

GRAŻYNA WIELOGÓRSKA, ELŻBIETA TURSKA, SZYMON CZARNOCKI

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin  
Akademia Podlaska w Siedlcach

OCENA TECHNOLOGII STOSOWANYCH W GOSPODARSTWACH  
UPRAWIAJĄCYCH KUKURYDZĘ NA KISZONKĘ  
W REJONIE ŚRODKOWOSCHODNIEJ POLSKI

Assessment of technologies applied on silage maize-producing farms  
situated in central eastern Poland

**ABSTRAKT:** Materiał do badań stanowiły ankiety przeprowadzone w sposób bezpośredni. Przebadanych zostało 300 gospodarstw rolnych, a zebrane dane dotyczyły 2006 roku. Kukurydza była uprawiana w 97 gospodarstwach. Badano gospodarstwa o różnych kierunkach produkcji, w których głównym źródłem dochodu jest działalność rolnicza, posiadające co najmniej 5 ha UR. Celem podjętych badań było wykazanie zmian poziomu plonowania kukurydzy w zależności od stosowanych zabiegów agrotechnicznych w warunkach produkcyjnych oraz określenie wskaźnika efektywności energetycznej uprawy kukurydzy na kiszonkę w środkowowschodniej Polsce. Aby wykazać te zależności, obliczono współczynniki zmienności dla poszczególnych cech oraz współczynniki korelacji prostej plonów kukurydzy z poszczególnymi zmiennymi objaśniającymi i zweryfikowano je na poziomie istotności 0,05. Obliczono zużycie paliwa, czas pracy i energochłonność zabiegów uprawowych. W badanych gospodarstwach plon kukurydzy kiszonkowej był w największym stopniu modyfikowany przez nawożenie mineralne NPK ( $r = 0,462^{**}$ ). Udowodniono również istotny dodatni wpływ obornika na plon kukurydzy ( $r = 0,218^*$ ). Wykazano znaczne zróżnicowanie energochłonności stosowanych technologii uprawy kukurydzy. Stwierdzono, że wzrost nakładów ponoszonych na uprawę kukurydzy uzależniony był od powierzchni jej uprawy oraz powierzchni gospodarstwa. Średnie nakłady energetyczne poniesione na uprawę kukurydzy wyniosły 22 168 MJ·ha<sup>-1</sup>. Uprawa kukurydzy charakteryzowała się wysokim wskaźnikiem efektywności energetycznej (średnio 3,2). W technologiach uprawy kukurydzy stosowanych w badanych gospodarstwach największe nakłady energetyczne zostały poniesione na nawożenie.

**słowa kluczowe – key words:**

kukurydza – *maize*, nawożenie mineralne – *mineral fertilization*, nakłady energetyczne – *energy outlays*, wskaźnik efektywności energetycznej – *energetic effectiveness index*

WSTĘP

Kukurydza ze względu na poziom i jakość plonu jest rośliną niezwykle cenną. Pod względem powierzchni uprawy zajmuje w świecie trzecie miejsce po pszenicy i ryżu i stanowi ponad 20% w strukturze zasiewów zbóż. W Polsce uprawa kukurydzy ma liczącą kilkadziesiąt lat historię, sięgającą początku ubiegłego wieku. Jednak dopiero po II wojnie światowej uprawa nabrała większego znaczenia, koncentrując

