**

Słowa kluczowe: katran, genotypy, plon i skład chemiczny owoców

Key words: crambe, genotypes, yield and fruits composition

Trzy kolejne jednoczynnikowe doświadczenia polowe przeprowadzono w latach 1995–1997. Celem ich było określenie plonowania i składu chemicznego sześciu wybranych genotypów katranu: polska odmiana Borowski, BGRC 34311 (z byłego ZSRR) oraz C-37, Nu 52865, Indy i Prophet (z USA). Nasiona zagranicznych genotypów katranu otrzymano z Universität für Bodenkultur w Wiedniu. Średni plon owoców z trzech lat wynosił 2,40 t/ha. Najniższe plony zanotowano w 1997 roku — 1,21 t/ha, co było spowodowane osypaniem się wcześniej dojrzałych łuszczynek w wyniku nadmiernych opadów w okresie dojrzewania. Średnia zawartość podstawowych składników w łuszczynekach wynosiła: tłuszczu surowego – 30,7%, białka ogólnego – 21,6%, włókna surowego – 16,4% oraz popiołu – 5,8%. Średnia zawartość makroelementów kształtowała się na poziomie K – 5,8, P – 7,3, Ca – 4,3, Mg – 2,2 g/kg s.m.

Three consecutive one-factorial experiments were conducted from 1995 to 1997 in order to evaluate productivity of six selected genotypes of crambe (*Crambe abyssinica* Hochst). The genotypes under study were: Borowski (Poland), BGRC 34311 (from Russia), C-37, Nu 52865, Indy, and Prophet (from the USA). Fruits of crambe were obtained from the Agricultural University in Vienna (Austria). The yield of crambe fruits ranged from 0.94–3.74 t/ha, and the 3-year average was 2.40 t/ha. The lowest yield of crambe fruits (1.21 t/ha), resulting from excessive rainfalls and premature losses of fruits, was recorded in 1997. Average crude fat, crude protein, crude fiber and ash content of crambe fruits was: 30.7%, 21.6%, 16.4% and 5.8% respectively, and the content of macroelements was: K – 5.8, P – 7.3, Ca – 4.3, Mg – 2.2 g/kg d.m.

Wstęp

Katran abisyński jest rośliną o naturalnie wysokiej zawartości kwasu erukowego (57–63%) i z tego względu może stanowić roślinę alternatywną dla tradycyjnych i transgenicznych odmian rzepaku. Uprawa takich odmian ze

względu na obcypylność rzepaku musiałaby uwzględnić odpowiednią izolację przestrzenną dla odmian uszlachetnionych (Van Dyne i in. 1991, Seehuber 1987). Katran jest samopylny i nie krzyżuje się z rzepakiem, możliwa jest więc jego uprawa bez wydzielania rejonów. W wielu krajach prowadzone były prace badawcze i hodowlane nad kattranem abisyńskim (Campbell i in. 1986, Fontana i in. 1998, Kulig i Vollmann 1995, Princen i in. 1984, Seehuber 1987, Van Dyne i in. 1991, Vollmann i Ruckenbauer 1993). Kwas erukowy może znaleźć zastosowanie w wielu dziedzinach przemysłu (Cegielska 1994, Niewiadomski 1984, Rakowska 1996). Z badań naukowych wynika, że śruta kattranowa może być cennym komponentem pasz dla zwierząt (Carlson i Tookey 1983). W Polsce kattran był uprawiany w latach 50-tych naszego stulecia. Badania prowadzili m.in. Dembiński i in. (1962), Mysakowska-Paleolog (1966), Jabłoński (1967, 1970).

Celem niniejszej pracy było porównanie plonowania i składu chemicznego owoców wybranych genotypów kattranu abisyńskiego w zależności od warunków klimatycznych panujących w okresie wegetacji.

Material i metodyka

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 1995–1997 w Stacji Doświadczalnej Prusy koło Krakowa na czarnoziemie zdegradowanym o pH w 1 n KCl w granicach 6,1–6,3. Zasobność warstwy ornej gleby w przyswajalne formy makroskładników w omawianym okresie wynosiła: 0,14–0,15% N ogółem, 15–21 mg P₂O₅ i 16–17,5 mg K₂O na 100 g p.s.m. gleby.

