

WPŁYW PRZEBIEGU POGODY W OKRESIE WEGETACJI
NA PLONOWANIE I ARCHITEKTURĘ ŁANU
KATRANU ABISYŃSKIEGO

Bogdan Kulig, Wiesław Szafranski, Jan Kołodziej

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Akademia Rolnicza
Al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków
e-mail: rrbkulig@cyf-kr.edu.pl

Streszczenie. Jednoczynnikowe doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 1997-1999 na czarnoziemie zdegradowanym. Celem było określenia produktywności zagranicznej odmiany katanu abisyńskiego Indy (USA). Badano reakcję roślin na zróżnicowaną ilość wysiewu (7, 14, 21, 28 kg·ha⁻¹). Średni plon owoców wynosił 1,5 t·ha⁻¹. Zmiana ilości wysiewu modyfikacją pokrój roślin poprzez zwiększenie liczby rozgałęzień bocznych I-rzędu i wskaźnika powierzchni asymilacyjnej pojedynczej rośliny na obiektach z najmniejszą ilością wysiewu (7 kg·ha⁻¹). Nadmiar opadów w lipcu stymulował rozwój rozgałęzień bocznych oraz ulistnienia. Było to niekorzystne, gdyż opóźniało dojrzewanie i utrudniało zbiór mechaniczny.

Słowa kluczowe: katan abisyński, ilość wysiewu, plon, LAI, warunki meteorologiczne

WSTĘP

W ostatnich latach wzrasta zainteresowanie roślinami alternatywnymi, które mogą być źródłem odnawialnych surowców, nie powodują dalszego wzrostu nadprodukcji żywności, a ponadto wprowadzane do uprawy urozmaicają płodozmian i krajobraz terenów rolniczych [8,6]. Katan abisyński – *Crambe abyssinica* Hochst. jest rośliną oleistą z rodziny krzyżowych odznaczającą się naturalnie wysoką zawartością kwasu erukowego wykorzystywanego w przemyśle chemicznym, a śruta katanowa może być komponentem pasz treściwych [1,5]. W Polsce katan był uprawiany w latach 50 i 60-tych ubiegłego stulecia [7,3]. Jednak po niepowodzeniach związanych z jego agrotechniką zaniechano uprawy tego gatunku. Katan jest zaliczany do roślin stosunkowo odpornych na suszę, aczkolwiek przy braku

wilgoci rośliny tracą część liści, gdy jednak warunki wilgotnościowe poprawią się liście wyrastają od nowa. Te właściwości w połączeniu z dużą aktywnością wzrostu, krótkim okresem wegetacji, pozwalają roślinom na lepsze wykorzystanie wilgoci z zimy oraz wcześniejsze dojrzewanie [7]. Katran może być uprawiany do wysokości 2000 m n. p. m. pod warunkiem, że w okresie kiełkowania temperatura będzie wynosić od 4-6°C, natomiast już jedностopniowe przymrozki mogą powodować duże straty w łanie [10]. Wiele prac [11,2,9] dowodzi, że mimo licznych badań wiedza o wzroście i rozwoju a także o kształtowaniu plonu jest nadal niewystarczająca.

Pojawienie się nowych zagranicznych odmian o coraz większym zróżnicowaniu morfologicznym, a także o różnej reakcji na czynniki siedliska stwarza konieczność prowadzenia badań mających na celu określenie produktywności łanu i pojedynczej rośliny w warunkach Polski Południowej.

METODYKA BADAŃ

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 1997-1999 na czarnoziemie zdegradowanym o pH w 1 M KCl = 6,1. Zasobność warstwy ornej gleby w przyswajalne formy makroskładników wynosiła: 0,12-0,14% N-ogółem, 21-25 mg P₂O₅, 17,5-22 mg K₂O oraz 10,7-12 mg MgO na 100 g p.s.m. gleby. Jednoczynnikowe doświadczenie zakładano metodą losowanych bloków w 4 powtórzeniach. Materiał siewny katanu odmiany Indy otrzymano z Universität für Bodenkultur w Wiedniu. Przedplonem dla katanu były rośliny zbożowe. Nawożenie zastosowano w ilości 80 kg N, 80 kg P₂O₅ i 120 kg K₂O na hektar. Siew w ilości: 100, 200, 300 i 400 nasion (owoczków) na 1 m², czyli 7, 14, 21 i 28 kg·ha⁻¹, przeprowadzono w pierwszej dekadzie kwietnia (2.04. 1997-98, 9.04. 1999). Rozstawa rzędów wynosiła 25 cm, a wielkość poletek 10 m². Zbiór kombajnem poletkowym przeprowadzono w pierwszej połowie sierpnia. W pierwszych dwóch latach badań przed zbiorem rośliny desykowano preparatem Reglone. Plon łuszczynek (owoczków) podano przy wilgotności 13%.