się w państwowych gospodarstwach, gdzie stanowiła podstawową paszę dla bydła. Stosowane wówczas technologie uprawy pozwalały na uzyskanie wysokich plonów świeżej masy, ale wartość pastewna produkowanej kiszonki była niska, znacznie odbiegająca od potencjalnych możliwości kukurydzy (4). Od lat 70. ubiegłego stulecia w polskich placówkach naukowych i hodowlanych trwają intensywne prace nad stworzeniem podstaw do szerszego wykorzystania walorów gospodarczych kukurydzy w naszym rolnictwie. Efekty tych prac są obecnie widoczne, ponieważ obok znacznej poprawy wartości produkowanych zielonek i kiszonek wzrosło zainteresowanie uprawą kukurydzy na ziarno (5). O powodzeniu tej uprawy decydują w dużym stopniu czynniki agrotechniczne i klimatyczne (7, 11). Dokonujący się postęp w hodowli, agrotechnice i użytkowaniu kukurydzy oraz prognozowane zmiany klimatyczne uzasadniają postrzeganie jej jako rośliny perspektywicznej zarówno dla produkcji wysokoenergetycznej kiszonki, jak i ziarna na potrzeby paszowe i przemysłowe (1). Zdaniem Czerniawskiej i in. (3) wysoki poziom nakładów na uprawę kwalifikuje kukurydzę do grupy roślin intensywnych. Narastający w skali globalnej deficyt energii oraz spadek opłacalności produkcji większości roślin wymusza poszukiwanie coraz efektywniejszych technologii uprawy i możliwości zmniejszenia ponoszonych nakładów. Obecnie ocena technologii stosowanych w praktyce jest ograniczana do kryteriów ekonomicznych. Istotnym uzupełnieniem powinien być rachunek energetyczny. Jego zaletą jest duża uniwersalność i możliwość porównania danych w różnych okresach i miejscowościach, niezależnie od zmian cen (9, 16).

Celem badań ankietowych była charakterystyka poziomu plonowania kukurydzy w zależności od stosowanych zabiegów agrotechnicznych oraz określenie wskaźnika efektywności energetycznej uprawy kukurydzy na kiszonkę w warunkach produkcyjnych środkowowschodniej Polski.

#### MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w sposób bezpośredni na zasadzie wywiadu z rolnikami w środkowowschodniej Polsce w roku 2006. Teren badań obejmował powiaty: garwoliński, łosicki, miński, siedlecki, sokołowski, węgrowski, bielski, łomżyński, siemiatycki, ostrowski, wysokomazowiecki, zambrowski, białskopodlaski, łukowski i radzyński. Łącznie zostało przebadanych 300 gospodarstw rolnych. Kukurydza była uprawiana w 97 gospodarstwach. Przyjęto następujące kryteria doboru gospodarstw indywidualnych do badań: gospodarstwa rolnicze o różnych kierunkach produkcji (z pominięciem gospodarstw z dużym udziałem działów specjalnych), w których działalność rolnicza jest głównym źródłem dochodu, o powierzchni co najmniej 5 ha użytków rolnych.

W pracy obliczono współczynniki korelacji prostej cech w celu oceny współzależności pomiędzy plonem zielonej masy kukurydzy a nawożeniem mineralnym, organicznym, jakością gleby, powierzchnią plantacji i udziałem tej rośliny w strukturze zasiewów. Istotność współczynników zweryfikowano na poziomie istotności 0,05.

Zużycie paliwa, czas pracy oraz energochłonność zabiegów uprawowych obliczono wykorzystując wskaźniki jednostkowej energochłonności produktów rolniczych opracowanych przez IBMER (cyt. za 10). Wskaźnik efektywności energetycznej obliczono jako stosunek wartości energetycznej uzyskanego plonu do sumy nakładów energetycznych poniesionych w procesie produkcji.

## WYNIKI

W badanych gospodarstwach średni udział kukurydzy w strukturze zasiewów wynosił 27,1% (tab. 1). Cecha ta odznaczała się dużą zmiennością ( $V = 68,9\%$ ), w gospodarstwach odnotowano minimalny udział wynoszący 3,5%, a maksymalny 100%. W badanej grupie (97 gosp.) w 7 gospodarstwach udział kukurydzy przewyższał 50% powierzchni zasiewów. W gospodarstwach uprawiających kukurydzę średni wskaźnik bonitacji gleb wynosił 0,8 (min. = 0,3, max. = 1,3), zmienna ta wykazała małą zmienność ( $V = 25,4\%$ ). Badane gospodarstwa charakteryzowały się dużym zużyciem nawozów mineralnych. Średnia dawka nawożenia mineralnego kukurydzy na kiszonkę wynosiła  $209 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  NPK przy zmienności równej 40%. Średnie dawki wynosiły: 104 kg N, 35 kg P i 69 kg K na 1 ha, a współczynniki zmienności oscylowały wokół 50%. Trzej rolnicy nie stosowali nawożenia mineralnego w uprawie kukurydzy. Średni poziom plonów wynosił  $45,0 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , a zmienność tej cechy – 46,9%. Najmniejszy plon zielonej masy kukurydzy wynosił 12 ton, a największy  $100 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