Jednoczynnikowe doświadczenie zakładano metodą losowanych bloków w czterech powtórzeniach. Porównywanymi genotypami były: BGRC 34311 (z byłego ZSRR), C-37, Nu 52865, Indy i Prophet (z USA) oraz polska odmiana Borowski. Przedplonem dla kattranu były rośliny zbożowe. Nasiona zagranicznych genotypów kattranu otrzymano z Universität für Bodenkultur w Wiedniu. Zastosowano nawożenie w ilości 80 kg N, 80 kg P₂O₅ i 120 kg K₂O na ha. Siew w ilości 200 kiełkujących owoców/m² przeprowadzono w następujących terminach: 5.04.1995, 10.04.1996, 2.04.1997 r. Rozstawa rzędów wynosiła 25 cm, a powierzchnia poletek 10,5 m². Przed zbiorem rośliny desykowano preparatem Reglone. Zbiór kombajnem poletkowym przeprowadzono w następujących terminach: 8.08.1995, 18.08.1996 i 6.08.1997 r.

Plon owoców przeliczono na 13% wilgotności. Oznaczenie podstawowego składu chemicznego owoców wykonano na próbkach średnich z czterech powtórzeń standardowymi metodami AOAC (1990).

Przebieg warunków klimatycznych w latach 1995–1997 przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Przebieg warunków meteorologicznych w okresie wegetacji katroanu (1995–1997)
Climatic conditions in the growing seasons of crambe (1995–1997)

Lata — Years	Miesiące — Months				
	IV	V	VI	VII	VIII
Opady — Rainfalls [mm]					
1995	74,9	81,8	102	35,2	28,1*
1996	39,7	129	69,4	70,4	46,0*
1997	28,9	50,5	123	261	13,9*
Średnia dla 10-lecia <i>Mean for 10 years</i>	36,6	68,2	82	58,8	66,6
Temperatura — Temperature (°C)					
1995	8,1	12,7	16,7	20,4	17,7
1996	7,9	14,8	17,3	16,6	17,7
1997	7,8	14,1	16,6	17,0	17,9
Średnia dla 10-lecia <i>Mean for 10 years</i>	8,9	14,9	16,5	18,5	18,3

* — suma tylko do terminu zbioru

Wyniki i dyskusja

Średni plon owoców z trzech lat kształtował się na poziomie 2,40 t/ha. Najniższe plony zanotowano w 1997 roku — 1,21 t/ha. Niskie plony były spowodowane osypaniem się wcześniej dojrzałych owoców w wyniku niesprzyjających warunków klimatycznych panujących w lipcu — 261 mm opadów. Nie stwierdzono istotnego zróżnicowania plonowania badanych genotypów (tab. 2), a średnie plony owoców były porównywalne do uzyskiwanych przez innych autorów. Plon owoców w badaniach prowadzonych przez Dembińskiego (1962) wahał się w granicach 2,43–2,93 t/ha, Jabłońskiego (1967, 1979) 0,94–3,19, a Mysakowską-Paleolog (1966) 0,5–1,71 t/ha. Należy dodać, że każde z tych doświadczeń było zlokalizowane w odmiennych warunkach siedliskowych. W badaniach Zimmermanna i Ragallera (1961) katroan uprawiany po grochu plonował o 29% lepiej niż na stanowisku po pszenicy. Autorzy ci uzyskali plon owoców katroanu w granicach 0,82–3,02 t/ha w zależności od warunków siedliskowych i zastosowanych czynników agrotechnicznych. Van Dyne i in. (1991) osiągnęli w Ameryce plon owoców katroanu do 2,2 t/ha, Vollmann i Ruckenbauer (1993) w Austrii — 0,93–3,33 t/ha, zaś Fontana i in. (1998) we Włoszech — 2,3–3,2 t/ha.

Masa 1000 owoców wynosiła średnio z trzech lat 7,27 g i wahała się w granicach 6,31–7,76 g. Najniższą masę 1000 owoców zanotowano w 1997 roku (tab. 2). Średnia masa 1000 owoców była nieco wyższa niż uzyskana w innych badaniach nad katroanem w kraju i za granicą (Jabłoński 1967, 1979; Mysakowska-

