

ALEKSANDER SZMIGIEL, ANDRZEJ OLEKSY

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin  
Akademia Rolnicza w Krakowie

## UPRAWA KUKURYDZY NA ZIARNO W BESKIDZIE NISKIM

Cultivation of grain maize in the Beskid Niski Mts.

**ABSTRAKT:** Doświadczenie polowe mające na celu określenie przydatności do uprawy na ziarno w warunkach siedliskowych Beskidu Niskiego wybranych odmian wczesnych i średniowczesnych kukurydzy przeprowadzono w latach 1997–2000 w miejscowości Ropa położonej na wysokości 500 m n.p.m. na glebie zaliczonej do kompleksu zbożowego górskiego. W badaniach wykorzystano 2 odmiany wczesne: Esslia (FAO – 170) i Janna (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 przedsięwzięcie. Poglówne nawożenie azotem wynosiło 40 kg  $N \cdot ha^{-1}$ .

W przeprowadzonych badaniach stwierdzono znaczny wpływ warunków pogodowych na wysokość uzyskiwanych plonów ziarna badanych odmian kukurydzy. Plony ziarna kształtowały się w zakresie od 3,74 do 9,09 t·ha<sup>-1</sup> w zależności od sezonu wegetacyjnego i odmiany. Najlepiej plonowały odmiany wczesne – Esslia (6,44 t·ha<sup>-1</sup>) i Janna (6,30 t·ha<sup>-1</sup>), a z grupy średnio wczesnych – LG 2190 (6,26 t·ha<sup>-1</sup>). Na obszarze podgórskim można zatem uprawiać kukurydzę na ziarno, lecz reakcja badanych odmian na warunki siedliskowe była zróżnicowana i plony ziarna wahały się w szerokim zakresie. Odmiany wczesne uprawiane w tych warunkach wykazywały tendencję do lepszego plonowania, co było efektem wykształcenia kolb o dorodniejszym ziarnie (większa masa ziarna z kolby i większa masa 1000 ziarniaków). Czynnikiem ograniczającym możliwości uzyskania wysokiego plonu ziarna oprócz niskiej sumy temperatur efektywnych był nadmiar opadów. Wilgotność ziarna kukurydzy w czasie zbioru zależała od przebiegu warunków pogody oraz odmiany. Różnice w wilgotności ziarna pomiędzy latami uprawy były znaczne, wynosiły od 0,9 do 10,5%. Najmniejszą zawartością wody w ziarnie odznaczała się odmiana Esslia – średnio 34,5%. Zawartość wody w ziarnie w jednym z lat badań przekraczała 40%, co uniemożliwia jego mechaniczny zbiór. Zawartość białka ogólnego w ziarnie kukurydzy wynosiła od 6,89 do 8,82%. Wysoką zawartością białka odznaczały się odmiany LG 2190 i KLG 2210, a najniższą Mieszko.

**słowa kluczowe – key words:**kukurydza – *maize*, plon ziarna – *grain yield*, warunki podgórskie – *sub-montane conditions*

## WSTĘP

Kukurydza należy do roślin, których wzrost i rozwój w dużym stopniu zależy od warunków klimatycznych. Wzrost poziomu agrotechniki, a zwłaszcza wprowadzanie

do produkcji 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, gdzie warunki termiczne i opadowe decydują w sposób szczególnie o wegetacji i plonowaniu roślin uprawnych i które dotychczas były nieprzydatne dla tej technologii (9).

Początki badań nad możliwością uprawy kukurydzy na ziarno w rejonach podgórskich i górskich Polski datują się na rok 1938, kiedy to Nadwyczawski opracował rejonizację kukurydzy pastewnej w Polsce. W ramach podjętych na szeroką skalę w latach 50. prac nad rozpowszechnieniem uprawy kukurydzy w Polsce przeprowadzono szereg badań nad możliwością jej uprawy na obszarach podgórskich i górskich. Lekczyńska jako pierwsza rozpoczęła działania mające na celu wprowadzenie uprawy tej rośliny w górach i dowiodła, że w okolicach podgórskich będzie można uprawiać kukurydzę, gdyż jest ona jedną z niewielu roślin odznaczających się nadzwyczajną plastycznością, a przy tym wielką różnorodnością form i odmian różniących się rozwojem, wzrostem i terminem dojrzewania. Dalsze 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. Kolejną serię badań na południowych zboczach Gubałówki na wysokości ponad 1000 m n.p.m. przeprowadził IHAR w latach 1957–1958. W doświadczeniach tych wiele odmian kukurydzy osiągnęło pełną dojrzałość na zboczach południowych, chociaż w rejonie górskim na równinie i na zboczach północnych, nawet w niższym położeniu, odmiany te nie dojrzewały (13). Jakacka (4) wykazała, że odmiany kukurydzy o liczbie FAO 250–450 uprawiane na wysokości do 450 m n.p.m. w niektórych latach dojrzewały, a zawartość wody w ziarnie wynosiła 25–42%. Późniejsze wyniki badań (15, 16) dowiodły, że uprawa większości odmian kukurydzy na zielonkę w warunkach podgórskich jest w pełni możliwa, natomiast uprawa na ziarno jest ryzykowna i ogranicza się tylko do odmian wczesnych, ze względu na dużą zmienność warunków pogodowych.