Wykonano pomiar powierzchni asymilacyjnej liści całej rośliny i pędów bocznych I rzędu, wysokość roślin, liczbę rozgałęzień pierwszego rzędu na roślinie, suchą masę liści i całej rośliny, plon i masę 1000 owoców, obsadę roślin przed zbiorem oraz LAI łanu. Analizę cech morfologicznych przeprowadzono na 10 kolejnych roślinach każdego poletka. Dla badanych cech wykonano analizę wariancji przy poziomie błędów 0,05. Oszacowano korelacje pomiędzy badanymi cechami morfologicznymi rośliny oraz wskaźnikiem Sielianinowa dla faz rozwojowych katanu.

WYNIKI I DYSKUSJA

Przebieg warunków klimatycznych w latach 1997-1999 w okresie od siewu do dojrzałości technicznej przedstawia tabela 1. W okresie zawiązywania łuszczynek w lipcu 1997 roku zbyt wysoka ilość opadów utrudniała prawidłowe ich dojrzewanie i miała wpływ na niższe plonowanie. W kolejnych latach badań rozkład opadów oraz temperatury w okresie wegetacji zapewniał prawidłowy przebieg wzrostu wegetatywnego i generatywnego roślin katroanu. Obliczone wartości dla współczynnika hydrotermicznego pokazują, że oprócz fazy rozwoju generatywnego roślin w pierwszym roku badań również niekorzystny był okres wschody-początek kwitnienia w 1999 roku. Trzeci rok badań charakteryzował się również najkrótszym okresem wegetacji. Jak donosi Mysakowska-Paleolog [7] rośliny katroanu reagowały dodatnio na wysoką wilgotność względną powietrza, jednakże połączenie wysokiej wilgotności powietrza z podobną gleby, wpływało ujemnie na plonowanie.

Tabela 1. Opady i temperatura oraz czas trwania podokresów wegetacji roślin katroanu
Table 1. Rainfalls and temperature as well as during of vegetation subperiods of Crambe plants

Wyszczególnienie Specification	Lata Years	Okres wzrostu – Period of the growth			
		A	B	C	D
Liczba dni w okresie Number of days in the period	1997	29	34	64	127
	1998	14	41	75	130
	1999	14	37	71	122
Suma temperatur Sum of temperature (°C)	1997	149	475	1100	1724
	1998	154	482	1460	2096
	1999	146	450	1385	1981
Średnia temperatura Mean of temperature (°C)	1997	5,1	14,0	17,2	13,6
	1998	11,0	11,8	19,5	16,1
	1999	10,4	12,2	19,5	16,2
Opady Rainfalls (mm)	1997	28,9	54,0	396,0	478,9
	1998	35,0	117,0	159,0	311,0
	1999	21,0	36,0	276,0	333,0
Wskaźnik Sielianinowa Sielianinow's index	1997	1,94	1,14	3,60	2,78
	1998	2,27	2,43	1,09	1,48
	1999	1,44	0,80	1,99	1,68

A – siew-wschody – sowing-emergence,

B – wschody-początek kwitnienia – emergence-beginning of flowering,

C – początek kwitnienia-dojrzałość techniczna – beginning of flowering-full ripeness,

D – siew-dojrzałość techniczna – sowing-full ripeness.