Paleolog 1966; Seehuber 1987; Zimmermann i Ragaller 1961). Podobnie jak masa tysiąca owoców także udział nasienia w całkowitej masie owoca (łuszczynki) był najmniejszy w 1997 roku — 60,7%, podczas gdy średnia z trzech lat wynosiła 65,3% (tab. 2). Wysoki udział nasienia w owoku jest korzystny, gdyż wpływa na większą zawartość tłuszczu w owoku. Później dojrzewające owocki charakteryzują się zarówno mniejszą masą, jak i mniejszym udziałem nasienia. Wysoka ilość opadów w lipcu 1997 r. utrudniła prawidłowe dojrzewanie, w wyniku czego nastąpiło opadanie owoców wcześniej dojrzałych, o wyższej masie i większych nasionach. Owocki zebrane w 1997 roku charakteryzowały się niskim udziałem tłuszczu w suchej masie, który kształtował się średnio na poziomie 26,7%, podczas gdy w latach 1995 i 1996 zawartość tłuszczu wynosiła odpowiednio 33,2 i 32,3% (rys. 1). Natomiast średnia z trzech lat zawartość tłuszczu wyniosła 30,7% (tab. 2). Vollmann i Ruckenbauer (1993) dysponując większą liczbą obiektów badawczych, w tym omawiane genotypy (z wyjątkiem Borowskiego), stwierdzili większe różnice w zawartości oleju w owocach (22,6–38,4%). Zawartość ta według nich była bardziej uzależniona od współdziałania lat i miejscowości, czyli warunków siedliskowych, niż od badanych genotypów. Wyższe zawartości oleju w owocach uzyskali Massey i Jellum (1973) 35,7–42,5%. Plon tłuszczu surowego zebrany w owocach badanych genotypów wahał się w granicach 217–1162 kg/ha.

Tabela 2

Plon, masa 1000 owoców oraz udział nasienia w owoku badanych genotypów karanu
Yield of fruit, mass of 1000 fruits and seed/fruit ratio in investigated crambe genotypes

Genotyp <i>Genotypes</i>	Plon owoców [t/ha] <i>Yield of fruit</i>				Masa 1000 owoców [g] <i>Mass of 1000 fruits</i>				Udział nasienia w owoku <i>Seed/fruit ratio [%]</i>			
	1995	1996	1997	średnio <i>mean</i>	1995	1996	1997	średnio	1995	1996	1997	średnio <i>mean</i>
Borowski	3,53	2,52	1,12	2,39	7,26	7,38	6,57	7,07	69,9	68,5	61,1	66,5
BGRC 34311	3,29	2,46	1,35	2,37	7,85	7,64	5,89	7,13	66,3	68,5	57,4	64,0
C-37	3,74	2,26	1,19	2,40	8,09	7,87	6,02	7,33	68,6	67,3	62,1	66,0
Indy	3,69	2,31	1,42	2,47	8,06	7,97	6,70	7,58	68,4	64,5	60,6	64,5
Nu 52865	3,60	2,48	0,95	2,34	7,72	8,01	6,48	7,40	69,0	61,8	58,9	63,2
Prophet	3,57	2,55	1,20	2,44	7,56	7,58	6,22	7,12	68,8	67,4	65,7	67,3
Średnio <i>Mean</i>	3,57	2,43	1,21	2,40	7,76	7,74	6,31	7,27	68,5	66,3	60,7	65,3
NIR — LSD P = 0,95	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	0,295	r.n.	r.n.	r.n.	1,42	2,71	1,63	r.n.

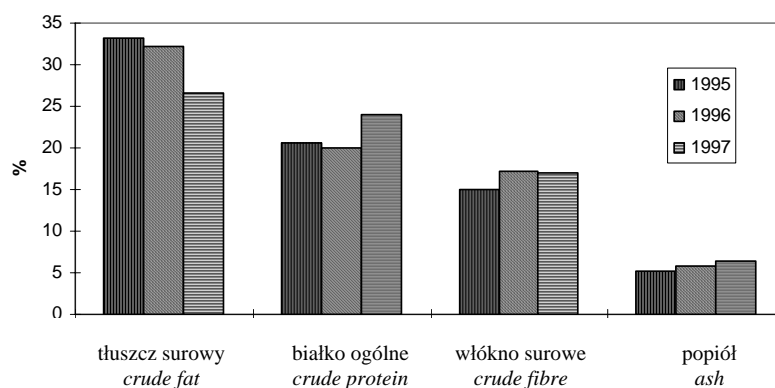
r.n. — różnice nieistotne — *no significant differences*

Tabela 3

Skład chemiczny owoców katroanu (w % s.m.)
Chemical composition of crambe fruits (% d.m.)