Celem przeprowadzonych badań było określenie możliwości uprawy kukurydzy na ziarno w warunkach siedliskowych Beskidu Niskiego oraz ocena przydatności do uprawy ziarnowej w tych warunkach wybranych wczesnych i średnio wczesnych mieszańców kukurydzy.

#### MATERIAŁ I METODY

Badania nad możliwością uprawy kukurydzy na ziarno w Beskidzie Niskim przeprowadzono w latach 1997–2000 w miejscowości Ropa położonej na wysokości 500 m n.p.m. Doświadczenia zakładano w układzie losowanych bloków, w 4 powtórzeniach, na glebie brunatnej kwaśnej zaliczonej do zbożowego górskiego kompleksu przydatności rolniczej gleb. W badaniach wykorzystano 2 odmiany wczesne: Esslia (FAO – 170) i Janna (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<sub>2</sub>O<sub>5</sub>·ha<sup>-1</sup>, 90 kg K<sub>2</sub>O·ha<sup>-1</sup> i 80 kg N·ha<sup>-1</sup> stosowano

przedsięwzięcie. Poglówne nawożenie azotem wynosiło 40 kg N·ha<sup>-1</sup>. Kukurydzę wysiewano punktowo, ręcznie, w pierwszej dekadzie maja, w ilości: odmiany wczesne – 120 tys. szt.·ha<sup>-1</sup>, odmiany średnio wczesne – 110 tys. szt.·ha<sup>-1</sup>. Chwasty zwalczano herbicydem Azoprim w fazie 3 liści kukurydzy. Zbiór kolb wykonano ręcznie w fazie dojrzałości pełnej ziarna w ostatniej dekadzie września lub pierwszej dekadzie października. Określono zawartość wody w ziarnie w czasie zbioru. Po usunięciu liści okrywowych i dosuszeniu kolb dokonano omlotu, oznaczono masę 1000 ziarn, masę ziarna z kolby i liczbę ziarn w kolbie. Zawartość azotu ogólnego w ziarnie określono metodą Kjeldahla, stosując przelicznik na białko 6,25. Otrzymane wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji.

Zamieszczone w pracy dane meteorologiczne charakteryzujące przebieg najważniejszych czynników pogodowych (opady, temperatura) w czasie prowadzenia doświadczeń polowych zestawiono na podstawie danych pochodzących ze stacji meteorologicznej PAN w Szymbarku (tab. 1).

Przebieg warunków pogodowych w czasie prowadzenia badań był zróżnicowany. W latach 1997 i 1998 r. suma opadów w okresie wegetacji kukurydzy (V–IX) nie odbiegała znacząco od średniej wieloletniej, a temperatura była wyższa odpowiednio o 0,6°C i 0,7°C. Rok 1999 był suchy i ciepły. Opady w porównaniu z wielolecie były niższe o 80 mm, a temperatura powietrza wyższa o 1,1°C. Również w roku 2000 odnotowano niższe o 41 mm opady i wyższą o 0,5°C temperaturę powietrza. Suma temperatur efektywnych w okresie wegetacji wynosiła średnio dla lat prowadzenia doświadczeń 1435°C, a różnice pomiędzy latami były niewielkie. Największą sumę temperatur efektywnych odnotowano w 1999 roku, a najniższą w 1997 roku (tab. 1).

Tabela 1

Warunki meteorologiczne w okresie badań  
Mean monthly temperatures and monthly sums of rainfall

Miesiąc Month	1997		1998		1999		2000		1971–2000	
	a*	b**	a*	b**	a*	b**	a*	b**	a*	b**
V	103	14,0	124	12,6	60	12,1	90	14,5	96	12,8
VI	83	16,7	146	17,9	130	17,4	49	16,9	129	15,4
VII	202	16,9	105	17,8	105	19,3	228	16,9	108	17,0
VIII	71	17,0	54	17,0	81	16,5	46	17,8	95	16,4
IX	52	12,7	69	12,9	47	14,8	49	11,1	75	12,9
Suma; Total	511	-	498	-	423	-	462	-	503	-
Średnio; Average	-	15,5	-	15,6	-	16,0	-	15,4	-	14,9
Suma temperatur efektywnych Corn heat unit (>6°C)	1408		1427		1488		1418		-	

\* opady; rainfall (mm)

\*\* średnia temperatura; mean air temperature (°C)

