

JERZY KSIĘŻAK

Zakład Uprawy Roślin Pastewnych
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

BADANIA NAUKOWE JAKO PODSTAWA TECHNOLOGII UPRAWY ROŚLIN PASTEWNÝCH

Scientific research – a base of appropriate cultivation of fodder crops

ABSTRAKT: W pracy przedstawiono rezultaty badań nad roślinami pastewnymi jednorocznymi i wieloletnimi, które służyły opracowaniu i doskonaleniu technologii ich uprawy. Obejmują one ważniejsze czynniki agrotechniczne, biologiczne i siedliskowe mające wpływ na kształtowanie się plonu tych roślin. Stwierdzono, iż warunki klimatyczne naszego kraju są odpowiednie do uprawy roślin strączkowych i motylkowatych wieloletnich, a rozwój generatywny kukurydzy kształtuje przede wszystkim temperatura. Określono optymalne terminy siewu dla poszczególnych gatunków roślin pastewnych, a także ich właściwą obsadę. Ważnym elementem uprawy tych roślin jest odmiana, uwzględniająca kierunek użytkowania. Genetyczne ulepszenie roślin pastewnych ma znaczący wpływ na ich technologię uprawy. U kukurydzy poznano okresy największego zapotrzebowania na składniki pokarmowe oraz fazy, w których ich niedobór wywiera największy negatywny wpływ na jej rozwój. Właściwe uzupełnienie nawozów naturalnych nawozami mineralnymi umożliwiają równoważniki nawozowe, natomiast test chlorofilowy pozwala określać stan odżywienia roślin azotem. Zastosowanie herbicydów w uprawie kukurydzy i roślin strączkowych spowodowało znaczne zmiany w ich technologii. Poznano mechanizm uodpornienia się chwastów na herbicydy, a także określono wrażliwość odmian kukurydzy na te środki. Określono optymalny termin zbioru kukurydzy przeznaczonej na zakiszanie, a także oznaki pełnej dojrzałości ziarna. Zasadniczy wpływ na plonowanie i wartość pokarmową suchej masy roślin motylkowatych i traw ma termin zbioru pierwszego pokosu. Ograniczenie wylegania roślin strączkowych o wiotkich łodygach i poprawę równomierności ich dojrzewania można uzyskać przez uprawę w mieszankach ze zbożami. Zastosowanie środków chemicznych, zakiszania, a także wykorzystanie niskich temperatur umożliwia konserwację mokrego ziarna kukurydzy.

słowa kluczowe – key words:

badania naukowe – *scientific research*, rośliny pastewne – *fodder crops*, technologia uprawy – *cultivation technology*

WSTĘP

Badania nad roślinami pastewnymi jednorocznymi i wieloletnimi prowadzone są na kilku poziomach. W badaniach podstawowych określone są wymagania ekofizjologiczne pojedynczej rośliny danego gatunku oraz reakcje na czynniki biotyczne i abiotyczne. Następnie określone są oddziaływania roślin w łąnie, kształtowanie

się jego architektury (w doświadczeniach polowych), a ich wyniki są sprawdzane w doświadczeniach łanowych i wdrożeniach. Większość czynników agrotechnicznych, które są uwzględniane przy opracowywaniu technologii uprawy zbóż mających wpływ na kształtowanie się plonu są również brane pod uwagę w technologii uprawy roślin pastewnych. Jednak ich znaczenie i wpływ na technologię uprawy nie zawsze są takie same.

Biologiczne uwarunkowania technologii

Ważnym elementem technologii uprawy jest odmiana uwzględniająca kierunek użytkowania surowca i dostosowana do warunków siedliska. W przypadku roślin motylkowatych i traw wykazujących dużą zdolność kompensacyjną kształtowania łanu, których plon stanowi cała masa nadziemna, odmiana ma nieco mniejsze znaczenie w technologii uprawy. Ustalono, iż wczesność, poza plennością, jest podstawowym kryterium oceny odmian kukurydzy do uprawy niezależnie od kierunku użytkowania. Oznaczona jest ona klasami wczesności wg FAO, na podstawie których wyróżnia się odmiany: wczesne FAO do 220, średnio wczesne – FAO 220–250 i średnio późne FAO – 260–290. Wyraźny postęp w hodowli mieszańców kukurydzy przejawia się we wzroście plonów i poprawie ich jakości (38); (tab. 1). Odmiany kukurydzy są mieszańcami, w których wykorzystywano heterozję, dlatego wysiewane jest wyłącznie pokolenie F1. Osiągnięto wyjątkowo duży postęp w hodowli odmian roślin strączkowych, co miało znaczący wpływ na technologię ich uprawy (41). Wyhodowano bowiem odmiany samokończące, charakteryzujące się mniejszą skłonnością do wylegania oraz krótszym okresem wegetacji, co umożliwia ich uprawę w północnych rejonach kraju. Wyhodowanie wąsolistnych odmian grochu zmieniło nie tylko morfologię roślin, ale przede wszystkim architekturę łanu tego gatunku. Znaczącym osiągnięciem przyczyniającym się do zwiększenia zainteresowania uprawą łubinu wąsolistnego

Tabela 1

Plonowanie mieszańców kukurydzy uprawianych na ziarno i na kiszonkę (38)
Yields of maize hybrids grown for grain and for silage

Wyszczególnienie Description	Lata; Years				
	1976–1980	1981–1985	1986–1990	1991–1995	1996–2000
Plon ziarna Yield of grain (dt·ha ⁻¹)	59,2	66,4	73,2	75,6	97,0
Wilgotność ziarna Grain moisture content (%)	40,6	31,8	33,4	31,1	30,3
Plon ogólny s.m. Total yield d.m. (dt·ha ⁻¹)	112,6	131,3	149,3	146,3	183,9
Plon s.m. kolb (dt·ha ⁻¹) Ear d.m. yield (dt·ha ⁻¹)	42,2	59,5	69,7	72,3	87,1
Zawartość s.m. w roślinach (%) Content of d.m. in plants (%)	23,1	29,4	30,0	33,7	33,2

było wyhodowanie odmian o niepekających strąkach, co ograniczyło straty nasion w czasie zbioru. Termoneutralne odmiany łubinu żółtego i wąskolistnego rozwijają się szybciej i wcześniej oraz dojrzewają równomiernie nawet przy opóźnionych siewach (tab. 2).