W badanych gospodarstwach rodzaj i liczba zabiegów zależała od gatunku przedplonu. Kukurydza uprawiana była najczęściej po innych roślinach zbożowych lub w monokulturze. Spośród badanych rolników 82,0% wykonywało uprawę późniwną

Tabela 1

### Uprawa kukurydzy na kiszonkę Maize-grown for silage

Wyszczególnienie Specification	Średnia Mean	V%	Minimum	Maximum
Plon ( $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) Yield ( $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ )	45,04	46,93	12,00	100,00
Udział w strukturze zasiewów (%) Share in total sown area (%)	27,12	68,95	3,53	100,00
Wskaźnik bonitacji GO Soil valuation index	0,84	25,38	0,30	1,30
Dawka; Dose ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ):				
NPK	209	40	0	412
N	104	43	0	200
P	35	51	0	87
K	69	55	0	149

Tabela 2

Informacje dotyczące zabiegów poźniwnych w uprawie kukurydzy na kiszonkę  
Data on post-harvest operations in silage maize cultivation

Wyszczególnienie Specification	+	-
Liczba rolników wykonujących mechaniczną uprawę poźniwną po zbiorze przedplonu kukurydzy (%) Number of farmers applying mechanic post-harvest cultivation after harvest of maize forecrop (%)	82	18
Liczba rolników wykonujących chemiczne niszczenie ścierni w uprawie poźniwnej po zbiorze przedplonu kukurydzy (%) Number of farmers applying chemical destruction of stubble in post-harvest cultivation after harvest of maize forecrop (%)	16	84
Liczba rolników uprawiających międzyplony (%) Number of farmers who cultivate inter-crops (%)	10	90

(tab. 2). Podorywkę bez innych zabiegów stosowało 33,0% plantatorów, podorywkę i bronowanie jeden raz – 12,4%, a podorywkę pielęgnowaną dwoma bronowaniami tylko 6,2% plantatorów (tab. 3). W 4,1% badanych gospodarstw stosowano również gruberowanie, a w 16,0% gospodarstw chemiczne niszczenie ścierni. W badanych gospodarstwach 10,0% rolników uprawiało międzyplony ścierniskowe (gorczyca) oraz wykę ozimą lub jej mieszanki z żytem jako międzyplon ozimy. Tylko jeden rolnik przeznaczył międzyplon na wypas, pozostałe międzyplony zostały przyorane. Plantatorzy kukurydzy uprawianej na kiszonkę stosowali również nawożenie organiczne, najczęściej w postaci obornika. Obornik częściej był stosowany jesienią (57,1%) niż wiosną (42,9%). Jesienią również stosowano wyższe (średnio o 5 ton) dawki wynoszące śr. 38,1 t·ha<sup>-1</sup> (tab. 4). Obornik jesienią najczęściej przyorany był orką głęboką, a wiosną – orką średnią (tab. 3). Wczesną wiosną włókowanie lub bronowanie stosowało tylko 19,6% rolników. Niewielu rolników (18,6%) stosowało agregat uprawowy, w większości gospodarstw przedsięwzięte zabiegi wykonywano za pomocą tradycyjnych narzędzi uprawowych (tab. 3). We wszystkich badanych gospodarstwach stosowano chemiczne zwalczanie chwastów. Jeden herbicyd w okresie wegetacji stosowało 81,0%, a dwa tylko 19,0% rolników. Mechaniczne zabiegi (bronowanie) wykonywało natomiast tylko 3,1% rolników (tab. 3).