W celu dokładniejszego określenia warunków termicznych i wodnych panujących w okresie wegetacji zbóż wykorzystano wskaźnik rolniczo-klimatyczny zaproponowany przez Sielianinowa (14). W tabeli 2 przedstawiono współczynniki hydrotermiczne Sielianinowa (K) dla poszczególnych miesięcy okresu wegetacyjnego. W czasie prowadzenia eksperymentu polowego nie odnotowano długich okresów suszy (współczynnik  $K < 0,5$ ), natomiast okresy posuchy ( $K = 0,5-1,0$ ) notowano w czerwcu i sierpniu 2000 roku. Nadmiar wody ( $K > 2,0$ ) wystąpił w maju i lipcu 1997 roku, maju i czerwcu 1998 roku, czerwcu 1999 roku oraz lipcu 2000 roku. W pozostałych miesiącach warunki termiczno-wodne wyrażone współczynnikiem K były optymalne, nie notowano ani nadmiaru, ani niedoboru wody (tab. 2).

Tabela 2

Wskaźniki hydrotermiczne Sielianinowa (K) w okresie wegetacji kukurydzy  
Sielianinow's hydrothermic indices during maize vegetation period

Miesiąc Month	Lata; Years			
	1997	1998	1999	2000
V	2,40	3,16	1,60	2,02
VI	1,66	2,72	2,50	0,96
VII	3,86	1,90	1,76	4,35
VIII	1,35	1,02	1,59	0,81
IX	1,36	1,79	1,05	1,48

## WYNIKI

Plony ziarna kształtowały się w zakresie od 3,74 do 9,09 t·ha<sup>-1</sup> w zależności od sezonu wegetacyjnego i odmiany (tab. 3). Warunki pogodowe poszczególnych lat wywarły istotny wpływ na wielkość plonów ziarna. Badane odmiany plonowały najlepiej w 1998 roku – średnio 7,79 t·ha<sup>-1</sup>. W roku 1999 plony były istotnie mniejsze, a najmniejsze, kształtujące się na zbliżonym poziomie, uzyskano w 1997 i 2000 roku. Spośród badanych odmian największy plon ziarna wydała Esslia – średnio 6,43 t·ha<sup>-1</sup>. Zbliżonym poziomem plonowania (różnice nieistotne) charakteryzowała się Janna i średnio wczesna odmiana LG 2190. Najmniejszy plon ziarna uzyskano z odmiany Mieszko – średnio 5,12 t·ha<sup>-1</sup>. Badane odmiany w niejednakowy sposób reagowały na zmienny przebieg warunków pogodowych, co potwierdziła istotna interakcja lat z odmianami.

Czynnik odmianowy oraz warunki pogodowe wywarły istotny wpływ na strukturę plonu kukurydzy. Kolby o największej liczbie ziarn rośliny wykształciły w suchym i ciepłym 1999 r. W latach o większej ilości opadów notowano mniejszą liczbę ziarn w kolbie. Pod względem tej cechy badane odmiany różniły się znacznie. Najwięcej ziarn w kolbie wykształcała odmiana KLG 2210, a najmniej – Ela. Podobną liczbą

Tabela 3

Plon ziarna badanych odmian kukurydzy w zależności od sezonu wegetacyjnego (t·ha<sup>-1</sup>)  
 Grain yield of maize cultivars in dependence on vegetation season (t·ha<sup>-1</sup>)

Odmiana Cultivar	Lata; Years				Średnia dla odmian Average for cultivars
	1997	1998	1999	2000	
Esslia	4,98	9,09	6,84	4,82	6,43
Janna	6,08	7,41	6,57	5,14	6,30
Ela	4,51	6,90	6,90	3,79	5,53
Mieszko	3,74	6,26	5,80	4,68	5,12
KLG 2210	4,34	8,15	6,60	5,01	6,03
LG 2190	5,22	8,92	5,42	5,46	6,26
Średnia dla lat Average for years	4,81	7,79	6,36	4,82	5,95
NIR LSD ( $\alpha = 0,05$ ) dla: for:					
	lat; years				0,38
	odmian; cultivars				0,36
	interakcji lata × odmiany; interaction years × cultivars				0,72

ziarn w kolbie charakteryzowały się odmiany Janna i Mieszko. Cecha ta w istotny sposób uzależniona była od współdziałania lat z odmianami (tab. 4). W 1997 i 2000 roku największą liczbą ziarn w kolbie odznaczała się odmiana LG 2190, w 1998 Esslia, a w 1999 KLG 2210. Najmniejszą liczbę ziarn z kolby w 1997 roku stwierdzono u odmiany Mieszko, w latach 1998 i 2000 u odmiany Ela, a w 1999 roku u odmiany LG 2190.

Tabela 4

Liczba ziaren w kolbach badanych odmian (szt.)  
 Number of grains in cobs of cultivars (pcs.)

