

ALEKSANDER SZMIGIEL ¹STANISŁAW KIELBASA ²¹ Akademia Rolnicza w Krakowie² Zespół Szkół Rolniczych w Nawojowej

Uprawa kukurydzy na ziarno w Kotlinie Sąddeckiej

Cultivation of grain maize in the Sądecka Valley

Badania nad możliwością uprawy kukurydzy na ziarno w Kotlinie Sąddeckiej prowadzono na glebie kompleksu zbożowo-górskiego w miejscowości Nawojowa na wysokości 365 m. n.p.m., w latach 1998–2000. W badaniach wykorzystano dwie odmiany wczesne; Esslia (FAO-170) i Jana (FAO-190), oraz 4 odmiany średnio wczesne; Ela (FAO-210), Mieszko (FAO-230), KLG 2210 (FAO-230) i LG 2190 (FAO-240). Nawożenie mineralne w ilości 80 kg $P_2O_5 \cdot ha^{-1}$, 90 kg $K_2O \cdot ha^{-1}$ i 80 kg $N \cdot ha^{-1}$ stosowano przed siewem, pogłównie nawożenie azotem wynosiło 40 kg $N \cdot ha^{-1}$. W warunkach prowadzonych badań polowe wschody kukurydzy były słabe, duże ubytki roślin między wschodami a zbiorem spowodowały, że obsada roślin w czasie zbioru była znacznie niższa od planowanej. Uzyskany plon ziarna wynoszący średnio od 6,60 do 8,11 t z ha należy uznać za wysoki. Duże różnice w plonie ziarna wystąpiły w poszczególnych latach. Badania nie dały jednoznacznej odpowiedzi dotyczącej doboru odmian, gdyż te plonowały bardzo różnie w poszczególnych latach. Najwyższe plony ziarna uzyskano w roku o niskich opadach w czasie wegetacji oraz temperaturze powietrza wyższej od średniej wieloletniej. Zawartość wody w ziarnie w czasie zbioru wahała się od 26,1% do 45,6% w zależności od roku badań i odmiany. Zawartość białka w ziarnie wynosiła od 7,06 do 9,35% w zależności od odmiany i przebiegu pogody w poszczególnych latach.

Słowa kluczowe: kukurydza, plon ziarna, warunki podgórskie

Studies on possibilities of grain maize cultivation in sub-montane conditions of the Sądecka Valley were conducted on -mountain type soil at Nawojowa (365 m a.s.l.) in 1998–2000. Two early cultivars: Esslia (FAO-170) and Jana (FAO-190) and 4 mid-early ones Ela (FAO-210), Mieszko (FAO-230), KLG (FAO-230) and LG 2190 (FAO-240) were used for the experiment. Mineral fertilization dosed 80 kg $P_2O_5 \cdot ha^{-1}$, 90 kg $K_2O \cdot ha^{-1}$ and 90 kg $N \cdot ha^{-1}$ was applied prior to sowing, while 40 kg $N \cdot ha^{-1}$ was used as topdressing. Under the conditions of the experiment field maize emergence was weak; considerable plant losses between emergence and harvest caused that plant density during harvest was much lower than planned. The obtained grain yield, on average between 6.60 and 8.11 t per ha, should be considered as high. Considerable differences in grain yield occurred in particular years. The studies did not provide a consistent answer concerning the cultivar varieties selection because their yields were much differentiated in years. The highest grain yields were produced in the year when rainfall was low during growing season and the air temperature was higher than the many-year average. Grain water contents at harvest ranged between 26.1% and 45.6%, depending on the year and variety. Protein contents in

grain ranged between 7.06 and 9.35%, depending on the variety and the weather course in particular years.

Key words: grain yield, maize, sub-montane conditions

WSTĘP

Doświadczeń nad możliwością uprawy kukurydzy zwłaszcza na ziarno w rejonach podgórskich i górskich naszego kraju było bardzo mało. Nadwyczawski w 1938 roku opracował rejonizację kukurydzy pastewnej w Polsce i podał, (cytat za Reubenbauer, 1964), że niektóre odmiany można uprawiać na Podkarpaciu. Badania nad uprawą kukurydzy na obszarach podgórskich i górskich zostały przeprowadzone przez IHAR w 1951 roku w powiecie Nowotarskim na wysokości 400–900 m n.p.m. Kolejne badania prowadził IHAR w latach 1957–1958 na południowych zboczach Gubałówki na wysokości do ponad 1000 m n.p.m. (Reubenbauer, 1964). Jakacka (1996) wykazała, że odmiany kukurydzy o liczbie FAO 250–450 uprawiane na wysokości do 450 m n.p.m. w niektórych latach dojrzały a zawartość wody w ziarnie wynosiła 25–42%.