W tabeli 5 przedstawiono współczynniki korelacji plonów zielonej masy kukurydzy z niektórymi zmiennymi objaśniającymi. Celem wykonania analizy było wykazanie, w jakim stopniu badane czynniki wpływają na plon tej rośliny uprawianej z przeznaczeniem na kiszonkę. Nawożenie azotem, fosforem i potasem oraz obornikiem istotnie zwiększało plon kukurydzy kiszonkowej. Nie wykazano istotnych współzależności plonu kukurydzy z pozostałymi badanymi zmiennymi. Na uwagę zasługuje jednak ujemny, chociaż nieistotny, współczynnik korelacji plonu i udziału kukurydzy w strukturze zasiewów (-0,028). Tendencja taka może być spowodowana bardzo dużym udziałem tej rośliny w strukturze zasiewów, sięgającym nawet do 100%.

Tabela 3

Stosowane zabiegi agrotechniczne w badanych gospodarstwach  
Cultivation operations in the farms

Stosowane zabiegi Cultivation operations	% gospodarstw % farms
Podorywka; Skimming	33,0
Podorywka + bronowanie Skimming + harrowing	12,4
Podorywka + bronowanie + bronowanie Skimming + harrowing + harrowing	6,2
Gruberowanie; Grubbering	4,1
Orka głęboka; Deep tillage	34,0
Orka wiosenna; Spring ploughing	19,6
Włókowanie wiosną; Spring drag	6,2
Bronowanie wiosną; Spring harrowing	13,4
Agregat uprawowy; Cultivation unit	18,6
Pielęgnacja mechaniczna; Mechanical cultivation	3,1

Tabela 4

Nawożenie obornikiem w badanych gospodarstwach  
Manure application in the farms

Nawożenie obornikiem Manure application	Termin stosowania Application date	
	jesień; autumn	wiosna; spring
Badane gospodarstwa (%) Farms (in %)	57,1	42,9
Dawka obornika (t·ha <sup>-1</sup> ) Dose of manure (in t·ha <sup>-1</sup> )	38,1	33,5

Tabela 5

Współczynniki korelacji plonów kukurydzy na zieloną masę z objaśniającymi zmiennymi  
Correlation coefficients of maize grown for green feed yields and selected explanatory variables

Badany czynnik n=97 Examination factors n=97	Współczynnik korelacji Correlation coefficients
Powierzchnia plantacji; Plantation area	0,021
Udział w strukturze zasiewów; Share in total sown area	-0,028
Wskaźnik bonitacji GO; Soil valuation index	0,084
Dawka NPK; Dose NPK	0,462**
Dawka N; Dose N	0,332**
Dawka P; Dose P	0,372**
Dawka K; Dose K	0,450**
Nawożenie obornikiem; Manure application	0,218*

Istotność; Significance: \* P≤0,05; \*\* P≤0,01

Przeprowadzone badania ankietowe w gospodarstwach indywidualnych wykazały znaczne zróżnicowanie energochłonności stosowanych technologii uprawy kukurydzy. W celu uzyskania danych obrazujących intensywność stosowanych technologii obliczono zużycie paliwa i czasu pracy w uprawie kukurydzy. Uzyskane wyniki wykazały, że największą grupę (30,9%) stanowili rolnicy zużywający średnio 45–60 l·ha<sup>-1</sup> paliwa, natomiast tylko w 9,3% gospodarstw zużycie paliwa było niższe od 30 l·ha<sup>-1</sup>. Ponad 50% ankietowanych rolników poświęcało od 6 do 9 godzin czasu pracy na wykonanie zabiegów uprawowych i pielęgnacyjnych. Wśród badanych było również 20,6% gospodarstw, w których zużywano poniżej 6 godzin i tylko 1,1% gospodarstw, w których zużycie czasu pracy przekraczało 15 godzin na 1 ha (tab. 6). Zdecydowanie największe nakłady energetyczne w uprawie kukurydzy poniesiono na nawożenie mineralne i organiczne (74,1%). Znaczny udział w nakładach stanowiła również uprawa roli i zbiór. Natomiast najmniejsze nakłady ponoszono na ochronę chemiczną kukurydzy (tab. 7). Spośród środków ochrony chemicznej najczęściej stosowano herbicydy.