Odmiana Cultivar	Lata; Years				Średnia dla odmian Average for cultivars
	1997	1998	1999	2000	
Esslia	302	427	364	329	355
Janna	320	361	349	331	340
Ela	240	287	347	289	291
Mieszko	227	329	436	359	338
KLG 2210	265	382	469	350	367
LG 2190	325	312	301	378	329
Średnia dla lat Average for years	280	350	378	339	337
NIR; LSD ( $\alpha = 0,05$ ) dla: for:					
	lat; years				1,26
	odmian; cultivars				2,57
	interakcji lata × odmiany; interaction years × cultivars				5,14

Plon ziarna z kolby uwarunkowany jest liczbą ziarn w kolbie i dorodnością ziarna. Masa ziarna z kolby wykazywała istotne zróżnicowanie zarówno pomiędzy latami prowadzenia badań, jak i odmianami. W 1998 roku średnia masa ziarna z kolby badanych odmian była największa, nie różniła się jednak istotnie w porównaniu z rokiem 1999. Najmniejszą wartość tej cechy odnotowano w 1997 r., stanowiła ona jedynie 55% masy ziarna z kolby w 1998 r. Największą masą ziarna z kolby charakteryzowała się odmiana KLG 2210 (tab. 5). Nieznacznie niższą wartość tej cechy odnotowano u odmiany Esslia. Pozostałe odmiany w porównaniu z KLG 2210 wydały istotnie mniejszy plon ziarna z kolby, a różnice pomiędzy nimi były niewielkie i nieistotne statystycznie. Badane odmiany różnie reagowały na warunki pogodowe w czasie wegetacji. Potwierdziła to istotność współdziałania odmian z latami. Najwyższą masę ziarna z kolby dały odmiany KLG 2210 w 1999 r. oraz Esslia i KLG 2210 w 1998 r., a najniższą odmiany Mieszko, Ela, KLG 2210 oraz Esslia w 1997 r.

Tabela 5

Masa ziarna z kolby (g)  
Grain weight per cob (g)

Odmiana Cultivar	Lata; Years				Średnia dla odmian Average for cultivars
	1997	1998	1999	2000	
Esslia	49,3	98,3	79,9	66,0	73,4
Janna	55,1	83,4	80,2	66,2	71,2
Ela	42,7	82,4	80,4	64,0	67,4
Mieszko	37,5	77,2	80,3	62,1	64,3
KLG2210	47,2	91,2	99,3	76,0	75,7
LG 2190	52,8	84,1	69,7	74,6	70,3
Średnia dla lat Average for years	47,4	86,1	81,6	68,2	70,8
NIR; LSD ( $\alpha = 0,05$ ) dla: for:					
	lat; years				5,1
	odmian; cultivars				6,4
	interakcji lata $\times$ odmiany; interaction years $\times$ cultivars				12,71

Przebieg pogody wywierał wpływ na dorodność ziarna kukurydzy. Masa 1000 ziarniaków w poszczególnych latach badań różniła się istotnie (tab. 6). W 1998 r., kiedy warunki sprzyjały uprawie kukurydzy i uzyskano największy plon ziarna oraz największą masę ziarna z kolby, kukurydza wykształciła najdorodniejsze ziarno. Natomiast w 1997 r., w którym warunki pogodowe były niesprzyjające, masa 1000 ziarn miała wartość najniższą. Dorodność ziarna w sposób istotny uzależniona była od odmiany. Najdorodniejszym ziarnem, niezależnie od lat uprawy, charakteryzowała się odmiana Ela. Pozostałe odmiany charakteryzowała istotnie mniejsza masa 1000 ziarn. Odmiana Mieszko wykształcała ziarno o najmniejszej masie 1000 ziarn. Cecha ta uzależniona była od współdziałania warunków pogodowych z odmianami.

Tabela 6

Masa tysiąca ziarn odmian kukurydzy (g)  
Weight of 1000 grains (g) of maize cultivars

Odmiana Cultivar	Lata; Years				Średnia dla odmian Average for cultivars
	1997	1998	1999	2000	
Esslia	163	229	208	194	199
Janna	171	225	229	200	206
Ela	176	309	232	222	235
Mieszko	157	242	195	175	192
KLK 2210	179	239	207	219	211
LG 2190	161	267	231	191	213
Średnia dla lat Average for years	168	251	217	200	209
NIR; LSD ( $\alpha = 0,05$ ) dla: for:					
	lat; years				12,5
	odmian; cultivars				16,1
	interakcji lata $\times$ odmiany; interaction years $\times$ cultivars				32,14

Masa 1000 ziarniaków wszystkich badanych odmian w 1997 r. i odmiany Mieszko w 2000 r. była najmniejsza i statystycznie nieodróżniona, natomiast w przypadku odmiany Ela w 1998 r. – istotnie największa.