Wyhodowanie nowych bardzo wczesnych i wczesnych odmian kukurydzy o liczbie FAO poniżej 200 a równocześnie odpornych na stres temperaturowy stwarza możliwość jej uprawy na ziarno w rejonach dotychczas uważanych za nieprzydatne.

Celem podjętych badań było określenie możliwości uprawy 6 odmian kukurydzy na ziarno w Kotlinie Sądeckiej.

MATERIAŁ METODY

Doświadczenie polowe nad możliwością uprawy kukurydzy na ziarno prowadzono na glebie kompleksu zbożowo-górskiego w miejscowości Nawojowa na wysokości 365 m n.p.m., w latach 1998–2000. W badaniach wykorzystano 2 wczesne odmiany: Esslia o liczbie FAO 170, Jana — FAO 190, 4 odmiany średnio-wczesne: Ela — FAO 210, Mieszko — FAO 230, KLG 2210 — FAO 230 i LG 2190 — FAO 240. Kukurydzę wysiewano w międzyrzędzia o szerokości 70 cm w ilości 120 tys. ziaren·ha⁻¹ — odmiany wczesne i 110 tys. ziaren·ha⁻¹ — odmiany średnio wczesne. Wielkość poletek do zbioru wynosiła 14 m², liczba powtórzeń 4.

Kukurydzę uprawiano po przedplonie zbożowym. Nawożenie mineralne w ilości 80 kg P₂O₅·ha⁻¹, 90 kg K₂O·ha⁻¹ i 80 kg N·ha⁻¹ zastosowano przedsiewnie. Nawożenie pogłówne azotem wynosiło 40 kg N·ha⁻¹. Siew wykonywano punktowo, ręcznie w pierwszej dekadzie maja. Chwasty zwalczano herbicydem Gesaprim w dawce 2,5 kg·ha⁻¹ po wschodach, uzupełniając walkę z chwastami poprzez motyczenie. Zbiór kolb wykonywano ręcznie w fazie dojrzałości pełnej ziarna. Po usunięciu liści okrywowych i dosuszeniu kolb wykonano omłot. Zawartość białka w ziarnie oznaczono metodą Kjeldahla. Przebieg pogody w okresie prowadzenia badań był zróżnicowany (tab. 1, 2 i 3).

Tabela 1

Rozkład opadów atmosferycznych (w mm)
Distribution of atmospheric precipitation (in mm)

Rok Year	Miesiąc Month								Suma opadów V–IX Sum of rainfall V–IX
	I–III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
1998	105	96	79	110	79	49	50	70	367
1999	98	74	42	124	143	93	28	80	430
2000	179	66	98	87	157	54	39	22	435
Średnia 1970–2000 Mean 1970–2000	93	54	81	104	101	86	65	41	437

Tabela 2

Rozkład średnich temperatur powietrza (°C)
Distribution of mean air temperatures (°C)

Rok Year	Miesiąc Month								Średnia V–IX Mean V–IX
	I–III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
1998	2,1	10,5	13,3	18,2	18,1	17,7	13,3	8,8	16,1
1999	1,3	10,0	12,8	17,6	19,7	16,9	15,5	8,9	16,5
2000	1,5	11,3	14,8	17,0	16,9	18,4	11,9	13,0	15,8
Średnia 1970–2000 Mean 1970–2000	0,6	8,2	13,3	16,1	17,7	17,3	13,4	8,9	15,6

Tabela 3

Współczynnik hydrotermiczny Sielanianowa K dla miejscowości Nawojowa
Sielanianow hydrotermic coefficient K for the locality Nawojowa

Miesiąc Month	Współczynnik K Coefficient K		
	1998	1999	2000
Maj May	1,91	1,06	2,12
Czerwiec June	2,01	2,35	1,71
Lipiec July	1,40	2,35	3,01
Sierpień August	0,90	1,79	0,94
Wrzesień September	1,25	0,59	1,10