Genotypy <i>Genotypes</i>	Tłuszcz surowy <i>Crude fat</i>	Białko ogólne <i>Crude protein</i>	Włókno surowe <i>Crude fibre</i>	Popiół <i>Ash</i>
Borowski	29,8	21,8	15,8	6,1
BGRC 34311	30,4	21,9	16,7	5,9
C-37	31,6	21,5	15,8	5,6
Indy	30,7	21,5	16,6	5,6
Nu 52865	31,5	21,3	16,5	5,6
Prophet	30,5	21,4	17,1	6,2
Średnio — <i>Mean</i>	30,7	21,6	16,4	5,8
NIR — <i>LSD P = 0,95</i>	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

r.n. — różnice nieistotne — *no significant differences*



Rys. 1. Zawartość tłuszczu, białka ogólnego, włókna surowego i popiołu w owocach katroanu
Content of crude fat, crude protein, crude fibre and ash in the crambe fruits

Zawartość białka ogólnego wynosiła średnio 21,6%, włókna surowego 16,4%, a popiołu 5,8%. Nie stwierdzono istotnego zróżnicowania między genotypami, natomiast znaczne różnice wystąpiły w zawartości badanych składników, prócz popiołu, w owocach w różnych latach badań (rys. 1). Najwyższą zawartość białka ogólnego stwierdzono w 1997 roku, w którym zawartość tłuszczu w owocach była najmniejsza.

Obliczone współczynniki korelacji prostej pomiędzy badanymi cechami oraz miesięcznymi sumami opadów i średnią miesięczną temperaturą w okresie wegetacji katroanu wskazują, że plon nasion był dodatnio skorelowany ze średnią temperaturą kwietnia i lipca, z sumą opadów w kwietniu oraz ujemnie z sumą opadów w lipcu. Opady w lipcu zbliżone do średniej wieloletniej sprzyjały wyższej masie 1000 nasion oraz większemu udziałowi nasienia w masie owocka. Nadmierne opady w lipcu, jak również wyższa średnia temperatura sierpnia sprzyjały zmniejszeniu zawartości tłuszczu. Znalazło to potwierdzenie w obliczonych współczynnikach korelacji, a jednocześnie taki układ pogody sprzyjał wyższej zawartości białka i popiołu surowego w owocach (tab. 4).

Tabela 4

Współczynniki korelacji prostej dla badanych cech i warunków meteorologicznych (n = 18)
Simple correlation coefficients for measured traits and climatic conditions

Badane cechy — <i>Measured traits</i>	1	2	3	4	5	6	7
1. Plon owoczków <i>Yield of fruits</i>	—						
2. Masa 1000 owoczków <i>Mass of 1000 fruits</i>	0,81**						
3. Udział nasienia w owocku <i>Seed/fruit ratio</i>	0,81**	0,67**					
4. Zawartość tłuszczu <i>Fat content</i>	0,83**	0,89**	0,64**				
5. Zawartość białka <i>Protein content</i>	-0,71**	-0,83**	-0,66**	-0,82**			
6. Zawartość włókna <i>Fibre content</i>	-0,62**	-0,31	-0,49*	-0,43	0,13		
7. Zawartość popiołu <i>Ash content</i>	-0,80**	-0,79**	-0,46	-0,82**	0,67**	0,46	
	<i>Suma opadów — Sum of rainfalls</i>						
Miesiące — <i>Months</i>							
IV	0,94**	0,64**	0,71**	0,68**	-0,53**	-0,67**	-0,78**
V	0,41	0,74**	0,50*	0,62**	-0,79**	0,11	-0,33
VI	-0,41	-0,74**	-0,50*	-0,62**	0,79**	-0,11	0,33
VII	-0,93**	-0,92**	-0,82**	-0,87**	0,88**	0,41	0,77**
VIII	0,41	0,74**	0,50*	0,62**	-0,79**	0,11	-0,33
	<i>Średnia temperatura — Average temp.</i>						
IV	0,97**	0,71**	0,75**	0,73**	-0,61**	-0,65**	-0,81**
V	-0,63**	-0,18	-0,38	-0,28	0,06	0,66**	0,53*
VI	0,15	0,56*	0,30	0,43	-0,64**	0,29	-0,11
VII	0,79**	0,39	0,54**	0,47	-0,27	-0,69**	-0,67**
VIII	-0,87**	-0,93**	-0,79**	-0,86**	0,90**	0,32	0,71**

* istotne przy P = 0,95 — *significant at P = 0.95*, ** istotne przy P = 0,99 — *significant at P = 0.99*

Zawartość składników mineralnych w owocach katroanu przedstawiono w tabeli 5. Średnia zawartość makroelementów K, P, Ca, Mg nie była istotnie uzależniona od badanych genotypów. Największe zróżnicowanie obserwowano w zawartości żelaza (58,6–145,4 mg/kg) oraz manganu (13,59–20,52 mg/kg s.m).