Wilgotność ziarna kukurydzy w czasie zbioru także była zróżnicowana w latach oraz zależała od odmiany. Średnia zawartość wody w ziarnie, niezależnie od odmiany i sezonu wegetacyjnego, kształtowała się na poziomie 37,9%. Pomiędzy latami uprawy różnice w wilgotności ziarna były znaczne, wynosiły od 0,9 do 10,5%. Najsuchsze ziarno zebrano w 2000 r. przy suchej i cieplej pogodzie w dniu zbioru i niskich, bo wynoszących około 48 i 65% normy wieloletniej, opadach w dwóch ostatnich miesiącach wegetacji, natomiast ziarno o największej wilgotności w 1997 r., w którym odnotowano również najniższą sumę temperatur efektywnych i wysoki poziom opadów w okresie wegetacji kukurydzy. Najmniejszą zawartością wody w ziarnie odznaczała się odmiana Esslia – średnio 34,2%. Pozostałe odmiany charakteryzowały się istotnie większą zawartością wody w ziarnie, a najwilgotniejsze ziarno w czasie zbioru stwierdzono u odmian KLG 2210 i Mieszko. Zawartość wody w ziarnie odmian Janna, Ela i LG 2190 kształtowała się na zbliżonym poziomie (tab. 7).

Średnia zawartość białka ogółem w ziarnie wyniosła 7,76% i wahała się od 6,89% do 8,82% (tab. 8). Odmiany wczesne charakteryzowały się zawartością białka na poziomie ok. 7,6%, a różnica pomiędzy nimi była nieznaczna. W grupie odmian średnio wczesnych zawartość białka była średnio o 0,29% wyższa i wahała się od 7,43% u odmiany Mieszko do 8,38% u odmiany LG 2190. Odnotowano tendencję do wyższej zawartości białka u odmian średnio wczesnych, które wysiane były rzadziej. Zawartość białka w ziarnie kukurydzy w poszczególnych latach badań wahała się od 7,49% w trzecim roku do 8,05% w drugim roku badań. Na niską średnią zawartość

Tabela 7

Wilgotność ziarna badanych odmian kukurydzy podczas zbioru (%)  
Grain moisture of maize cultivars at harvest (%)

Odmiana Cultivar	Lata; Years				Średnia dla odmian Average for cultivars
	1997	1998	1999	2000	
Esslia	40,3	35,8	32,4	28,3	34,2
Janna	43,2	39,7	35,3	34,2	38,1
Ela	45,8	38,0	36,3	33,7	38,5
Mieszko	45,6	36,5	39,8	36,2	39,5
KLK 2210	45,5	39,6	37,6	35,6	39,6
LG 2190	44,0	35,9	38,4	33,4	38,0
Średnia dla lat Average for years	44,1	37,5	36,6	33,6	37,9
NIR; LSD ( $\alpha = 0,05$ ) dla: for:					
lat; years					0,07
odmian; cultivars					0,08
interakcji lata $\times$ odmiany; interaction years $\times$ cultivars					0,17

białka w ziarnie badanych odmian w 1999 roku duży wpływ miała bardzo niska wartość dla odmiany Mieszko, która odznaczała się ponadto największymi wahaniami w poszczególnych latach – różnice do 1,11% (tab. 8). Najwyższą zawartość białka w ziarnie badanych odmian odnotowano w latach o wyższych opadach w okresie wegetacji i niższych średnich temperaturach powietrza. W roku 1999, kiedy opady były najniższe, a średnia temperatura powietrza najwyższa zawartość białka w ziarnie była najmniejsza.

Tabela 8

Zawartość białka w ziarnie kukurydzy (% s. m.)  
Protein content in the grain of maize (% d.m.)

Odmiana Cultivar	Lata; Years				Średnia dla odmian Average for cultivar
	1997	1998	1999	2000	
Esslia	7,95	7,50	7,22	7,74	7,60
Janna	7,78	7,87	7,61	7,17	7,61
Ela	7,74	7,84	7,28	7,64	7,63
Mieszko	8,00	7,83	6,89	6,95	7,43
KLK 2210	7,71	8,42	7,44	7,97	7,89
LG 2190	8,35	8,82	8,50	7,84	8,38
Średnia dla lat Average for years	7,92	8,05	7,49	7,55	7,76
NIR; LSD ( $\alpha = 0,05$ ) dla: for:					
lat; years					0,012
odmian; cultivars					0,013
interakcji lata $\times$ odmiany; interaction years $\times$ cultivars					0,025



## DYSKUSJA

Pod względem plonu ziarna uzyskane wyniki odbiegają nieznacznie od publikowanych w pracach Machuła (7), Michalskiego i in. (9), Dubasa i Michalskiego (3), w których autorzy dowodzą, że czynnik odmianowy istotnie różnicował plony, a różnice między odmianami najlepszymi i najsłabszymi pod tym względem wynosiły około 20%. Prawdopodobnie przyczyną większego zróżnicowania plonu ziarna badanych odmian kukurydzy w rejonach podgórskich w porównaniu z warunkami nizinnymi jest większa zmienność pogody, większe zróżnicowane warunków hydrotermicznych i glebowych, nierównomierne usłonecznienie lub inne trudne do określenia czynniki.