Średni plon jednonasiennych łuszczynek (owoców) za okres trzech lat kształtował się na poziomie $1,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (tab. 2). Plon owoców w badaniach prowadzonych przez Dembińskiego [2] i Jabłońskiego [3] nie przekraczał $3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, zaś Vollmann i Ruckenbauer [9] uzyskiwali w Austrii plony w granicach $0,9\text{-}3,3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

W badaniach przeprowadzonych przez Kuliga [4], w podobnych warunkach glebowych zebrano około 3 tony, przy czym wystąpiło współdziałanie lat i gęstości siewu. Znalazło to potwierdzenie także w niniejszych badaniach, w których największy plon zebrano z poletek, na których wysiano $21 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ nasion w pierwszym i trzecim roku badań. Najwyższy plon otrzymano w drugim roku badań przy wysiewie $28 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Nadmiar opadów w okresie kwitnienia i zawiązywania owoców w 1997 r. był korzystniejszy dla mniejszej ilości wysiewu (14 kg). Jabłoński [3] stosując ilość wysiewu od 12 do $55 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ nie uzyskał istotnego wpływu tego czynnika na plon owoców katanu, niemniej jednak przekroczenie $35 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ spowodowało w ciepłych latach z okresowymi suszami obniżenie plonu.

Obsada roślin katanu wynosiła średnio $68 \text{ szt}\cdot\text{m}^{-2}$ i była mniej zróżnicowana w latach badań natomiast zależała w sposób istotny od ilości wysiewu (tab. 2).

Zimmermann i Ragaller [11] podają, że odpowiednie zagęszczenie roślin osiągnęli poprzez wysiew 30 kg owoców. Należy stwierdzić, że lepsze zagęszczenie może przyczynić się do bardziej równomiernego dojrzewania nie jest jednak czynnikiem decydującym o wysokości plonu owoców katanu. Według Jabłońskiego [3] rośliny z siewów zagęszczonych charakteryzują się m. in. mniejszą liczbą bocznych rozgałęzień i zawiązanych łuszczynek. Taką tendencję stwierdzono także w niniejszych badaniach. W latach 1998-1999 wysokość roślin nie różniła się istotnie i wynosiła średnio 102 cm, natomiast była istotnie mniejsza w pierwszym roku badań. Zwiększona ilość wysiewu do $21\text{-}28 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ wpływała dodatnio na wysokość roślin. Masa 1000 owoców katanu wynosiła średnio 7,2 g. Różnice istotne wystąpiły w latach badań oraz na skutek zróżnicowanej ilości wysiewu. Na obiektach z siewu zagęszczonego (28 kg) i z siewu rzadkiego obserwowano tendencję do zmniejszania masy 1000 łuszczynek w porównaniu do wysiewu $14 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Mysakowska-Paleolog [7] zwraca uwagę na wrażliwość roślin katanu na brak wilgoci w glebie w okresie kwitnienia i owocowania, która przejawia się dużą redukcją masy 1000 owoców.

Sucha masa z jednej rośliny narastała w sposób istotny do 1 dekady lipca, natomiast sucha masa liści tylko do 2 dekady czerwca. Na te dwa badane parametry istotny wpływ miała ilość wysiewu. Wyraźnie wyższa sucha masa charakteryzowały się rośliny zebrane z poletek obsianych najmniejszą ilością owoców na hektar (tab. 3). Powierzchnia asymilacyjna liści z jednej rośliny również była największa podczas drugiego pomiaru, przy czym różnice pomiędzy kolejnymi terminami nie były istotne. Z kolei udział powierzchni asymilacyjnej liści na pędach bocznych pierwszego rzędu istotnie wzrastał od początku czerwca

do drugiej połowy lipca. We wcześniejszych badaniach Kuliga [5] powierzchnia asymilacyjna również nie uległa tak wyraźnej redukcji, głównie na skutek rozwoju liści na rozgałęzieniach bocznych.