Tabela 2

Ilościowy postęp hodowlany roślin strączkowych w latach 1990–2004 (lista COBORU)
Breeding progress of pulses in 1990–2004 (RCCT)

Gatunek Species	Liczba odmian w rejestrze Number of variety in register			
	1990	1995	2000	2004
Groch; Pea	31	35	40	43
Bobik; Faba bean	9	15	16	20
Łubin żółty; Yellow lupin	12	11	12	9
Łubin wąskolistny; Blue lupin	5	5	10	11
Łubin biały; White lupin	5	4	5	3
Wyka siewna; Common vetch	3	4	8	8
Wyka ozima; Hairy vetch	2	2	2	2
Soja; Soya bean	2	5	7	7
Razem; Total	69	81	100	103

W połowie lat dziewięćdziesiątych sukcesem zakończyły się badania nad genetycznym ulepszeniem niektórych gatunków roślin, w tym także pastewnych. Wprowadzono wówczas do uprawy pierwsze odmiany roślin genetycznie modyfikowanych (tab. 3). Do kukurydzy i soi wprowadzono gen odporności na herbicydy totalne, a do kukurydzy gen odporności na owady lub oba te geny łącznie (63). Specyficzne cechy

Tabela 3

Modyfikacje genetyczne najczęściej stosowane na świecie w 2003 r (63)
Genetic modifications in the world in 2003

Rodzaj modyfikacji genetycznej Type of genetic modification	Powierzchnia uprawy Arable area (mln ha)	Udział w światowych zasiewach GMO Percentage in world sowing (%)
Tolerancja na herbicydy totalne Non-selective herbicide tolerance	49,7	73
Odmiany z genem Bt – odporność na owady (różne gatunki roślin) Variety with gene Bt – insect resistance (different plant species)	12,2	18
Tolerancja na herbicydy i odporność na owady (bawełna, kukurydza) Herbicide tolerance and insect resistance (cotton, maize)	5,8	8
Razem; Total	67,7	99

tych odmian zmieniają technologię ich uprawy. Zmniejszą się koszty produkcji i negatywny wpływ na środowisko, ponieważ można będzie zrezygnować z wykonywania wielu zabiegów środkami chemicznymi. Obecnie prowadzone są intensywne prace nad uzyskaniem kukurydzy odpornej na choroby oraz tolerancyjnej na niskie pH gleby i warunki środowiska. Ostatnio opublikowano informacje o odkryciu metody podnoszenia odporności kukurydzy na przymrozki poprzez przeniesienie z tytoniu genu, który uruchamia system naturalnej odporności na niskie temperatury (rośliny aklimatyzują się do zaistniałych warunków). Będzie to również miało znaczący wpływ na technologię uprawy tego gatunku.

Zagrożenie przez choroby i szkodniki roślin pastewnych nie jest jednakowe u wszystkich gatunków. Dużo uwagi w badaniach poświęcono na opracowanie skutecznych środków ograniczających występowanie na roślinach strączkowych mszycy trzmielinowo-burakowej, czekoladowej plamistości, rdzy brunatnej i antraknozy (19, 44, 57). Określono progi szkodliwości występowania głównych agrofagów. Podobny zasięg miały badania nad opracowaniem sposobów ograniczenia szkodliwości omacnicy prosowianki i ploniarki zbożowej w uprawach kukurydzy (32, 33). Stwierdzono, iż zaniechanie zwalczania tych chorób i szkodników w uprawach roślin strączkowych i kukurydzy w przypadku masowego ich występowania może spowodować znaczne straty plonu lub nawet całkowite jego zniszczenie. W ostatnich latach zadowalające rezultaty badań uzyskano w zwalczaniu omacnicy prosowianki na drodze walki biologicznej z wykorzystaniem błonkówki kruszynka (*Trichogramma*) pasożytującego na jajach tego szkodnika (31).

Duże zmiany w technologii uprawy kukurydzy i roślin strączkowych spowodowało opracowanie i wprowadzenie odpowiednich herbicydów. Wyeliminowano w ten sposób mechaniczne zabiegi pielęgnacyjne, co przyczyniło się do zmniejszenia nakładów roboczo- i ciągnikogodzin. Ustalono progi szkodliwości dla poszczególnych gatunków chwastów występujących na plantacjach kukurydzy. Poznanie mechanizmów uodporniania się chwastów na herbicydy wskazało na konieczność stosowania różnych środków w kolejnych latach uprawy (53, 54, 62). Określenie wrażliwości odmian kukurydzy na herbicydy pozwala uniknąć uszkodzeń roślin przez te środki (52), a wprowadzenie adiuwantów umożliwia zmniejszenie dawek herbicydów (49, 59).

Siedliskowe uwarunkowania technologii

Jednym z ważniejszych zagadnień, jakie podjęto w badaniach nad roślinami pastewnymi, była ich rejonizacja, która stanowi istotny czynnik ich produkcyjności. Stwierdzono, iż warunki klimatyczne naszego kraju są odpowiednie do uprawy roślin strączkowych i motylkowatych wieloletnich (48). Opóźnienie dojrzewania może wystąpić w północno-wschodnim rejonie kraju i dotyczy tylko odmian bobiku, łubinu żółtego i białego o tradycyjnym typie rozwoju. Głównym czynnikiem przyrodniczym określającym i wyznaczającym zasięg uprawy poszczególnych gatunków jest gleba, jej

wilgotność i kultura. Rozwój generatywny kukurydzy kształtują warunki klimatyczne, długość dnia i przede wszystkim temperatura, zaś w mniejszym stopniu wilgotność gleby. Wyznaczono rejony uprawy, w których prawdopodobieństwo dojrzenia ziarna odmian kukurydzy, w zależności od liczby FAO, jest największe (8). Wpływ temperatury jest tak znaczący, że w opisie występowania poszczególnych faz fenologicznych (wschody, wiechowanie, znamionowanie i dojrzenie) stosowana jest suma temperatur. Ustalenie terminów fenologicznych i prawdopodobieństwa dojrzenia kukurydzy opierało się na tzw. temperaturach normalnych (z założeniem, że klimat nie zmienia się). Wykorzystując różne modele matematyczne w ilościowych prognozach temperatury przewiduje się, że w ciągu najbliższych 60–70 lat średnia temperatura Ziemi wzrośnie od 1,5 do 5°C (1). Wprowadzając odpowiednie poprawki do modelu matematycznego temperatury w Polsce uzyskano geograficzny rozkład prawdopodobieństwa dojrzenia kukurydzy na ziarno w latach 2001–2010 w zależności od wczesności mieszańca. Algorytmy służące do sporządzenia map uwzględniały: średnią temperaturę powietrza, długość dnia i sumę opadów.

Wiele uwagi w dotychczas przeprowadzonych badaniach nad opracowaniem i doskonaleniem technologii uprawy roślin pastewnych poświęcono ich miejscu w zmianowaniu. Najodpowiedniejszym stanowiskiem dla roślin strączkowych jest pole po zbożach, w 3–4 roku po okopowych na oborniku, a po nich uprawa ozimych roślin zbożowych (7). Jest to korzystne zarówno z punktu widzenia plonowania tych roślin, jak i efektywnego wykorzystania stanowisk, zwłaszcza przy dużym udziale zbóż w strukturze zasiewów (tab. 4). Dobry przedplon dla roślin motylkowatych i ich mieszanek z trawami stanowią rośliny okopowe, rzepak i zboża, natomiast zły – rośliny motylkowate i kukurydza, w której stosowano herbicydy triazynowe (14). Natomiast kukurydza nie ma szczególnych wymagań w stosunku do przedplonu. W dobrych warunkach glebowych wysokie plony można uzyskać po różnych przedplonach, a rola przedplonu jest większa na glebach słabszych (11).