Wyniki badań Michalskiego i in. (10, 11) wskazują na wpływ warunków pogodowych na wielkość plonów. Według Sulewskiej (17) ilość wody dostępnej z opadów w okresie wegetacji kukurydzy jest w Polsce podstawowym czynnikiem decydującym o plonowaniu, silniej działającym niż suma średniej temperatury w tym okresie. Uzyskane wyniki dowodzą, że wpływ opadów i temperatury na wielkość plonu ziarna kukurydzy w warunkach podgórskich ma odmienny charakter niż na nizinach, gdyż najwyższe plony ziarna uzyskano w roku o wysokich opadach, ale nieprzekraczających średniej wieloletniej i o wysokiej temperaturze powietrza. Wyższa od wieloletniej suma opadów w okresie wegetacji lub za niska średnia temperatura powietrza zmniejszały istotnie plony ziarna kukurydzy. Zbyt wysokie opady, jakie wystąpiły w okresie wegetacji 1997 r. przy ciepłym maju, ale najniższej w całym okresie badań średniej temperaturze miesięcy letnich (VI–VIII), mogły być przyczyną istotnie mniejszych plonów ziarna kukurydzy w tym roku.

Według Ruebenbauera (13) średnia temperatura maja wynosząca 12,5°C lub mniej wpływa na obniżenie wydajności mniej więcej o 15%, 13–14°C zwykle nie powoduje zmniejszenia plonu o więcej niż 3–4%, chyba że temperaturze tej towarzyszą ulewne deszcze i dłuższe zachmurzenie. Im wyższa przeciętna temperatura maja, tym większy jest plon kukurydzy. W czerwcu i lipcu natomiast najodpowiedniejsza jest średnia temperatura wynosząca 21–22°C. Lata o gorącym, lecz suchym czerwcu i lipcu są latami słabego plonowania kukurydzy.

Warunki cieplne mają szczególnie duże znaczenie w pierwszej połowie okresu wegetacji, tzn. w okresie od zasiewów do wyrzucania wiech. W czerwcu i lipcu przy średniej temperaturze dziennej wynoszącej około 28°C kukurydza rośnie dwa razy szybciej niż przy 17°C. Obniżenie w tym okresie przeciętnej dziennej temperatury o 3°C w stosunku do średniej wieloletniej może przedłużyć okres wegetacji o 12 dni. Temperatury niższe od 15°C znacznie opóźniają kwitnienie, a tym samym i dojrzewanie kukurydzy. W drugiej połowie okresu wegetacji, tj. od wyrzucania wiech do dojrzewania, obniżenie temperatury nie wywiera już tak ujemnego wpływu (13). Siódma i Heiman (16) są zdania, że suma jednostek cieplnych w okresie wegetacji jest podstawowym czynnikiem wzrostu i rozwoju kukurydzy. Ta opinia znajduje potwierdzenie w uzyskanych wynikach badań, gdyż w latach o najwyższej sumie temperatur efektywnych (1998 i 1999 r.) kukurydza plonowała najlepiej.

Analizując uzyskane wyniki zaobserwowano, że odmiany wczesne (Esslia, Janna) wykształcały średnio o 5% mniej ziarn w kolbie w stosunku do odmian średnio wczesnych. Fakt ten mógł mieć związek z gęstszym siewem odmian wczesnych i wyższą obsadą roślin w czasie zbioru. Cox (2), Begna i in. (1), Dubas i Michalski (3), Jeśmanowicz i Ruszkowski (5), Machul (7), Machul i Małysiak (8) oraz Kruczek (6) twierdzą, że liczba ziarn w kolbie jest tym mniejsza, im gęściej była siana kukurydza.

W przeprowadzonych badaniach zaobserwowano, że pomimo gęstszego siewu odmian wczesnych cechowały się one niższą średnią zawartością wody w ziarnie aniżeli odmiany średnio wczesne, co związane było prawdopodobnie z długością okresu wegetacji tych odmian i wcześniejszym osiągnięciem przez nie stadium pełnej dojrzałości.