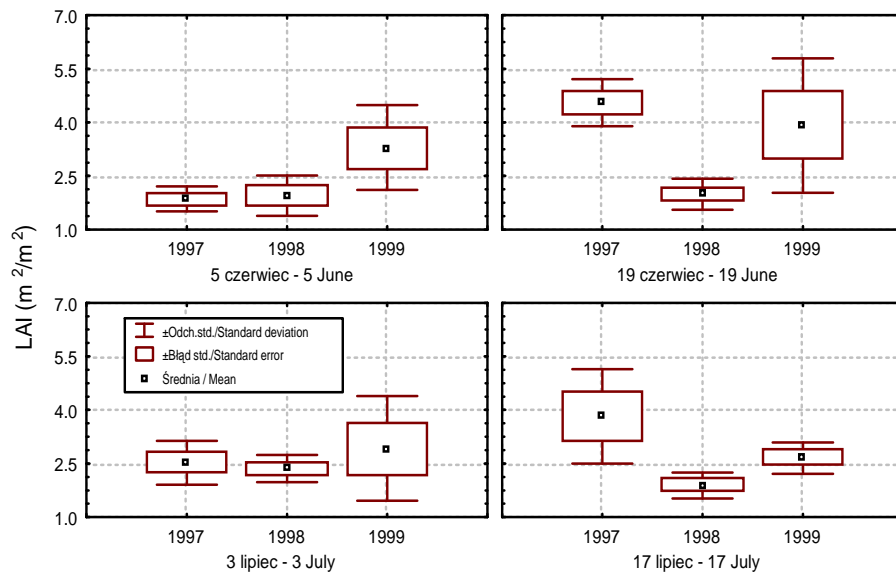
Tabela 2. Niektóre parametry katroanu w zależności od badanego czynnika i lat

Table 2. Some parameters of Crambe dependent on the investigated factor and years

Cechy – Features	Lata Years	Ilość wysiewu – Sowing rate (kg·ha ⁻¹)				Średnia Mean
		7	14	21	28	
Plon owoców Yield of fruitlets (t·ha ⁻¹)	1997	1,410	1,619	1,663	1,190	1,471
	1998	1,277	1,675	1,615	1,780	1,587
	1999	1,403	1,560	1,693	1,647	1,576
Średnia – Mean		1,363	1,618	1,657	1,539	
NIR _(0,05) – LSD _(0,05)			0,272			r.n. – n.s.
Masa 1000 owoców 1000 fruitlets weight (g)	1997	6,54	7,54	6,56	6,56	6,80
	1998	7,52	7,50	7,41	7,23	7,42
	1999	7,03	7,49	7,72	7,30	7,38
Średnia – Mean		7,03	7,51	7,23	7,04	
NIR _(0,05) – LSD _(0,05)			0,30			0,30
Wysokość rośliny Height of plant (cm)	1997	87,0	92,3	98,6	107,3	96,3
	1998	98,7	93,7	106,6	104,4	100,8
	1999	101,7	105,0	100,3	104,0	102,8
Średnia – Mean		95,8	97,0	101,9	105,2	
NIR _(0,05) – LSD _(0,05)			5,95			4,66
Liczba rozgałęzień I rzędu na roślinie Number of 1 st rank branches per plant	1997	13,5	10,0	13,3	7,7	11,1
	1998	14,3	15,3	13,0	12,7	13,8
	1999	16,3	12,9	11,8	13,5	13,6
Średnia – Mean		14,7	12,7	12,7	11,3	
NIR _(0,05) – LSD _(0,05)			1,96			r.n. – n.s.
Liczba roślin na 1 m ² Number of plants per 1m ²	1997	31,0	57,0	76,0	104,0	67,0
	1998	33,5	65,3	77,1	91,6	66,9
	1999	52,4	72,7	78,0	80,0	70,8
Średnia – Mean		38,9	65,0	77,0	91,8	
NIR _(0,05) – LSD _(0,05)			6,5			r.n. – n.s.

Tabela 3. Sucha masa i powierzchnia liści rośliny katroanu w zależności od badanych czynników
Table 3. Dry matter and of Crambe plant dependent on the investigated factors