Tabela 4

Plony nasion bobiku i grochu w zależności od przedplonu (7)
Yields of faba bean and pea in dependence on forecrop

Przedplon Forecrop	Bobik Faba bean	Groch Pea
Okopowe na oborniku Root crops on manure	2,74	2,67
1 rok zbóż po okopowych One year of cereals after root crops	2,79	2,58
2 lata zbóż po okopowych Two years of cereals after root crops	2,98	2,79
3 lata zbóż po okopowych Three years of cereals after root crops	3,17	-

Agrotechniczne uwarunkowania technologii

Wykazano korzystny wpływ orki zimowej zarówno pod rośliny strączkowe, które wymagają wczesnego siewu (7), jak i pod kukurydzę, gdyż wiosenna orka powoduje przesuszenie gleby i pogorszenie wschodów. Na wiosnę szczególnie staranie musi być wykonana uprawa roli pod rośliny motylkowate drobnonasienne ze względu na konieczność płytkiego umieszczenia nasion (1–2 cm). Pod rośliny strączkowe kielkujące epigeicznie nie należy spulchniać gleby zbyt głęboko, przeciwnie niż pod kielkujące hipogeicznie i wymagające głębokiego siewu. Zmniejszenie głębokości siewu bobiku powoduje spadek plonu we wczesnych terminach siewu o 75–85 kg·ha⁻¹, a w późniejszych o 115–205 kg·ha⁻¹ na każdy centymetr spłycenia wysiewu (7); (tab. 5). Wraz ze wzrostem głębokości wysiewu wzrasta także odporność na wyleganie. Pod kukurydzę konieczne jest spulchnienie roli na głębokość umożliwiającą umieszczenie ziarniaków na jednakowej głębokości. W ostatnich latach wykazano, iż w uprawie tego gatunku możliwe są uproszczenia uprawowe łącznie z siewem bezpośrednim w ściernisko (tab. 6). Jednak uproszczenia te, a zwłaszcza siew bezpośredni, można stosować na glebach żyznych, strukturalnych, zasobnych w próchnicę i wapń, będących w wysokiej kulturze oraz przy korzystnych warunkach wilgotnościowych (17, 35, 51).

Nakłady pracy, koszty bezpośrednie i wskaźnik opłacalności uzasadnia celowość uproszczonej uprawy roślin strączkowych i motylkowatych drobnonasiennych oraz

Tabela 5

Wpływ głębokości siewu na plonowanie bobiku
Influence of sowing depth on faba bean yielding

Głębokość siewu (cm) Sowing depth	Plon nasion; Seed yield	
	t·ha ⁻¹	%
2	4,25	92,2
4	4,42	95,9
8	4,61	100,0
12	4,53	98,3

Tabela 6

Plon ziarna kukurydzy w zależności od sposobu uprawy roli (35)
Maize yields as affected by soil cultivation system

Sposób uprawy Tillage methods	Plon; Yield (t·ha ⁻¹)
Tradycyjny; Conventional	7,64
Uproszczony; Simplified	7,17
Bez uprawy; No tillage	6,92

kukurydzy – wymaga ona mniejszych nakładów przemysłowych środków produkcji. Taki sposób uprawy może być stosowany tylko na dobrych glebach i przy przestrzeganiu prawidłowej agrotechniki (12, 20, 28, 29).

Wieloletnie doświadczenia wykazały, iż poszczególne gatunki roślin strączkowych mają różne wymagania odnośnie terminu siewu. Bobik, groch, łubiny i wyka siewna wymagają wczesnego siewu ze względu na konieczność przejścia procesu jarowizacji w niskiej temperaturze (tab. 7). Opóźnienie terminu siewu powoduje zmiany morfologiczne oraz zakłócenia w rozwoju roślin (2, 56). Soja natomiast wymaga późnego siewu ze względu na dużą wrażliwość na chłód w okresie kiełkowania i wschodów. Rośliny motylkowate drobnonasienne i trawy mogą być wysiewane wczesną wiosną lub w okresie lata. Wiosną korzystniejszy jest wysiew w roślinę ochronną, jęczmień lub owies, gdyż nie ma wtedy potrzeby stosowania żadnych zabiegów pielęgnacyjnych. Wykazano, iż zbiór jęczmienia w pełnej dojrzałości ziarna, a owsa w fazie od wyrzucania wiech do początku dojrzałości mleczonej, nie oddziałuje niekorzystnie na rozwój siewek roślin motylkowatych (55); (tab. 8). Fenologicznym wskaźnikiem terminu siewu kukurydzy w Polsce jest kwitnienie czeremchy, porzeczki czarnej

Tabela 7

Plony nasion bobiku w zależności od terminu siewu (4*, 56**)
Yields of faba bean in dependence on sowing time

Termin siewu Sowing time	Plon nasion; Grain yield (t·ha ⁻¹)	
I	4,38*	3,09**
II	3,87	2,52
III	3,34	2,29
IV		2,45

Tabela 8

Plon koniczyny czerwonej w zależności od sposobu użytkowania rośliny ochronnej (55)
Yields of red clover in dependence on way of utilization of cover crop

Roślina ochronna i sposób jej użytkowania Cover crop and way of its utilization	Plon powietrznie suchej masy Yields of dry matter (t·ha ⁻¹)		Plon białka (za 2 lata) Yields of crude protein (for two years) (t·ha ⁻¹)
	ściernianka stubble-clover	II rok wegetacji second year of vegetation	
Na ziarno; On seeds			
jęczmień; barley	0,2	10,1	2,6
owies; oat	0,1	10,0	2,5
Na zielonkę; On green forage			
jęczmień; barley	4,0	12,2	3,5
owies; oat	3,6	12,3	3,5

i mniszka lekarskiego. Temperatura gleby musi wynosić 5–8 °C, co umożliwia szybkie kiełkowanie ziarniaków i równomierne wschody. Jest to optymalny termin siewu zarówno w uprawie na ziarno, jak i na kiszonkę. Ze względu jednak na wcześniejszy zbiór kukurydzy na kiszonkę można siać ją nieco później.