Na podstawie wskaźników energochłonności obliczono sumę i strukturę nakładów energetycznych. Największy procent rolników ponosiło nakłady na poziomie 20000–30000 MJ·ha<sup>-1</sup> (tab. 8). Plon kukurydzy uprawianej z przeznaczeniem na kiszonkę przeliczono na wartość energetyczną (tab. 9). Największa liczba gospodarstw (44,6%) osiągała plon o wartości energetycznej od 60000 do 89999 MJ·ha<sup>-1</sup>. Plon o najwyższej wartości energetycznej ( $\geq 90000$  MJ) uzyskano w 17,5% gospodarstw. W przeprowadzonych badaniach tylko w 6,8% gospodarstw osiągano niską wartość energetyczną plonu (<30000 MJ). Na podstawie obliczonych nakładów oraz wartości energetycznej produkcji określono wskaźnik efektywności energetycznej (tab. 10). Ponad połowa badanych gospodarstw uzyskała wskaźnik efektywności na poziomie 1,0–2,99. Stosunkowo duży procent respondentów (13,3%) uzyskało wskaźnik  $\geq 5$ , co może świadczyć o dużej efektywności uprawy kukurydzy w tych gospodarstwach.

Tabela 6

Zużycie paliwa i czasu pracy poniesione w uprawie kukurydzy  
Fuel consumption and labour inputs in maize cultivation

Zużycie paliwa na 1 ha Fuel consumption per ha		Zużycie czasu pracy na 1 ha Labour inputs per ha	
litry liters	% gospodarstw % farms	godziny hours	% gospodarstw % farms
$\geq 75$	19,6	$\geq 15$	1,1
60–75	26,8	12–15	7,2
45–60	30,9	9–12	20,6
30–45	13,4	6–9	50,5
<30	9,3	<6	20,6

Tabela 7

Struktura nakładów energetycznych poniesionych na uprawę kukurydzy w badanych gospodarstwach  
Structure of energetic outlays in maize cultivation in the investigated farms

Wyszczególnienie Specification	%
Uprawa roli; Soil cultivation	12,3
Materiał siewny; Seeds	1,4
Nawożenie mineralne; Mineral fertilization	44,6
Nawożenie organiczne; Organic fertilization	29,5
Ochrona roślin; Plant protection	1,0
Zbiór; Harvest	11,3

Tabela 8

Suma nakładów energetycznych poniesionych na uprawę kukurydzy w badanych gospodarstwach  
Total energetic outlays in maize cultivation in the investigated farms

Suma nakładów energetycznych (MJ) Total energetic outlays (MJ)	% gospodarstw % farms
< 10 000	5,1
10 000–19 999	31,6
20 000–29 999	52,0
>30 000	11,2

Tabela 9

Wartość energetyczna plonu zielonej masy kukurydzy w badanych gospodarstwach  
Energetic value of maize green mass yield in the investigated farms

Wartość energetyczna plonu (MJ) Energetic value of yield (MJ)	% gospodarstw % farms
< 30 000	6,8
30 000–59 999	25,2
60 000–89 999	44,6
≥90 000	17,5

Tabela 10

Wskaźnik efektywności energetycznej uprawy kukurydzy na kiszonkę w badanych gospodarstwach  
Energetic effectiveness index in the investigated farms

Wskaźnik efektywności energetycznej Energetic effectiveness index	% gospodarstw % farms
< 1,00	3,1
1,00–2,99	50,0
3,00–4,99	33,7
≥5,00	13,3

## DYSKUSJA

W ostatnich latach w Polsce obserwowany jest bardzo szybki przyrost powierzchni uprawy kukurydzy. Pod tym względem zajmujemy czołowe miejsce w Europie. W badanych gospodarstwach średnia powierzchnia uprawy tej rośliny wynosiła 6,35 ha.