Susza; Drought $K < 0,5$ Posucha; Mild drought $1 > K > 0,5$ Optimum; Optimum $2 > K > 1$

WYNIKI BADAŃ

Polowe wschody kukurydzy średnio z 3 lat badań stanowiły 75% ilości wysiewu ziarna. Ubytki roślin między wschodami a zbiorem wynosiły średnio 11%, tak więc w czasie zbioru liczba roślin była niższa w porównaniu do ilości wysiewu o 36% i wynosiła od 57,4

tys. szt. $\cdot$ ha⁻¹ do 89,1 tys. szt. $\cdot$ ha⁻¹ w zależności od odmiany i roku badań (tab. 4). Najwyższą obsadą roślin w czasie zbioru odznaczała się odmiana LG-2190, a najniższą odmiany KLG-2210 i Mieszko. Spośród lat badań najwyższą obsadę w czasie zbioru osiągnęła kukurydza w 2000 roku — średnio ponad 79 tys. szt. $\cdot$ ha⁻¹, najmniejszą zaś w roku 1999–68,8 tys. szt. $\cdot$ ha⁻¹.

Tabela 4

Obsada roślin kukurydzy w czasie zbioru w tys. szt. $\cdot$ ha⁻¹
Plant density of maize at harvest in thous. pcs. $\cdot$ ha⁻¹

Odmiana Cultivar	Rok Year			Średnio Mean
	1998	1999	2000	
Esslia	60,9	78,2	89,1	76,1
Janna	68,3	73,9	82,7	75,0
Ela	86,0	67,8	72,5	75,4
KLG 2210	68,1	57,4	74,1	66,5
Mieszko	64,8	60,1	79,6	68,2
LG 2190	83,8	75,2	76,8	78,6
Średnio Mean	72,0	68,8	79,1	73,3
NIR _{$\alpha = 0,05$}	r.n.–n.s.	6,33	8,94	—
LSD _{$\alpha = 0,05$}				

Najlepiej plonującymi odmianami były LG 2190 i Ela, u których średni plon ziarna wynosił odpowiednio 8,11 i 8,06 t $\cdot$ ha⁻¹, dla odmiany Mieszko i KLG 2210 plon ziarna wynosił średnio 6,80 i 6,60 t $\cdot$ ha⁻¹ (tab. 5).

Tabela 5

Plon ziarna odmian kukurydzy (t $\cdot$ ha⁻¹)
Grain yield of maize cultivars (t $\cdot$ ha⁻¹)

Odmiana Cultivar	Rok Year			Średnio Mean
	1998	1999	2000	
Esslia	7,01	7,60	6,86	7,16
Janna	8,26	7,16	7,12	7,51
Ela	9,75	7,30	7,14	8,06
KLG 2210	7,46	5,68	6,65	6,60
Mieszko	7,82	5,72	6,85	6,80
LG 2190	9,19	6,75	8,39	8,11
Średnio Mean	8,25	6,70	7,17	7,37
NIR _{$\alpha = 0,05$}	0,880	0,335	0,506	—
LSD _{$\alpha = 0,05$}				

Duże różnice w plonach ziarna wystąpiły w poszczególnych latach badań. Najwyższe plony ziarna wynoszące średnio dla wszystkich odmian 8,25 t $\cdot$ ha⁻¹ uzyskano w roku 1998, kiedy wystąpiły warunki pogodowe szczególnie sprzyjające uprawie kukurydzy na ziarno. Najniższe plony ziarna, średnio 6,70 t $\cdot$ ha⁻¹ uzyskano w roku 1999. Spośród uprawianych odmian najbardziej stabilnym plonem ziarna w poszczególnych latach cechowała się odmiana o najkrótszym okresie wegetacji — Esslia. Dużą zmiennością plonów w latach

odznaczały się odmiany Ela i LG 2190, u których różnica między najwyższym a najniższym plonem wynosiła 2,61 i 2,44 t·ha⁻¹, co stanowi w liczbach względnych różnicę ponad 36%. Zawartość wody w ziarnie w czasie zbioru kukurydzy wynosiła od 23,0 do 48,2% w zależności od odmiany i lat badań (tab. 6). Różnice w zawartości wody między odmianami były małe. Wystąpiła tendencja do niższej zawartości wody w ziarnie odmian wczesnych. W roku 1998 zawartość wody w ziarnie w czasie zbioru wynosiła średnio 26%, natomiast w roku 1999 ziarno w czasie zbioru było bardzo wilgotne, zawartość wody w ziarnie w roku tym wynosiła średnio 45,6%. Zawartość białka ogólnego w ziarnie kukurydzy przedstawiono tabeli 7. Spośród 6 badanych odmian najwyższą zawartością białka w ziarnie — 8,90% odznaczała się odmiana KLG 2210. U odmiany tej zawartość białka była bardzo stabilna w latach badań, podobnie jak u odmiany Ela.