Warunkiem uzyskania wysokich plonów jest właściwa obsada roślin. W uprawie roślin, których plon stanowi cała masa nadziemna, obsada wpływa na zwartość i strukturę ładu. O masie roślin wytwarzanej na jednostce powierzchni decyduje nie tylko ich liczba, ale także liczba pędów na roślinie i średnia masa pojedynczego pędu. Liczba roślin i liczba pędów podlega w dużym stopniu kompensacji, w wyniku której nawet znaczne różnice w obsadzie roślin nie odbijają się w większym stopniu na zagęszczeniu ładu. Natomiast trawy kępkowe mają zdolność krzewienia, dzięki czemu mogą regulować znacząco zwartość i architekturę ładu. Pomimo odmiennego mechanizmu zagęszczania ładu zarówno rośliny motylkowate, jak i trawy charakteryzują się dużą zdolnością wytwarzania pędów i wypełniania tym sposobem dostępnej przestrzeni (23). Obsada roślin ma duży wpływ na produktywność roślin strączkowych (3, 9, 10, 27). Jest to wynikiem z licznych uwarunkowań analogicznych jak u innych grup roślin lub charakterystycznych tylko dla nich. W miarę zagęszczania ładu zmieniają się niekorzystnie parametry struktury plonu rośliny, co nie wpływa jednak bezpośrednio na zmniejszenie plonu nasion, gdyż zmiany są rekompensowane zwiększoną gęstością ładu (tab. 9). Większe plony nasion uzyskuje się przy wysiewie punktowym, dla odmian tradycyjnych rozstawa rzędów powinna wynosić 35 cm, natomiast dla odmian samokończących – 25 cm (47). Ustalono także, że w suchszych warunkach siedliska liczba roślin na jednostce powierzchni powinna być większa. Badania nad tym zagadnieniem wykazały, iż konieczna jest taka obsada roślin, aby przy maksymalnie wysokim poziomie plonu nasion ograniczyć zmienność terminu dojrzewania nasion, przy zachowaniu właściwego stopnia ich wykształcenia (60). Optymalna liczba roślin kukurydzy na jednostce powierzchni zależna jest od kierunku użytkowania, wczesności i indywidualnych cech odmian oraz warunków środowiskowych, głównie żyzności gleby (16, 34, 61); (tab. 10). Wyrazem najkorzystniejszej

Tabela 9

Plon nasion roślin strączkowych w zależności od gęstości siewu
Yields of legumes grain in dependence on plant density

Bobik; Faba bean (3)		Groch; Pea (9)		Łubin biały; White lupin (10)	
liczba roślin na m ² Number of plants per 1 m ²	plon yield (t·ha ⁻¹)	liczba roślin na m ² number of plants per 1 m ²	plon yield (t·ha ⁻¹)	liczba roślin na m ² number of plants per 1 m ²	plon yield (t·ha ⁻¹)
30	2,95	60	3,69	20	2,1
40	3,09	80	3,86	35	2,69
50	3,02	100	3,89	50	2,93
60	2,98	120	3,85	65	3,16
70	2,95			80	3,18

Tabela 10

Wpływ obsady roślin na plon ziarna kukurydzy uprawianej na glebach różnych kompleksów przydatności rolniczej (34)
Effect of plant density on grain yields of maize varieties grown on the soils of different complexes of agricultural suitability

Obsada roślin (tys. · ha ⁻¹) Plant density (thous. · ha ⁻¹)	Kompleks pszenno-żytni bardzo dobry i pszenno-żytni dobry Very good and good wheat complex	Kompleks żytni bardzo dobry i żytni dobry Very good and good rye complex
70	7,32	5,14
96	7,71	5,72
120	7,39	5,79
140	7,06	5,68
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$)	0,291	0,307

obsady roślin jest wielkość powierzchni blaszek liściowych, przy której najefektywniej wykorzystana jest energia słoneczna (tab. 11). Według badań Eika i Hannve'a (18) oraz Huntera i in. (21) wynosi on dla kukurydzy uprawianej na ziarno 3,5–4, a dla kukurydzy uprawianej na kiszonkę z całych roślin tylko nieznacznie więcej bo 4–4,5. Na wielkość tego współczynnika u kukurydzy wpływa niemal wyłącznie liczba roślin na jednostce powierzchni bez względu na rozstaw rzędów. Kukurydza wymaga równomiernego rozmieszczenia nasion w rzędach, tak aby każda roślina miała optymalne warunki rozwoju. Zapewnia to punktowy siew nasion siewnikiem precyzyjnym. Przy tradycyjnym siewie w rzędy co 75 cm potencjał produkcyjny gleby nie jest w pełni wykorzystywany przez rośliny. W wyniku przeprowadzonych wielu eksperymentów powstały nowe koncepcje siewu kukurydzy, np. siew w podwójne rzędy, w wąskie rzędy, siew rozproszony, które zapewniają roślinom korzystniejsze warunki rozwoju. Jednak dopiero w ostatnich latach opracowano najnowszą propozycję siewu kukurydzy w tzw. „magiczny trójkąt” który stwarza każdej roślinie optymalną przestrzeń życiową i ma znaczący wpływ na technologię uprawy tej rośliny (50).

Tabela 11

Zależność wielkości blaszek liściowych liści od obsady roślin (61)
Relationship between area of leaf blade and plant density

Liczba roślin (szt. · m ⁻²) Plant density per 1 m ²	Powierzchnia blaszek liściowych (suma 1-7) Area of leaf blade (total 1-7) (dm ²)
5	32,94
10	29,50
20	24,57
30	21,37
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$)	1,76

Ustalono, że rośliny motylkowate, podobnie jak strączkowe, nie wymagają nawożenia azotem, ponieważ wykorzystują ten składnik z atmosfery dzięki symbiozie z bakteriami brodawkowymi. Natomiast w mieszkankach tych roślin z trawami należy stosować nawożenie tym składnikiem (13). Nawożenie fosforem w uprawie tych roślin stosuje się jednorazowo wiosną, a potasem dzieli się na wiosenne i po zbiorze pierwszego pokosu. O efektywności współżycia roślin strączkowych z bakteriami brodawkowymi oraz o prawidłowym wykorzystaniu składników pokarmowych decyduje m.in. odczyn gleby. Łubiny reagują ujemnie na nadmiar wapnia i na zasadowy odczyn gleby, natomiast bobik, groch, wyka siewna i soja wymagają gleb o odczynie zbliżonym do obojętnego. Na glebach kwaśnych występuje duże stężenie jonów glinu, który może powodować zahamowanie wzrostu korzeni, brak włośników oraz pogorszenie rozwoju bakterii brodawkowych. W początkowym okresie wzrostu roślin strączkowych, do czasu rozpoczęcia symbiozy, mogą one odczuwać brak N. Dlatego w przypadku uprawy bobiku, grochu wyki i soi korzystne jest zastosowanie azotu przed siewem. Natomiast łubiny nie wymagają nawożenia tym składnikiem. Doświadczenia wykazały, że przy prawidłowym doborze składników i poziomie nawożenia można uzyskać przyrost plonu 2–3 kg nasion na 1 kg NPK (6); (tab. 12). Nawożenie azotem ma mały wpływ na zawartość białka w nasionach roślin strączkowych i jego skład aminokwasowy. Wykazano korzystny wpływ zaprawiania nasion nitraginą na plonowanie roślin strączkowych, zwłaszcza w stanowiskach o niższym pH oraz na polach, na których przez dłuższy okres nie uprawiano tych roślin (5, 46).