Tabela 5

Zawartość składników mineralnych w owocach katroanu
Mineral composition of crambe fruits

Genotypy <i>Genotypes</i> Lata <i>Years</i>	Makroelementy <i>Macroelements</i> [g/kg s.m.]				Mikroelementy <i>Microelements</i> [mg/kg s.m.]						
	K	P	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe	Pb	Cd	Ni
Borowski	5,71	7,30	4,35	2,24	3,85	16,48	40,84	85,57	2,54	0,125	1,37
BGRC 34311	5,51	7,30	4,75	2,30	3,40	15,07	40,07	63,44	2,94	0,135	1,35
C-37	5,88	7,55	4,40	2,00	3,45	14,85	45,36	69,49	2,83	0,128	1,27
Indy	5,90	6,93	3,60	1,99	3,56	13,59	43,93	58,58	2,59	0,123	1,26
Nu 52865	5,60	7,08	4,12	2,11	3,66	15,45	45,14	108,46	2,67	0,125	1,38
Prophet	5,86	7,83	4,73	2,29	3,91	20,52	43,12	145,35	2,86	0,143	1,55
NIR — <i>LSD</i>	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	0,07	0,61	0,43	3,93	0,19	0,011	0,03
1995	4,90	8,00	4,20	2,56	3,31	16,65	46,55	75,70	2,54	0,122	1,38
1996	6,60	6,65	4,35	1,75	3,98	15,33	39,61	101,26	2,93	0,137	1,33
NIR — <i>LSD</i>	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	0,26	0,79	1,50	5,24	0,31	0,009	r.n.
Średnio — <i>Mean</i>	5,75	7,33	4,28	2,16	3,64	15,99	43,08	88,48	2,74	0,130	1,36

r.n. — różnice nieistotne — *no significant differences*

Zawartość metali ciężkich: ołowiu i kadmu, mimo bliskiego sąsiedztwa Huty im. Sendzimira, kształtowała się na niskim poziomie i wynosiła średnio 2,74 i 0,13 mg/kg s.m., a zawartość niklu 1,36 mg/kg s.m. Jest to ważne ze względu na możliwość wykorzystania śruty poekstrakcyjnej w żywieniu zwierząt. Ilości te nie przekraczają krytycznych zawartości tych pierwiastków w śrucie dla celów paszowych (Kabata-Pendias i in. 1993)

Wnioski

1. Uzyskane w latach 1995–1997 plony owoców badanych odmian i genotypów katroanu nie różniły się istotnie. Natomiast średnie plony owoców kształtowały się zależnie od roku. Najniższe plony zanotowano w 1997 roku z powodu osypywania się wcześniej dojrzałych owoców w wyniku nadmiernych opadów w okresie dojrzewania.

2. Niższa masa 1000 nasion oraz mniejszy udział nasienia w owocku w 1997 roku wpłynęły na znaczne obniżenie zawartości tłuszczu surowego w owocach oraz zwiększenie zawartości białka ogólnego w porównaniu do lat 1995 i 1996.
3. Plon nasion był dodatnio skorelowany ze średnią temperaturą kwietnia i lipca, sumą opadów w kwietniu oraz ujemnie z sumą opadów w lipcu. Opady w lipcu zbliżone do średniej wieloletniej (58 mm) sprzyjały wyższej masie 1000 owocków oraz większemu udziałowi nasienia w masie owoca.
4. Między odmianami i genotypami katrań nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości makroelementów (średnie z dwóch lat). Natomiast w zawartości mikroelementów zaznaczyły się między nimi istotne różnice.