Wielu autorów podkreśla, że zwiększone zagęszczenie ładu może sprzyjać zatrzymywaniu wody w ziarnach. O podobnych prawidłowościach stwierdzonych w prowadzonych przez siebie badaniach donoszą Dubas i Michalski (3), Machul (7) oraz Oleksy i Szmigiel (12). W przeprowadzonych badaniach obfite opady przy niskich temperaturach powietrza były czynnikiem zwiększającym zawartość wody w ziarnie kukurydzy. Badania Sulewskiej (17) i Szeleźniaka (18) wskazują na istotność wpływu obsady roślin na wilgotność ziarna w czasie zbioru. Autorzy są zdania, że większa obsada roślin na jednostce powierzchni wpływa na zwiększenie ilości wody w ziarnie w okresie zbioru, zaś Machul i Małysiak (8) stwierdzili, że wilgotność ziarna w okresie zbioru zależy od przebiegu pogody i odmiany oraz nieznacznie od zagęszczenia ładu. Jakacka (4) zaobserwowała wyraźny wpływ mikroklimatu na dojrzewanie kolb i wykazała, że na wyżynach zawartość wody w ziarnie podczas zbioru jest wyższa niż na nizinach. Ponadto podała za Caputą, że wilgotność ziarna zależy od wysokości nad poziomem morza i może być zależna od szerokości geograficznej. Średnia zawartość wody w ziarnie wszystkich badanych odmian wynosiła poniżej 40%. Jednak w 1997 r. wszystkie odmiany miały wilgotność ziarna wyższą, uniemożliwiającą jego mechaniczny zbiór. W warunkach podgórskich istnieje duże prawdopodobieństwo wystąpienia wyższej zawartości wody w ziarnie w czasie zbioru. Nie powinno to jednak ograniczać możliwości uprawy kukurydzy na ziarno, gdyż ze względu na ukształtowanie terenu oraz małą powierzchnię uprawy zbiór kukurydzy przeprowadzany jest ręcznie.

Badane odmiany w swoisty dla siebie sposób reagowały na zmieniające się w poszczególnych latach warunki pogodowe. W efekcie współdziałania odmian z latami nastąpiło tak duże zróżnicowanie zawartości białka, że różniły się one między sobą w każdym roku w sposób istotny. Szmigiel (19) podkreśla, iż na zawartość białka w ziarnie ma wpływ przebieg pogody w okresie wegetacji kukurydzy. W swych badaniach wykazał, że najwyższą zawartość białka w ziarnie kukurydzy uzyskuje się w latach suchych i ciepłych, natomiast w latach o obfitych opadach uzyskuje się wysokie plony ziarna, ale o niższej zawartości białka. Uzyskane wyniki badań tylko częściowo potwierdzają powyższą tezę, gdyż w 1998 r. przy wysokich opadach

i wysokiej sumie temperatur efektywnych w okresie wegetacji badane odmiany dały największy plon ziarna o najwyższej zawartości białka, podczas gdy w 1999 r., w warunkach najniższych opadów i przy najwyższej sumie temperatur efektywnych w okresie wegetacji, plon ziarna okazał się znacznie mniejszy, a zawartość białka najniższa.

### WNIOSKI

1. W warunkach podgórskich istnieje możliwość uprawy kukurydzy na ziarno, lecz plony ziarna wahają się w szerokim zakresie na skutek zróżnicowanej reakcji odmian na warunki siedliskowe.

2. Odmiany wczesne charakteryzowały się tendencją do osiągania wyższych plonów ziarna, co było efektem wykształcenia kolb o dorodniejszym ziarnie (większa masa ziarna z kolby i większa masa 1000 ziarniaków).

3. Czynnikiem ograniczającym możliwość uzyskania dużego plonu ziarna w warunkach podgórskich oprócz sumy temperatur efektywnych może być nadmiar opadów .

4. Zawartość wody w ziarnie w czasie zbioru wahała się od 28,3% do 45,6% w zależności od przebiegu pogody i w mniejszym stopniu od odmiany.

5. Zawartość białka ogólnego w ziarnie kukurydzy wynosiła od 6,89 do 8,82%. Wysoką zawartością białka odznaczały się odmiany średnio wczesne LG 2190 i KLG 2210, a najniższą – odmiana Mieszko.

### LITERATURA

1. Begna S.H., Hamilton R.I., Dwyer L.M., Stewart D.W., Smith D.L.: Effects of population density on the yield components of leafy reduced-stature maize in short-season areas. *J. Agron. Crop Sci.*, 1997, **128**: 103-110.
2. Cox W.J.: Whole-plant physiological and yield responses of maize to plant density. *Agron. J.*, 1996, **88**: 489-496.
3. Dubas A., Michalski T.: Wpływ gęstości siewu na plonowanie odmian kukurydzy uprawianych na ziarno. *Pam. Puł.*, 1983, **81**: 49-60.
4. Jakacka M.: Rozwój kukurydzy w warunkach górskich, wyżynnych i nizinnych. IUNG Puławy, 1996, **R (340)**: 5-62.
5. Jeśmanowicz A., Ruszkowski M.: Wpływ terminu i gęstości siewu na produktywność kilku mieszańców kukurydzy uprawianych na ziarno. *Pam. Puł.*, 1981, **75**: 133-147.
6. Kruczek A.: Wpływ nawożenia azotem na plon ziarna kukurydzy w zależności od odmiany i gęstości siewu. *Pam. Puł.*, 1983, **81**: 105-118.
7. Machul M.: Reakcja na gęstość siewu odmian kukurydzy uprawianej na ziarno. Synteza badań przeprowadzonych w latach 1981-85. IUNG Puławy, 1987, 5-15.
8. Machul M., Małysiak B.: Plonowanie kukurydzy uprawianej na kiszonkę z całych roślin, na kiszonkę z kolb (CCM) i na ziarno w zależności od obsady. *Pam. Puł.*, 1993, **102**: 91-104.
9. Michalski T., Dubas A., Sulewska H., Waligóra H.: Reakcja dwunastu odmian kukurydzy uprawianej na CCM, na terminy zbioru. *PTPN, Pr. Kom. Nauk Rol. i Leś.*, Poznań, 1995, **79**: 67-71.