Tabela 12

Efektywność nawożenia bobiku azotem i potasem (w kg nasion na 1 kg N i 1 kg K₂O); (6)
Effectiveness of faba bean fertilization with nitrogen and potassium
(kg seeds per 1 kg N and 1 kg K₂O)

Efektywność Effectiveness	K ₂ O (kg·ha ⁻¹)	N (kg·ha ⁻¹)			
		0	30	60	90
N	0		10,23	6,68	4,99
	90		9,10	6,13	4,99
	180		9,23	6,70	5,38
	270		7,93	5,92	4,82
K ₂ O	90	1,67	1,29	1,30	1,72
	180	1,12	0,96	1,13	1,34
	270	0,93	0,67	0,76	0,90

Wiele badań wykonano nad określeniem dynamiki pobierania składników pokarmowych przez kukurydzę w okresie wegetacji. Poznanie okresów największego zapotrzebowania i faz, w których niedobór składników pokarmowych wywiera największy negatywny wpływ na wzrost i rozwój, jest ważne z punktu prawidłowego odżywiania roślin. Umożliwia bowiem określenie nie tylko dawek tych składników, ale także sposobu ich podziału (tab. 13). Deficyt składników mineralnych w określonej fazie rozwojowej zawsze powoduje ograniczenie plonu końcowego, nawet

Tabela 13

Wpływ nawożenia azotem na pobieranie N i współczynnik wykorzystania azotu w różnych fazach rozwojowych (22)

The influence of nitrogen fertilization on nitrogen uptake and coefficient of nitrogen utilization in different development stages

Dawka N N rate (kg·ha ⁻¹)	Fazy rozwojowe; Development stages					
	3–4 liście 3–4 leaves		kwitnienie pollen shedding		dojrzałość pełna full maturity	
	pobranie na 100 kg s.m. uptake per 100 kg d.m.	wykorzystanie utilization (%)	pobranie na 100 kg s.m. uptake per 100 kg d.m.	wykorzystanie utilization (%)	pobranie na 100 kg s.m. uptake per 100 kg d.m.	wykorzystanie utilization (%)
0	3,23	-	1,31	-	1,03	-
30	3,57	1,16	1,52	47,0	1,07	71,2
60	3,73	0,79	1,57	30,4	1,10	53,9
90	3,96	0,89	1,62	25,1	1,23	60,7
120	4,01	0,68	1,72	27,9	1,27	53,2
150	4,06	0,55	1,84	23,5	1,26	44,0
180	4,16	0,49	1,84	24,8	1,38	46,1
210	4,25	0,46	1,88	20,9	1,34	35,1
240	4,26	0,43	1,93	18,6	1,45	37,8
270	4,41	0,37	1,96	18,5	1,44	28,7
Średnio Average	3,96	0,65	1,72	26,3	1,26	47,9
NIR; LSD ($\alpha = 0,05$)	0,218	-	0,304	-	0,1651	-

jeśli w późniejszym okresie zaopatrzenie jest wystarczające. Z trzech podstawowych składników pokarmowych kukurydza najintensywniej pobiera K, następnie N i P. Na niedobór w glebie fosforu kukurydza jest najbardziej wrażliwa w okresie od kiełkowania do fazy 6–8 liści, a ponadto w okresie tworzenia ziarna i dojrzewania. Badania wykazały korzystny wpływ zastosowania dawki startowej tego składnika (w początkowym okresie wzrostu kukurydzy system korzeniowy jest słabo rozwinięty i nie może zapewnić siewkom odpowiedniej ilości fosforu, a wystąpienie niskich temperatur jeszcze silniej zakłóca jego pobieranie); (15). Nawóz umieszczony jest podczas siewu 5 cm poniżej i 5 cm obok ziarniaków kukurydzy (dawkę fosforu stosowaną w uprawie dzieli się na przedsiewną i startową). Siewniki punktowe muszą być więc wyposażane dodatkowo w rzędowy rozsiewacz umożliwiający wprowadzanie nawozów na wymaganą głębokość. W początkowym okresie potrzeby kukurydzy względem N są minimalne i wzrastają w miarę postępu wegetacji. Intensywne pobieranie tego składnika rozpoczyna się na kilka dni przed kwitnieniem wiech i wzrasta aż do dojrzewania, a ponad 85% ogólnej ilości potrzebnego N pobierane jest od fazy 6–8 liści do fazy zasychania znamion (22). W związku z tym uzasadniony jest podział wyliczonej dawki N na przedsiewną i pogłówną stosowaną przy wysokości

roślin 30–35 cm (22). Określono, iż bardziej przydatny do nawożenia kukurydzy jest mocznik, w którym N jest w formie amidowej. Działa on długo, co umożliwia dostęp do azotu w późniejszym okresie wegetacji, w czasie większego zapotrzebowania na ten składnik. Stwierdzono także, iż wpływ deficytu N w glebie na pobieranie P i K jest większy niż niedoboru tych składników w glebie. Brak w glebie N zmniejsza o połowę pobieranie P, a ilość pobranego K o 2/3. Znaczący wpływ na technologię uprawy kukurydzy ma stosowanie rzędowego (lokalnego) nawożenia mineralnego (15). Doświadczenia wykazały, że przy tym sposobie stosowania można uzyskać większy plon kukurydzy (tab. 14). Ponadto rzędowy wysiew nawozów pozwala na ograniczenie dawki nawożenia N bez ujemnego wpływu na plonowanie. Taka aplikacja nawozów jest dokładna, co umożliwia jednakowe odżywianie roślin, ich równomierny wzrost i dojrzewanie. Ponadto zwiększa efektywność wykorzystania składników i zmniejsza starty z powodu wymywania, co ma niebagatelne znaczenie w ochronie środowiska. Kukurydza dobrze wykorzystuje składniki pokarmowe z nawozów naturalnych (40). Dla właściwego zbilansowania dawek ustalono, w jakim procencie zawarte w nich składniki zastępują te same składniki w nawozach mineralnych. Zależności te przedstawiono jako, opracowane w IUNG Puławy, równoważniki nawozowe. Określają one, jaka dawka danego składnika w nawozach mineralnych stosowanych w optymalnym terminie odpowiada 100 kg tego składnika w nawozach naturalnych w określonych warunkach siedliskowych. Zapotrzebowanie kukurydzy na N działający może być w całości pokryte z gnojowicy bez szkody zarówno dla jakości, jak i poziomu plonu (tab. 15). Nawożenie dolistne roślin strączkowych i kukurydzy nie wykazuje znaczącego wpływu na plonowanie roślin i jest stosowane tylko w mniej korzystnych warunkach. Zabieg ten ma niewielkie znaczenie w technologii ich uprawy (25, 26, 36). Wiele uwagi poświęcono opracowaniu metod określania stanu odżywienia kukurydzy azotem. W ostatnim czasie opracowano test chlorofilowy oparty na dodatniej zależności pomiędzy zawartością N a ilością chlorofilu w liściach (37, 39). Oznaczenie takie można wykonać na rosnących roślinach za pomocą przyrządu optycznego Hydro N-tester bez ich niszczenia lub uszkodzenia. Test ten jest przydatny do oceny stanu odżywienia kukurydzy N począwszy od fazy 8 liści, jednak użycie tej metody wymaga wcześniejszej kalibracji dla danej odmiany lub standaryzacji odczytów i wyrażenia ich w jednostkach względnych.