Literatura

- AOAC. Official Methods of Analysis 1990. Ed. Helrich K., Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA, I: 684.
- Campbell T.A., Crock J., Williams J.H., Hang A.N., Sigafus R.E., Schneiter A.A., McClellan E.F., Graves C.R., Wooley D.G., Kleiman R. 1986. Registration of C-22, C-29, C-37 crambe germplasm. *Crop Sci.*, 26 (5): 1088-1089.
- Carlson K.D., Tookey H.L. 1983. Crambe meal as protein source for feeds. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 60 (12): 1979-1985.
- Cegielska T. 1994. Wykorzystanie oleju rzepaku wysokoerukowego do celów przemysłowych. *Rośliny Oleiste*, XV: 155-160.
- Dembiński F., Horodyski A., Jaruszewska A. 1962. Porównanie 17 gatunków jarych roślin oleistych. *Pam. Puł.*, 8: 3-77.
- Fontana F., Lazzeri L., Malaguti L., Galletti S. 1998. Agronomic characterization of some *Crambe abyssinica* genotypes in a locality of the Po Valley. *European J. of Agronom.*, 9: 117-126.
- Jabłoński M. 1967. Katran abisyński w świetle doświadczeń polowych. Cz. I. Wpływ ilości wysiewu i rozstawu rzędów na plon katrań abisyńskiego. *Pam. Puł.*, 25: 59-77.
- Jabłoński M. 1967. Katran abisyński w świetle doświadczeń polowych. Cz. II. Nawożenie katrań. *Pam. Puł.*, 25: 77-106.
- Jabłoński M. 1970. Wpływ gęstości siewu na kształtowanie się niektórych cech morfologicznych i plon nasion (owoców) katrań abisyńskiego (*Crambe abyssinica* Hochst.) *Pam. Puł.*, 39: 157-169.
- Kabata-Pendis A., Piotrowska M., Witek T. 1993. Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb i roślin metalami ciężkimi i siarką. *IUNG Puławy*, 20.
- Kulig B., Vollmann J. 1995. Porównanie plonowania wybranych genotypów katrań abisyńskiego (*Crambe abyssinica* Hochst.). *Rośliny Oleiste*, XVI (1): 91-96.
- Kulig B., Pisulewska E., Młodkowski M. 1997. Plon i skład chemiczny owoców zagranicznych odmian i rodów katrań abisyńskiego (*Crambe abyssinica* Hochst.) reprodukowanych w Polsce. *Acta Agr. et Silv.*, ser. Agraria, XXXV: 63-71.
- Kulig B., Kołodziejczyk M., Zając T. 1998. Nagromadzenie składników mineralnych w owocach katrań abisyńskiego. *Rośliny Oleiste*, XIX (2): 515-522.

- Massey J.H., Jellum M.G. 1973. Effect of spring planting date and row spacing on the agronomic characteristics and chemical composition of crambe. *Agronomy J.* 65: 299-300.
- Muuse B.G., Cuperus F.P., Derksen J.T.P. 1992. Composition and physical properties of oils from new oilseed crops. *Industrial Crops & Prod.*, 1: 57-65.
- Mysakowska-Paleolog B. 1996. Przebieg wzrostu, rozwoju i plonowania katroanu abisyńskiego (*Crambe abyssinica* Hochst.) przy różnej uprawie, nawożeniu i wilgotności. Cz. II. Zagadnienia nawozowe. *Rocz. Nauk Roln.*, 91-A-4: 735-775.
- Niewiadomski H. 1984. Surowce tłuszczowe. WTN, Warszawa, 108-111.
- Princen L.H., Rothfus J.A., Champaign I. 1984. Development of new crops for industrial raw materials (*Crambe abyssinica*, *Limnathes*, rapeseed, *Lunaria annua*). *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 61 (2): 281-289.
- Rakowska H. 1996. Postęp w hodowli rzepaku w świetle 9 światowego kongresu „Rzepak obecnie i w przyszłości”, 1995, *Postępy Nauk Roln.* 2: 109-112.
- Seehuber R. 1987. Versuche mit zur Produktion von Erucosäure geeigneten Kulturen. *Fat. Sci. Technol.*, 7: 263-268.
- Van Dyne D.L., Blase G.M., Carlson K.D. 1991. Industrial feedstocks and products from high erucic acid oil: crambe and industrial rapeseed. HEA oil project Report, 29.
- Vollmann J., Ruckebauer P. 1993. Agronomic performance and oil quality of crambe as affected by genotype and environment. *Die Bodenkultur*, 44/4, 335-343.
- Zimmermann H.G., Ragaller F. 1961. Die neue Sommerölfrucht *Crambe abyssinica* Hochst. und ihr Ertragspotential sowie dessen Beeinflussung durch einige Ertragsfaktoren. *Albrecht Thear Archiv.* 5: 438-464.