Cechy Features	Data Date of measure	Ilość wysiewu – Sowing rate (kg·ha ⁻¹)				Średnia Mean
		7	14	21	28	
Sucha masa z jednej rośliny	5,06	4,73	2,39	2,57	1,59	2,82
	19,06	17,17	10,48	5,27	6,17	9,77
Dry matter of one plant (g)	3,07	20,37	14,30	8,80	9,33	13,20
	17,07	22,57	14,03	10,93	10,93	14,62
Średnia – Mean		13,03	8,28	5,55	5,64	
NIR _(0,05) – LSD _(0,05)			4,31			4,32
Sucha masa liści na jednej roślinie	5,06	2,85	1,74	1,49	0,82	1,73
	19,06	6,51	3,79	1,77	2,39	3,62
Leaves dry matter per one plant (g)	3,07	2,80	2,53	1,80	2,20	2,33
	17,07	2,30	1,73	1,20	1,20	1,61
Średnia – Mean		3,62	2,45	1,57	1,65	
NIR _(0,05) – LSD _(0,05)			1,17			1,47
Powierzchnia liści jednej rośliny	5,06	419,7	429,7	363,3	237,7	362,6
	19,06	1060,3	615,6	347,7	338,7	590,6
Leaves area (LAI) per one plant (cm ²)	3,07	753,0	530,0	274,7	209,3	441,8
	17,07	635,3	420,4	339,4	361,0	439,0
Średnia – Mean		717,1	498,9	331,3	286,7	
NIR _(0,05) – LSD _(0,05)			177,8			r.n. – n.s.
Udział LAI pędów bocznych w powierzchni rośliny	5,06	32,1	19,6	16,8	7,8	19,1
	19,06	36,2	20,6	19,0	25,5	25,3
Share of branches LAI in total of LAI (%)	3,07	50,1	35,7	55,2	28,2	42,3
	17,07	69,8	61,3	54,7	55,4	60,3
Średnia – Mean		47,1	34,3	36,4	29,2	
NIR _(0,05) – LSD _(0,05)			r.n. – n.s.			13,7



Rys. 1. Zakres zmienności dla indeksu liściowego karanu (LAI)

Fig. 1. Range of variation for leaf area index of crambe (LAI)

Warunki pogodowe wpływały na kształtowanie się powierzchni asymilacyjnej łanu karanu (LAI). Wyraźne różnice między wielkością indeksu LAI w poszczególnych sezonach wegetacyjnych stwierdzone zwłaszcza w II (19 czerwca) i IV terminie (17 lipca) pomiaru (rys. 1). Intensywne opady na początku lipca 1997 roku stymulowały rozwój bocznych rozgałęzień oraz ulistnienia pod koniec lipca, w wyniku czego nastąpił znaczny wzrost wskaźnika LAI łanu. Utrzymująca się stosunkowo długo wysoka wartość wskaźnika LAI w 1997 r. spowodowała konieczność stosowania desykacji, która umożliwiła zbiór kombajnem.

Plon łuszczynek (owoców) jest ujemnie skorelowany z suchą masą i powierzchnią asymilacyjną liści pojedynczej rośliny oraz wskaźnikiem Sieljaninowa dla okresu kwitnienia-dojrzwania (tab. 4). Z kolei silnie dodatnia zależność wystąpiła pomiędzy sumą temperatur i opadów a wysokością roślin i udziałem powierzchni liści z pędów bocznych w całkowitej powierzchni asymilacyjnej rośliny, co potwierdza wartość współczynnika korelacji ($r = 0,49-0,78$).

Tabela 4. Macierz współczynników korelacji badanych parametrów
Table 4. Correlation matrix of investigated parameters

Wyszczególnienie Specification	Plon Yield	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
Sucha masa liści na 1 roślinie (x ₁) Dry matter of leaves per one plant (x ₁)	-0,31*					
Sucha masa rośliny (x ₂) Dry matter of one plant (x ₂)	-0,36**	0,62**				
Powierzchnia liści (PL) na 1 roślinie (x ₃) Leaves area (LA) per plant (x ₃)	-0,31*	0,64**	0,60**			
Udział PL pędów w powierzchni rośliny (x ₄) Share of branches LA in total of LA (x ₄)			0,54**	0,29*		
Wysokość rośliny (x ₅) Height of plant (x ₅)			0,49**		0,51**	
Suma temperatur Sum of temperature			0,51**		0,64**	0,78**
Suma opadów Sum of rainfalls			0,52**		0,49**	0,69**
WS ¹ wschody – kwitnienie SI ¹ emergency – flowering		-0,36*		-0,30*		
WS ¹ kwitnienie – dojrzewanie SI ¹ flowering – full ripening	-0,29*			0,35*		

¹ wartość wskaźnika Sielianinowa – ¹ Sielianinow's index values.

* i ** istotne na poziomie P = 0,95 i P = 0,99 – significant at level P = 0.95 and P = 0.99.

WNIOSKI

1. Plon owoców katanu wahał się w granicach 1,19-1,78 t·ha⁻¹. Ilość wysiewu wpływała istotnie na wielkość plonu owoców oraz suchą masę jednej rośliny, masę 1000 owoców, wysokość roślin i liczbę rozgałęzień I rzędu.