10. Michalski T., Sulewska H., Waligóra H., Dubas A.: Plony kukurydzy uprawianej na CCM i ich wartość pastewna w zależności od warunków pogodowych podczas wegetacji. PTPN, Pr. Kom. Nauk Rol. i Leś., Poznań, 1995, **79**: 73-79.
11. Michalski T., Sulewska H., Waligóra H., Dubas A.: Reakcja odmian kukurydzy uprawianej na ziarno na zmienne warunki pogodowe. Roczn. Nauk Rol., Poznań KURIL, 1996, Seria A, **112(1-2)**: 103-111.
12. Oleksy A., Szmigiel A.: Plonowanie odmian kukurydzy uprawianej na ziarno w warunkach Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. Zesz. Nauk. AR Kraków, 2001, **383(58)**: 49-59.
13. Praca zbiorowa pod red. T. Reubenbauera: Kukurydza. PWRiL, Warszawa, 1964.
14. Radomski C.: Agrometeorologia. PWN Warszawa, 1977.
15. Siódma J.: Możliwości uprawy kukurydzy na ziarno. Agrochemia, 1994, **4(338)**: 14-16.
16. Siódma J., Heiman H.: Wymagania cieplne jako kryterium klasyfikacji wczesności mieszańców kukurydzy. Zeszyt COBORU 1991, **4/44**, Słupia Wielka.
17. Sulewska H.: Środowiskowe i ekonomiczne uwarunkowania uprawy i kierunków użytkowania kukurydzy w Polsce. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1997, **450**: 15-29.
18. Szeleźniak E.: Kształtowanie się powierzchni liściowej kukurydzy w zależności od obsady roślin. Fragm. Agron., 1991, **2**: 141-150.
19. Szmigiel A.: Wpływ kierunków rzędów względem stron świata i rozmieszczenia roślin na plon ziarna kukurydzy. Zesz. Nauk. AR Kraków, 1998, **330(54)**: 239-244.

#### CULTIVATION OF GRAIN MAIZE IN THE BESKID NISKI MTS.

##### Summary

Field experiment was conducted in 1997–2000 to determine suitability of selected early and mid-early cultivars of maize under conditions of the Beskid Niski Mts. The experiment was carried out on soil of mountain-cereal complex, at the village of Ropa situated 500 m a.s.l. The experiment tested two early cultivars: Esslia (FAO – 170) and Janna (FAO – 190) and four mid-early varieties: Ela (FAO – 210), Mieszko (FAO – 230), KLG 2210 (FAO – 230) and LG 2190 (FAO – 240). Mineral fertilization: 80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>·ha<sup>-1</sup>, 90 kg K<sub>2</sub>O·ha<sup>-1</sup>, and 80 kg N·ha<sup>-1</sup> was applied before sowing. Nitrogen top dressing was applied at the rate of 40 kg N·ha<sup>-1</sup>.

The research revealed a considerable influence of the weather conditions on the grain yields of the studied maize varieties. The yields ranged between 3.74 and 9.09 t·ha<sup>-1</sup> depending on the vegetative season and cultivar. Early cultivars yielded best, Esslia produced 6.44 t·ha<sup>-1</sup> and Janna 6.30 t·ha<sup>-1</sup> whereas among the mid-early varieties the best LG 2190 yielded 6.26 t·ha<sup>-1</sup>. Submontane conditions make possible cultivation of maize for grain but the response of studied cultivar varieties to the site conditions was diversified, what in consequence caused high variation of the grain yields. Early varieties cultivated in these conditions were characterized by a tendency to generate higher grain yields as a result of producing cobs with more shapely grains (bigger grain weight per cob and bigger weight of 1000 kernels). Besides a total sum of effective temperatures, excessive rainfall was a factor reducing grain yield. Moisture of maize grain at harvest depended on the weather course and cultivar variety. Differences in grain moisture were different in particular years and ranged between 0.9 and 10.5%. Among the researched cultivars Esslia had the lowest water content in grain – on an average 34.5%. Water content in grain only in one year exceeded 40%, what made impossible its mechanical harvest. Total protein content in grain ranged between 6.89 and 8.82%. The highest protein content was registered in LG2190 and KLG2210 cultivars and the lowest in Mieszko.

*Praca wpłynęła do Redakcji 11 I 2005 r.*