Tabela 6

Zawartość wody w ziarnie kukurydzy (%) Water content in maize grain (%)				
Odmiana Cultivar	Rok Year			Średnio Mean
	1998	1999	2000	
Esslia	28,8	44,1	33,5	35,5
Janna	28,2	41,3	34,6	34,7
Ela	23,8	45,5	34,6	34,6
KLG 2210	23,0	48,0	32,8	34,6
Mieszko	25,2	46,7	35,3	35,7
LG 2190	27,4	48,2	32,6	36,1
Średnio Mean	26,1	45,6	33,9	35,2
NIR _{α = 0,05}	2,17	2,06	2,65	—
LSD _{α = 0,05}				

Tabela 7

Zawartość białka w ziarnie kukurydzy (w % s.m.) Protein content in the grain of maize (in % d.m.)				
Odmiana Cultivar	Rok Year			Średnio Mean
	1998	1999	2000	
Esslia	7,96	8,92	7,99	8,29
Janna	8,25	9,12	7,84	8,40
Ela	7,78	8,20	7,84	7,94
KLG 2210	9,26	8,49	8,96	8,90
Mieszko	8,13	7,26	7,06	7,48
LG 2190	8,15	9,35	8,76	8,75
Średnio Mean	8,25	8,56	8,08	8,30
NIR _{α = 0,05}	0,430	0,261	0,357	—
LSD _{α = 0,05}				

U pozostałych odmian zawartość białka w ziarnie podlegała dużej zmienności w poszczególnych latach. Ziarno odmiany Mieszko odznaczało się najniższą zawartością

białka. W roku 1999 zawartość białka w ziarnie była najwyższa i wynosiła średnio 8,56%, w roku 1998 — 8,25% a w roku 2000 — 8,08%.

DYSKUSJA

Przeprowadzone badania potwierdziły możliwość uprawy kukurydzy na ziarno w warunkach podgórskich Kotliny Sądeckiej. Uzyskane wyniki badań własnych są na ogół zgodne z rezultatami badań innych autorów i mogą stanowić podstawę do doskonalenia agrotechniki kukurydzy uprawianej na ziarno w warunkach podgórskich. Niektóre rezultaty badań własnych są jednak trudne do wytłumaczenia na podstawie dotychczasowej wiedzy uzyskiwanej w oparciu o doświadczenia prowadzone w odmiennych, nizinnych warunkach siedliskowych. W ścisłych doświadczeniach polowych uzyskuje się znacznie wyższe plony w porównaniu z plonami uzyskiwanymi w produkcji. Świadczy to jednak o możliwościach uprawy niektórych odmian w rejonach uważanych dotychczas za mało przydatne lub nienadające się do uprawy tego gatunku na ziarno.

Liczba roślin po wschodach w okresie prowadzenia badań była niska, stanowiła średnio 78% ilości wysianych nasion w roku 1998 i 72% w roku 1999. Wystąpiły również duże ubytki roślin między wschodami a zbiorem zwłaszcza w roku 1998 i 1999. W rezultacie obsadę roślin w czasie zbioru wynoszącą średnio 64 tys. szt. $\cdot$ ha⁻¹ należy uznać za niską. Należy jednak zaznaczyć, że nie obserwowano wyraźnej zależności między obsadą roślin w czasie zbioru a plonem ziarna. Niskie polowe wschody i znaczne ubytki roślin w okresie od wschodów do zbioru należy tłumaczyć zmiennym, często niesprzyjającym przebiegiem pogody. Świadczy o tym duża zmienność wartości współczynnika hydrotermicznego Sielianinowa (tab. 3). W okresie prowadzenia badań siewu nasion dokonywano w przedziale temperatur powietrza 10,9–14,5°C, podczas gdy Wallacea i Bressman cytowani przez Ruebanbauera (1964) uważają za rejony opłacalnej uprawy kukurydzy, takie w których temperatury w okresie siewu wynoszą 13–21°C. Jak podają Dubas (1980) i Michalski i wsp. (1996) słabe wschody kukurydzy są najczęściej spowodowane niekorzystnymi warunkami pogodowymi a zwłaszcza niską temperaturą. Wiosenny chłód znacznie przedłuża fazę kiełkowania, sprzyja chorobom grzybowym, powoduje zmniejszenie obsady roślin. W opinii Dubasa (1988), Sulewskiej (1997), a także innych autorów, aby uzyskać zamierzoną obsadę roślin do zbioru, liczba wysianych nasion musi zostać powiększona o 5-10% w zależności od jakości materiału siewnego i warunków uprawy, a przy złych warunkach i gorszych ziarniakach do 15%. W warunkach podgórskich rezerwa ta powinna być znacznie wyższa.