Zbiór roślin pastewnych (nasion i zielonki) jest najbardziej pracochłonnym elementem technologii produkcji i pochłania w zależności od gatunku i kierunku

Tabela 14

Plon ziarna kukurydzy w zależności od sposobu wysiewu nawozów (15)
Yields of maize grain in dependence on technique of fertilization

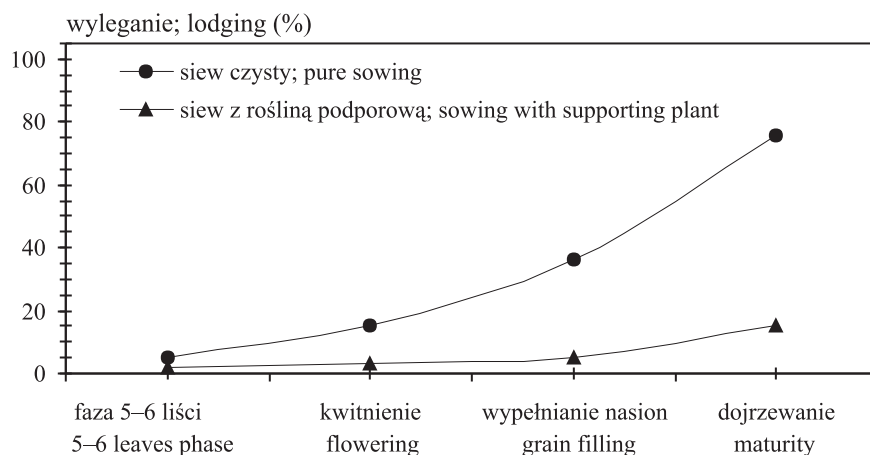
Sposób wysiewu nawozów Technique of fertilization	Plon ziarna; Grain yield (t·ha ⁻¹)
Rzutowo; Broadcasting	5,04
Rzędowo; In rows	5,24

Tabela 15

Wpływ różnego udziału azotu działającego w gnojowicy w całkowitej dawce N na plon suchej masy kukurydzy w t·ha⁻¹ (40)
Influence of slurry active nitrogen as a part of total nitrogen dose on dry matter (t·ha⁻¹) yield of maize

Nawożenie Fertilization	Gnojowica świńska Swine slurry	Gnojowica bydłęca Cattle slurry
P+K	9,8	9,9
N mineralny 160 kg·ha ⁻¹ ; mineral	11,4	11,2
50% N w gnojowicy + 50% N mineralny 50% N in slurry + 50% N mineral	12,0	11,8
75% N w gnojowicy + 25% N mineralny 75% N in slurry + 25% N mineral	12,4	11,9
100% N w gnojowicy 100% N in slurry	12,3	12,1

użytkowania około 30% ponoszonych nakładów. Zasadniczy wpływ na plonowanie i wartość pokarmową suchej masy roślin motylkowatych i traw ma termin zbioru pierwszego pokosu. Najwyższy poziom plonu koniczyny czerwonej osiąga się w warunkach zbioru pierwszego pokosu na początku fazy ukazywania się główek kwiatowych, a następnych pokosów po upływie 30–35 dni. W przypadku lucerny dobry ilościowo i jakościowo plon otrzymuje się przy koszeniu pierwszego odrostu po osiągnięciu przez rośliny 40 cm, a następnych tak jak koniczyny czerwonej (13). Wypas traw przeprowadza się, gdy pierwszy odrost osiągnie wysokość 20–25 cm, a koszenie najlepiej wykonać tuż przed pojawieniem się pierwszych kłosów lub wiech. Badania prowadzone nad doskonaleniem zbioru roślin strączkowych koncentrowały się głównie na ograniczeniu wylegania gatunków o wiotkich łodygach i poprawie równomierności dojrzewania (4, 30). Ustalono, że wyleganie i straty nasion podczas zbioru można ograniczyć stosując siew z roślinami podporowymi (rys. 1). Spośród badanych gatunków najlepiej funkcję tę spełniają zboża, gdy ich udział w zasiewie jest dostatecznie duży (45). Ponadto do zmniejszenia strat przyczyniło się opracowanie specjalnych podnośników teleskopowych lub przegubowych, które dopasowują się do nierówności powierzchni i umożliwiają ścinanie nawet roślin w zagłębieniach pola. Znaczny wpływ na technologię uprawy roślin strączkowych miało wprowadzenie środków chemicznych powodujących równomierne dojrzewanie, a w ostatnich latach środków zwiększających elastyczność strąków, co przedłuża możliwość zbioru tych roślin bez strat spowodowanych pękaniem strąków (8). Zastosowanie desykacji roślin strączkowych niewiele przyspiesza wysychanie nasion w porównaniu z procesem naturalnym, dlatego zabieg ten ma niewielki wpływ na technologię uprawy (4). Nasiona roślin strączkowych ze względu na dużą zawartość białka muszą być suszone powoli i stopniowo, gdyż mogą ulec uszkodzeniu lub może nastąpić pogorszenie przyswajalności niektórych składników pokarmowych. Ponadto mogą być magazynowane, gdy wilgotność nie przekracza 14–15%. Za optymalny termin zbioru kukurydzy przezna-