Kukurydza ze względu na wytwarzanie dużej ilości biomasy uważana jest przez wielu rolników za podstawę żywienia bydła, ponieważ może być stosowana w lecie jako zielonka, pozwala również w postaci kiszonki zabezpieczyć zapas pasz objętościowych na okres zimy i wiosny. Kukurydza w badanych gospodarstwach uprawiana była na zieloną masę głównie z przeznaczeniem do zakiszania. Według Sulewskiej (19) kukurydza, aby mogła wykorzystać swój potencjał plonotwórczy, musi być jak najwcześniej wysiana. Optymalny termin wysiewu kukurydzy na kiszonkę w badanym rejonie przypada na III dekadę kwietnia i II dekadę maja (20). W badanych gospodarstwach ze względu na możliwość wystąpienia przymrozków kukurydzę wysiewano w I, a nawet w II dekadzie maja.

Na zależność wzrostu, rozwoju i plonowania kukurydzy od warunków środowiskowych i nawożenia wskazują między innymi Kruczek (11) oraz Gonet i Stajdek (7). Potrzeby pokarmowe kukurydzy są bardzo duże. W badanych gospodarstwach średnie nawożenie wynosiło 209 kg NPK na 1 ha, a nawożenie azotem 104 kg·ha<sup>-1</sup>. Wysokie nawożenie mineralne zwiększyło plon kukurydzy. Podobne wyniki otrzymali Krzymuski i in. (12). Optymalna dawka azotu pod kukurydzą uprawianą na zieloną masę mieści się w granicach od 100 kg na glebach kompleksów żytnich do 130 kg·ha<sup>-1</sup> na glebach kompleksów pszennych. Plon kukurydzy w ocenianych gospodarstwach w sposób istotny determinowało również nawożenie obornikiem, co było wynikiem uprawy tej rośliny w gospodarstwach zajmujących się chowem bydła. Średnia dawka obornika wynosiła 35 t·ha<sup>-1</sup>. Wysoki efekt plonotwórczy obornika w gospodarstwach, w których nawozy organiczne były rzadko stosowane, obserwowali również w swoich badaniach Krzymuski i in. (12). Natomiast w gospodarstwach, w których obornik stosowano częściej, nie wykazano jego wyraźnego wpływu na plon, ponieważ był on substytutem nawozów mineralnych i zamiast uzupełniać, często je zastępował.

Świadomość potrzeby wykonywania zabiegów uprawowych w odpowiednim terminie wśród rolników była niska. Uprawy późniejszej nie wykonywało aż 18% rolników. Rolnicy stosujący jesienne nawożenie obornikiem często rezygnowali z uprawy późniejszej. Agregatowanie narzędzi i zastosowanie agregatów uprawowych jest korzystne ze względu na ograniczenie przesychnienia roli, zmniejszenie liczby przejazdów, zbędnego ugniatania roli, jak również zużycia paliwa (13, 14). Wśród ankietowanych gospodarstw tylko 18,6% stosowało agregaty uprawowe, pozwalające terminowo wykonać zabiegi przedsięwziętej uprawy roli.



Produkcji roślinnej towarzyszy ciągły wzrost nakładów energetycznych. Udział poszczególnych elementów agrotechniki zależy jednak w dużym stopniu od intensywności stosowanej technologii. Wzrost energochłonności technologii uprawy spowodowany jest głównie wzrostem zużycia paliwa, a w mniejszym stopniu zwiększeniem czasu pracy. Według Lorencowicza (15) nakłady pracy na 1 ha w uprawie kukurydzy wynoszą 9,3 rbh, natomiast w badaniach własnych ze względu na często stosowane uproszczenia w 71,1% gospodarstw zużycie czasu pracy było niższe. Duża różnica zużycia paliwa w badanych gospodarstwach wynika ze zróżnicowania uprawy roli. Gonet (8) oraz Roszak i in. (18) podają, że wykonanie orki głębokiej lub pogłębionej przyczynia się do wzrostu zużycia paliwa oraz zwiększa nakłady czasu pracy. Zwiększenie intensywności technologii powoduje zwiększenie udziału w nakładach nawożenia mineralnego i ochrony roślin. W przeprowadzonych badaniach ankietowych 74,1% energii pochłaniało nawożenie, 12,3% uprawa roli i 11,3% zbior. Pogląd ten znajduje potwierdzenie w badaniach Budzyńskiego i in. (2). Natomiast Dzienia (6) podaje, że uprawa roli w strukturze nakładów energetycznych pochłania nawet 25–40% całkowitych nakładów ponoszonych na produkcję roślinną. Różnica wielkości nakładów energetycznych w badanych gospodarstwach wynika ze zróżnicowania poziomu nawożenia organicznego i mineralnego oraz uprawy roli wykonanej przed siewem kukurydzy.