Kukurydzę zbierano po 143–150 dniach od siewu. W czasie zbioru zawartość wody w ziarnie wynosiła od 26,1 do 45,6%. Odmiany wczesne cechowały się na ogół niższą zawartością wody w ziarnie za wyjątkiem odmiany KLG 2210. Na podobną zależność w swych badaniach zwróciła uwagę Jakacka (1996), która zaobserwowała fakt wystąpienia większej wilgotności ziarna u odmian późniejszych. W badaniach własnych bardzo duże różnice w zawartości wody w ziarnie wystąpiły w poszczególnych latach badań. Można je tłumaczyć przebiegiem pogody, zwłaszcza ilością opadów w lipcu i sierpniu, za wyjątkiem roku 1999. W roku tym wysoka zawartość wody w ziarnie jest trudna do wytłumaczenia,

przypuszczalnie ciągłe obfite opady w dekadzie bezpośrednio poprzedzającej zbiór opóźniły dojrzewanie i wpłynęły na wysoką wilgotność ziarna. Wysoka wilgotność ziarna uniemożliwiła mechaniczny zbiór. Jednak w warunkach podgórskich ze względu na ukształtowanie terenu i małą powierzchnię upraw zbiór wykonywany jest ręcznie. Dubas i Michalski (1983), Machul (1987), Szmigiel (1999) oraz Oleksy i Szmigiel (2001) stwierdzili, że wilgotność ziarna w okresie zbioru zależy od przebiegu pogody i odmiany oraz nieznacznie od obsady roślin. Sulewska (1997) i Szeleźniak (1991) wykazały nieistotny wpływ obsady roślin i odmiany na wilgotność ziarna w czasie zbioru. Jakacka (1996) zaobserwowała, że na wyżynach zawartość wody w ziarnie podczas zbioru jest wyższa niż na nizinach, ponadto autorka ta podaje za Caputą, że wilgotność ziarna zależy od wysokości nad poziomem morza i od szerokości geograficznej.

W warunkach prowadzonych badań uzyskany plon ziarna kukurydzy wynoszący średnio w zależności od odmiany od 6,60 do 8,11 t·ha⁻¹ należy uznać za wysoki. Kotlina Sądecka jest jednak rejonem stosunkowo ciepłym, a średnie temperatury powietrza we wszystkich latach badań były wyższe od średniej wieloletniej. Badania nie dały jednoznacznej odpowiedzi dotyczącej doboru odmian, gdyż te plonowały bardzo różnie w poszczególnych latach. Duży wpływ warunków pogodowych na plon ziarna jest zgodny z wynikami badań wielu autorów, zwłaszcza tych którzy są zdania, że na wysokość plonów silniej wpływa suma temperatur w okresie wegetacji kukurydzy niż opady (Vez, 1974; Jeśmanowicz i Ruszkowski, 1981; Machul i in., 1983; Pyzik i Bober, 1985; Borowiecki, 1992; Kruczek, 1997; Szmigiel, 1998; i 1999). W prowadzonych badaniach najwyższy plon ziarna uzyskano w roku o wysokich opadach w kwietniu — przed siewem, umiarkowanych opadach w maju i czerwcu i niskich opadach w pozostałych miesiącach wegetacji, o temperaturze powietrza wyższej od średniej wieloletniej. Podobnie jak w badaniach innych autorów zawartość białka w ziarnie była najwyższa w roku o najwyższej temperaturze powietrza w czasie wegetacji i umiarkowanych opadach.