Rys. 1. Wyleganie grochu uprawianego w siewie czystym i z rośliną podporową (45)
Lodging of pea grown in pure sowing and with supporting plant

czonej do zakiszania uznano zbiór przy zawartości suchej masy w całych roślinach 30–35 % (42). Wówczas udział kolb i ziarna w plonie jest największy, a proporcjonalnie zmniejsza się ilość bogatych we włókno łodyg, liści okrywowych i rdzenia kolbowego. Natomiast objawem pełnej dojrzałości ziarna jest powstanie tzw. czarnej plamki, czyli niewielkiego szernienia u nasady ziarniaka przy zarodku. Wilgotność w tym stadium wynosi 30–40%. Skonstruowanie siewkarni zbierających dokładnego cięcia, jak również siewkarni z rotacyjnym zespołem tnącym umożliwiającymi tzw. bezrzędowy zbiór kukurydzy miało znaczący wpływ na organizację zbioru kukurydzy oraz jakość surowca przeznaczonego do zakiszania (24, 58). Ponieważ ziarno kukurydzy w czasie zbioru jest wilgotne i szybko zagrzewa się, powinno być poddane w ciągu 24 godzin od zbioru procesowi konserwacji. Suszenie ziarna pochłania 25–30% całkowitych kosztów ponoszonych na uprawę tego gatunku. Ograniczenie kosztów jest możliwe w przypadku konserwacji środkiem chemicznym (kwas propionowy) lub zakiszania ziarna (rozdrobionego lub gniecionego). W ostatnich latach stosowane jest także konserwowanie ziarna mokrego niskimi temperaturami oraz przechowywanie w warunkach gazoszczelnych, gdzie czynnikiem konserwującym jest CO₂ powstały w wyniku oddychania ziarna (43). Poznanie i zastosowanie tych sposobów miało istotny wpływ na technologię uprawy kukurydzy.

PODSUMOWANIE

Rośliny pastewne zarówno w ostatnich latach, jak i w okresie wcześniejszym były przedmiotem licznych badań, co wskazuje jednocześnie na ich duże znaczenie. Stwierdzono, iż warunki klimatyczne naszego kraju są odpowiednie do uprawy roślin strączkowych i motylkowatych wieloletnich, a rozwój generatywny kukurydzy

kształtuje przede wszystkim temperatura. Określono optymalne terminy siewu dla poszczególnych gatunków roślin pastewnych, a także ich właściwą obsadę. Ważnym elementem technologii uprawy tych roślin jest wybór odmiany, uwzględniający kierunek użytkowania. Genetyczne ulepszenie roślin pastewnych ma znaczący wpływ na ich technologię uprawy. U kukurydzy poznano okresy największego zapotrzebowania na składniki pokarmowe oraz fazy, w których ich niedobór wywiera największy negatywny wpływ na rozwój roślin. Właściwe uzupełnienie nawozów naturalnych nawozami mineralnymi umożliwiają równoważniki nawozowe, natomiast test chlorofilowy pozwala określać stan odżywienia kukurydzy azotem. Zastosowanie herbicydów w uprawie kukurydzy i roślin strączkowych spowodowało znaczne zmiany w technologii ich uprawy. Poznano mechanizm uodporniania się chwastów na herbicydy, a także określono wrażliwość odmian kukurydzy na te środki. Określono optymalny termin zbioru kukurydzy przeznaczonej na zakiszanie, a także oznaki pełnej dojrzałości ziarna. Zasadniczy wpływ na plon i wartość pokarmową suchej masy roślin motylkowatych i traw ma termin zbioru pierwszego pokosu. Ograniczenie wylegania roślin strączkowych o wiotkich łodygach, jak również poprawę równomierności ich dojrzewania można uzyskać przez uprawę w mieszankach ze zbożami. Zastosowanie środków chemicznych, zakiszania, a także wykorzystanie niskich temperatur umożliwia konserwację mokrego ziarna kukurydzy.

Przeprowadzone badania dostarczyły szeregu przesłanek do opracowania i weryfikacji technologii uprawy roślin pastewnych. Jednocześnie wskazują one, że efektem doskonalenia technologii produkcji roślin pastewnych może być ograniczanie zmienności i ryzyka plonowania oraz poprawa jakości uzyskiwanych plonów. Są to elementy istotne także z punktu widzenia poprawy efektywności produkcji zwierzęcej.

LITERATURA

1. Atlas Agroklimatyczny. http://www.zazi.iung.pulawy.pl/Documents/MA_Mapy_pl.htm.
2. Bochniarz J., Cegielski M., Chodulska-Filipowicz L., Kawalec A., Lenartowicz W.: Rozwój i plonowanie bobiku (*Vicia faba minor* Harz) w zależności od terminu siewu. Pam. Puł., 1986, **87**: 79-96.
3. Bochniarz J., Frąc I., Kasprzykowska M., Kawalec A., Pleskacz M., Wysocka Z.: Plonowanie bobiku w zależności od zagęszczenia roślin. I. Wzrost i rozwój bobiku oraz struktura plonu przy zbiorze na nasiona. Pam. Puł., 1986, **88**: 141-153.
4. Bochniarz J., Pleskacz M., Drzas E.: Wpływ terminu i sposobu zbioru na wielkość i jakość plonu nasion bobiku. Pam. Puł. 1987, **89**: 17-28.
5. Bochniarz J., Bochniarz M., Lenartowicz W.: Wpływ zaprawiania nasion nitraginą i molibdenem oraz nawożenia azotem na plonowanie bobiku. Pam. Puł., 1987, **89**: 29-40.
6. Bochniarz J., Bochniarz M., Lenartowicz W.: Wpływ nawożenia potasem i azotem na plonowanie bobiku (*Vicia faba minor*) uprawianego na nasiona. Pam. Puł., 1987, **89**: 57-67.
7. Bochniarz J.: Czynniki agrotechniczne w plonowaniu roślin strączkowych. Mat. Konf. Nauk. „Przyrodnicze i agrotechniczne uwarunkowania produkcji nasion roślin strączkowych”. IUNG Puławy, 1989, **I**: 19-42.
8. Borowiecki J.: Biologiczne aspekty plonowania kukurydzy. Mat. Konf. nauk. „Stan badań nad agrotechniką kukurydzy w Polsce”. IUNG Puławy, 1988, **I**: 9- 19.