Wyrażenie zarówno nakładów, jak i efektów w jednostkach energetycznych umożliwiło dokonanie oceny różnych technologii uprawy kukurydzy na podstawie efektywności ponoszonych w nich nakładów. Według Pawlaka (17) naturalne jest dążenie, aby na jednostkę ponoszonych nakładów energii uzyskać możliwie największą ilość produkcji.

#### WNIOSKI

1. W badanych gospodarstwach plon zielonej masy kukurydzy w największym stopniu zależał od poziomu nawożenia mineralnego NPK. Świadczy o tym dodatni istotny współczynnik korelacji (0,462\*\*).

2. Nawożenie organiczne w istotny sposób wpływało na wzrost plonu zielonej masy, co potwierdziły współczynniki korelacji prostej wykazujące istotną dodatnią zależność między nawożeniem organicznym a plonowaniem kukurydzy.

3. Nakłady energetyczne poniesione na uprawę kukurydzy wynosiły od 3350 do 39476 MJ·ha<sup>-1</sup>. W 63,2% gospodarstw nakłady energetyczne przekroczyły 20 000 MJ·ha<sup>-1</sup>.

4. W badanych gospodarstwach największy udział (74,1%) w nakładach energetycznych na uprawę kukurydzy miało nawożenie mineralne i organiczne.

5. Uprawa kukurydzy charakteryzowała się wysokim wskaźnikiem efektywności energetycznej (średnio 3,2). Niski wskaźnik efektywności (<1) uzyskało jedynie 3,1% gospodarstw.