2. Warunki klimatyczne wpłynęły na wielkość indeksu liściowego w okresie maksymalnego rozwoju powierzchni liściowej. Powierzchnia liści jednej rośliny była ujemnie skorelowana z wartościami współczynnika Sielianinowa dla okresu wschody-kwitnienie a dodatkowo dla okresu kwitnienie-dojrzałość pełna.

3. Stwierdzono ujemną korelację pomiędzy wartościami współczynnika Sielianinowa dla okresu wschody-kwitnienie a suchą masą liści pojedynczej rośliny oraz między wartościami współczynnika Sielianinowa dla okresu kwitnienie-dojrzewanie a plonem owoców.

PIŚMIENNICTWO

1. **Carlson K.D.:** What's new oilseeds? Check out Crambe! Agric. Research, March, 16-17, 1991.
2. **Demiński F, Horodyski A., Jaruszewska A.:** Comparison of 17 species of spring oil plants (in Polish). Pam. Puł., 8, 3-77, 1962.
3. **Jabłoński M.:** Effect of the density of sowing on the forming of some morphological features and the seed (siliqua) yield of *Crambe abyssinica* Hochst (Spanish Colewort) (in Polish). Pam. Puł., 39, 157-169, 1970.
4. **Kulig B.:** The effect of sowing rate and nitrogen fertilization on the yielding of *crambe abyssinica* (in Polish). Rośliny oleiste, Poznań, 18/1, 235-242, 1997.
5. **Kulig B., Vollmann J.:** Crops comparison of the selected genotypes of the *crambe abyssinica* Hochst. (in Polish). Rośliny oleiste, Poznań, 16/1, 91-96, 1995.
6. **Muuse B.G., Cuperus F.P., Derksen J. T. P.:** Composition and physical properties of oils from new oilseed crops. Industrial Crops and Prod., 1, 57-65, 1992.
7. **Mysakowska-Paleolog B.:** The course of growth, development and yields of *crambe abyssinica* Hochst. in different ways of tillage and fertilization and in different moisture conditions (in Polish). Rocz. Nauk Roln., 91/4, 735-775, 1966.
8. **Princen L. H., Rothfus J. A.:** Development of new crops for industrial raw materials (*Crambe abyssinica*, *Limnathes*, rapeseed, *Lunaria annua*). J. Amer. Oil Chem. Soc., 61(2), 281-289, 1984.
9. **Vollmann J., Ruckebauer P.:** Agronomic performance and oil quality of *crambe* as affected by genotype and environment. Die Bodenkultur, 44/4, 335-343, 1993.
10. **Weiss E.A.:** Oilseed crops. *Crambe*. Longman, London and New York, 463-487, 1983.
11. **Zimmermann H. G., Ragaller F.:** Die neue Sommerölfrucht *Crambe abyssinica* Hochst. und ihr Ertragspotential sowie dessen Beeinflussung durch einige Ertragsfaktoren. Albrecht Thaer Archiv., 5, 438-464, 1961.

EFFECT OF WEATHER CONDITIONS DURING
VEGETATION PERIOD ON YIELDING AND CANOPY
ARCHITECTURE OF CRAMBE ABISSINICA

Bogdan Kulig, Wiesław Szafranski, Jan Kołodziej

Department of Crop Production, University of Agriculture
Al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków
e-mail: rrbkulig@cyf-kr.edu.pl

Abstract. A one-factorial field experiment was conducted from 1997 to 1999, on degraded chernozem, in order to evaluate productivity of foreign cultivar of *crambe* (Indy from the USA). Investigated the response of *crambe* plants to the differentiated sowing rate (7, 14, 21, 28 kg ha⁻¹). Seeds of *crambe* were obtained from the Agricultural University in Vienna. The yield of *crambe* seeds (fruitlets) obtained in this study was not high (1.5 t ha⁻¹). The change of sowing rate modified the plant morphology by increasing the number of lateral branches 1st order and the leaves assimilation area per plant in objects with lower sowing rate (7 kg ha⁻¹). The excess of rainfalls in July brought about further growth leaves area on the lateral branches. It is unprofitable for reason of delayed ripening and make difficult the harvest with combine.

Key words: *crambe*, yield, LAI, sowing rate, meteorological conditions