WNIOSKI

1. W warunkach Kotliny Sądeckiej obsada roślin w czasie zbioru kukurydzy była o ponad 35% niższa w stosunku do ilości wysianego ziarna.
2. Plon ziarna wynosił od 6,60 t z ha dla odmiany KLG 2210 do 8,11 t z ha dla odmiany LG 2190. Wystąpiły duże wahania w plonie odmian w poszczególnych latach.
3. Wilgotność ziarna w czasie zbioru uzależniona była od przebiegu pogody w poszczególnych latach (26,1–45,6%) i w niewielkim stopniu od odmiany.
4. Zawartość białka ogólnego w ziarnie wahała się średnio od 7,48% u odmiany Mieszko do 8,90% u odmiany KLG 2210.

LITERATURA

- Borowiecki J. 1992. Wpływ terminu siewu odmian kukurydzy o zróżnicowanej wczesności na tempo rozwoju i dojrzewania. *Pam. Puł.* 101: 123 — 135.
- Dubas A. 1980. *Kukurydza*, PWR L, Warszawa.

- Dubas A. 1988. Obsada roślin a produktywność kukurydzy, Mat. Konf. „Obsada a produktywność roślin uprawnych”, IUNG Puławy, Cz. I.: 112 — 120.
- Dubas A., Michalski T. 1983. Wpływ gęstości siewu na plonowanie odmian kukurydzy uprawianych na ziarno. Pam. Puł. 81: 49 — 60.
- Jakacka M. 1996. Rozwój kukurydzy w warunkach górskich, wyżynnych i nizinnych. IUNG Puławy, R — 340.
- Jeśmanowicz A., Ruszkowski M. 1981. Wpływ terminu i gęstości siewu na produktywność kilku mieszańców kukurydzy uprawianych na ziarno. Pam. Puł. 75: 133 — 147.
- Kruczek A. 1997. Zmienność i korelacja elementów struktury plonu kukurydzy w zależności od warunków pogodowych i nawożenia azotem. Rocz. AR Poznań, Roln. 55: 49 — 54.
- Machul M. 1987. Reakcja na gęstość siewu odmian kukurydzy w uprawie na ziarno. IUNG Puławy, ser. S, 57: 1 — 15.
- Machul M., Kukuła S., Małysiak B. 1983. Produktywność mieszańców kukurydzy na glebach różnych kompleksów przydatności rolniczej w zależności od zagęszczenia roślin. Pam. Puł. 81: 61 — 75.
- Michalski T., Sulewska H., Waligóra H., Dubas A. 1996. Reakcja odmian kukurydzy uprawianej na ziarno na zmienne warunki pogodowe. Rocz. Nauk Rol., ser. A, t. 112, z. 1/2: 103 — 111.
- Oleksi A., Szmigiel A. 2001. Plonowanie odmian kukurydzy uprawianej na ziarno w warunkach Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 383, Rol. 38: 49 — 59.
- Pyzik J., Bober A. 1985. Wpływ nawożenia azotowego na przebieg wegetacji, plon ziarna i niektóre cechy morfologiczne kukurydzy uprawianej na dwóch kompleksach glebowych. Zesz. Nauk Tow. Nauk. W Rzeszowie, Prod. Rośl. 2: 75 — 83.
- Reubenbauer T. 1964. Kukurydza, PWRL, Warszawa.
- Sulewska H. 1997. Środowiskowe i ekonomiczne uwarunkowania uprawy i kierunków użytkowania kukurydzy w Polsce. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 450: 15 — 29.
- Szeleźniak E. 1991. Kształtowanie się powierzchni liściowej kukurydzy w zależności od obsady roślin. Fragm. Agron. 2: 141 — 149.
- Szmigiel A. 1998. Wpływ kierunku rzędów względem stron świata i rozmieszczenia roślin na plon ziarna kukurydzy. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, ser. Sesja Naukowa, 54: 239 — 244.
- Szmigiel A. 1999. Wpływ kierunku rzędów oraz gęstości siewu na plon i zawartość białka w ziarnie kukurydzy. Rocz. Nauk Rol., ser. A, 114, 1/2: 195 — 204.
- Vez A. 1974. Influence de la densité de semis sur les rendements du maïs-grain. Rer. Suisse Agric. 6, 2: 43 — 47.