## LITERATURA

1. Bilski E., Heiman H., Siódmiak J.: Wartość gospodarcza mieszańców kukurydzy zarejestrowanych i uprawianych w Polsce w latach 1972-1996. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1997, **450**: 31-54.
2. Budzyński W., Dubis B., Wróbel E.: Ekonomiczna i energetyczna efektywność różnych sposobów pielęgnacji i nawożenia pszenżyta ozimego. Zesz. Nauk. AR Szczecin, 2000, **206**: 31-38.
3. Czerniawska A., Jankowiak J.: Porównanie wydajności i ekonomiki uprawy roślin pastewnych o długim okresie wegetacji. Wyd. IUNG Puławy, 1987, **R(229)**.
4. Dubas A., Michalski T.: Kukurydza w Polsce po II wojnie światowej. Pam. Puł., 2002, **130(1)**: 115-123.
5. Dubas A.: Udział naukowców i hodowców we wprowadzeniu nowoczesnych metod produkcji kukurydzy w Polsce. Biuletyn IHAR, 1994, **191**: 47-51.
6. Dzieńka S.: Siew bezpośredni technologią alternatywną. Mat. Konf. „Siew bezpośredni w teorii i praktyce”, Szczecin-Barzkowice, 1995, 9-19.
7. Gonet Z., Stadejek H.: Wpływ nawożenia azotem na plon i wartość paszową kukurydzy uprawianej w dużym zagęszczeniu na zielonkę do bezpośredniego skarmiania. Pam. Puł., 1992, **101**: 137-146.
8. Gonet Z.: Metoda i niektóre wyniki badań energochłonności systemów uprawy. Fragm. Agron., 1991, **2**: 7-18.
9. Gutmański I., Kostka-Gościński D., Kreft K., Nowakowski M., Szymczak-Nowak J.: Nakłady i koszty produkcji buraka cukrowego z siewu w mulcz. Zesz. Nauk. AR Szczecin, 1999, **195**: 97-104.
10. Harasim A.: Kompleksowa ocena płodozmianów z różnym udziałem roślin zbożowych i okopowych. Rozpr. Hab., Monograf. Rozpr. Nauk., IUNG Puławy, 2002.
11. Kruczek A.: Wpływ warunków pogodowych i nawożenia azotowego na rozwój i niektóre cechy morfologiczne kukurydzy (*Zea mays* L.). Roczn. AR Poznań, CCXCV, Rolnictwo, 1997, **50**: 55-61.
12. Krzymuski J., Laudański Z., Oleksiak T.: Poziom i działanie czynników plonowania w gospodarstwach indywidualnych i państwowych. Biul. IHAR., 1993, **185**: 15-32.
13. Kuś J.: Płodozmian w rolnictwie integrowanym. Acta Acad. Agricult. Tech. Olst. Agricultura, 1997, **64**: 135-142.
14. Kuś J.: Dobra praktyka rolnicza w gospodarce płodozmianowej i uprawie roli. W: Dobre praktyki w produkcji rolniczej. Materiały konferencji naukowej, IUNG, Puławy, 1998, 279-300.
15. Lorencowicz E.: Tabele do ćwiczeń z użytkowania maszyn rolniczych. Wyd. AR Lublin, 1998.
16. Malicki L., Ochał M., Podstawka-Chmielewska E.: Wstępna ocena efektywności energetycznej wybranych sposobów uprawy roli na różnych glebach. Mat. Konf.: Siew bezpośredni w teorii i praktyce, Szczecin-Barzkowice, 1995, 63-69.
17. Pawlak J.: Zarys możliwości oszczędnej gospodarki energią w rolnictwie. CBR Warszawa, 1986.
18. Roszak W., Radecki A., Opic J.: Energochłonność orok wykonywanych w różnych warunkach. Fragm. Agron., 1991, **2**: 39-46.
19. Sulewska H.: Uprawa kukurydzy na zielonkę w świetle badań własnych i literatury. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1997, **450**: 190-200.
20. Zalecenia agrotechniczne. Technologie uprawy roślin. IUNG, 1992, 81-94.

ASSESSMENT OF TECHNOLOGIES APPLIED ON SILAGE MAIZE-PRODUCING FARMS  
SITUATED IN CENTRAL EASTERN POLAND

Summary

Surveys directed towards farmers constituted the research material. Data was collected from three hundred farms in 2006. Maize was cultivated on 97 farms. The examined farms, of at least five hectares of arable land were characterised by diverse production directions, and the main income source of the farm owners is farming activity. The research was aimed at determining the level of maize yields according to the agrotechnical operations applied under production conditions, and was to determine the value of energy effectiveness index of maize cultivation for green mass under the conditions of central eastern Poland. In order to detect the relationships, production technologies in individual farms were analysed by calculating the means and variability coefficients for particular characteristics. In addition, coefficients of linear correlation between maize yields and individual explanatory variables were computed and their significance was checked at the significance level of 0.05. Fuel consumption, labour time, and energy consumption of cultivation operations were calculated. The energy effectiveness index was calculated as a ratio of energy value of the yield obtained and the total of energy outlays incurred during the production process. The survey carried out on private farms, showed a marked diversification of energy consumption of maize cultivation technologies. On the examined farms, the yield of maize green mass was to the highest extent, modified by mineral fertilization with NPK ( $r=0.462^{**}$ ). On the basis of a statistical analysis, a significant positive influence of farmyard manure on maize yield was found ( $r=0.218^*$ ). On the basis of a farm analysis, it was found that an increase in outlays incurred on maize cultivation, significantly depended on the maize cultivation area, as well as farm area. Average energetic outlays incurred on maize cultivation amounted to  $22,168 \text{ MJ ha}^{-1}$ . The maize cultivation was characterised by a high energetic effectiveness index (3.2 on average). A low energetic effectiveness index ( $<1$ ) was obtained in 3.1% farms. In maize cultivation technologies, the highest energetic outlays were incurred on mineral and organic fertilization.

*Praca wpłynęła do Redakcji 18 IX 2007 r.*