9. Borowiecki J., Książak J., Bochniarz J.: Plonowanie wybranych odmian grochu w zależności od gęstości siewu. Pam. Puł., 1993, **102**: 135-144.
10. Borowiecki J., Książak J.: Wpływ gęstości siewu na plon nasion łubinu białego. Pam. Puł., 1994, **105**: 107-117.
11. Borowiecki J., Machul M.: Stan badań nad agrotechniką kukurydzy w Polsce. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1997, **450**: 55-62.
12. Borowiecki J., Machul M., Ufnowska J.: Opłacalność produkcji surowca kiszonkowego w zależności od intensywności uprawy kukurydzy. Roczn. AR Poznań, 1998, **52**: 145-150.
13. Borowiecki J.: Mieszanki roślin motylkowatych z trawami w polowej produkcji pasz. Post. Nauk Rol., 2000, **1**: 83-94.
14. Borowiecki J.: Rośliny motylkowate i trawy. W: Rynki i technologie produkcji roślin uprawnych. Wieś Jutra, Warszawa, 2005, 302-311.
15. Dubas A., Dühr E.: Wpływ sposobu nawożenia fosforem na plonowanie kukurydzy. Pam. Puł., 1983, **81**: 131-140.
16. Dubas A.: Obsada roślin a produktywność kukurydzy. Mat. Konf. Nauk. „Obsada a produktywność roślin uprawnych”. Puławy, 1988, **1**: 112-120.
17. Dubas A.: Możliwości i ograniczenia uproszczeń w agrotechnice kukurydzy. Mat. Konf. „Produkcyjne skutki zmniejszenia nakładów na agrotechnikę roślin uprawnych”. PAN i ART Olsztyn, 1992, 21-28.
18. Eik K., Hanway J. J.: Leaf area in relation to yield of corn grain. Agron. J., 1966, **58(1)**: 16-18.
19. Frencl I., Lewartowska E., Czerwińska A.: Występowanie antraknozy (*Coletotrichum gloeosporioides* Penz.) na łubinach w Polsce. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1997, **446**: 467-470.
20. Gaweł E.: Porównanie intensywnej i oszczędnej technologii uprawy lucerny w siewie czystym i w mieszance z rajgrasem wyniosłym. Roczn. Nauk. AR Poznań, 1998, **52**: 33-40.
21. Hunter R. B., Kannenberg L. W., Gamble E. E.: Performance of five maize hybrids in varying plant populations and row width. Agron. J., 1970, 62.
22. Jankowiak J., Kruczek A., Fotyła E.: Efekty nawożenia mineralnego kukurydzy na podstawie wyników badań krajowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1997, **450**: 163-184.
23. Jelinowska A.: Obsada a produktywność wieloletnich roślin pastewnych (motylkowate, trawy). Mat. Konf. Nauk. „Obsada a produktywność roślin uprawnych”, Puławy, 1988, **1**: 95-111.
24. Kowalik I., Przybył J., Sęk T.: Porównanie siewek zbierających podczas zbioru kukurydzy na kiszonkę w dojrzałości woskowej. III Międz. Konf. Nauk. „Rozwój teorii i technologii w technicznej modernizacji rolnictwa”. UWM Olsztyn, 2000, 304-308.
25. Książak J., Podleśny J., Lenartowicz W.: Dolistne dokarmianie mikroelementami roślin. Fragm. Agron., 1993, **4**: 195-196.
26. Książak J., Podleśny J., Lenartowicz W.: Wpływ dolistnego dokarmiania roślin nawozami dolistnymi na plonowanie łubinu białego. Mat. Konf. Nauk. „Łubin – Biało – Ekologia”, Poznań, 1993.
27. Książak J.: Ocena plonowania wybranych odmian grochu w zależności od gęstości siewu. Fragm. Agron., 1996, **2**: 95-106.
28. Książak J., Lenartowicz W., Ufnowska J.: Ocena ekonomiczna trzech technologii produkcji nasion bobiku. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., Warszawa, 1997, **446**: 227-230.
29. Książak J., Lenartowicz W., Ufnowska J.: Efektywność ekonomiczna wybranych technologii produkcji nasion grochu. Roczn. AR Poznań, 1998, **CCCVII(II)**: 5-11.
30. Książak J., Podleśny J.: Wybrane zagadnienia związane ze zbiorem i przechowywaniem głównych ziemiopłodów. Pam. Puł., 2002, **130(I)**: 403-423.
31. Lisowicz F., Kot J.: Efekty i introdukcja kruszynka (*Trichogramma* ssp.) w zwalczaniu omacnicy prosowianki (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) na kukurydzy. Prog. Plant Protect., 1999, **39(II)**: 493-495.
32. Lisowicz F., Jaworski S.: Badania nad łącznym zwalczaniem mszyc (*Aphididae*), przyleńców (*Thysanoptera*) i omacnicy prosowianki (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) na kukurydzy. Prog. Plant Protect., 2000, **40(I)**: 492-494.

33. L i s o w i c z F.: Narastająca szkodliwość omacnicy prosowianki (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) dla kukurydzy w południowo-wschodniej Polsce. Prog. Plant Protect., 2003, **43(I)**: 247-250.
34. M a c h u l M., M a ł y s i a k B.: Plonowanie kukurydzy uprawianej na kiszonkę z całych roślin, kiszonkę z kolb (CCM) i ziarno w zależności od obsady roślin. Pam. Puł., 1993, **102**: 91-104.
35. M a c h u l M.: Wpływ przedsięwzięcia przygotowania roli na plonowanie kukurydzy uprawianej w pięcioletniej monokulturze. Pam. Puł., 1995, **106**: 47-62.
36. M a c h u l M.: Wpływ dolistnego stosowania nawozów wieloskładnikowych na plonowanie wybranych mieszańców kukurydzy. Pam. Puł., 1996, **108**: 7-18.
37. M a c h u l M.: Ocena stanu odżywienia roślin azotem z zastosowaniem testów roślinnych. Post. Nauk Rol., 2001, **3**: 71-83.
38. M a c h u l M.: Postęp w hodowli mieszańców kukurydzy uprawianych w Polsce w latach 1976-2000. Pam. Puł., 2002, **130(II)**: 479-486.
39. M a c h u l M.: Wyznaczenie optymalnego zaopatrzenia kukurydzy w azot za pomocą testu SPAD. Pam. Puł., 2003, **133**: 97-113.
40. M a ć k o w i a k Cz.: Aktualny stan badań i efekty nawożenia organicznego kukurydzy. Post. Nauk Rol., 1999, **4**: 21-34.
41. M a r t y n i a k J.: Postęp biologiczny w roślinach strączkowych w okresie transformacji gospodarki w Polsce. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1997, **446**: 33-53.
42. M i c h a ł s k i T.: Wartość pastewna plonów kukurydzy w zależności od sposobów i terminów zbioru. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1997, **450**: 133-162.
43. M i c h a ł s k i T.: Zbiór, konserwacja i wykorzystanie ziarna kukurydzy w żywieniu zwierząt i przemyśle. W: Technologia produkcji kukurydzy. Wieś Jutra, 2004, 92-101.
44. N i e z g o d z i ń s k i P.: Trudności i postępy w zwalczaniu szkodników roślin strączkowych. Mat. Konf. Nauk. „Przyrodnicze i agrotechniczne uwarunkowania produkcji nasion roślin strączkowych”. IUNG Puławy, 1989, **I**: 75-95.
45. P o d l e ś n y J.: Plonowanie grochu siewnego (*Pisum sativum* L.) w zależności od gęstości siewu rośliny podporowej – pszenicy jarej. Pam. Puł., 1996, **107**: 39-51.
46. P o d l e ś n y J.: Wpływ zaprawiania nasion nitrą i molibdenem oraz nawożenia azotem na plonowanie łubinu białego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1997, **446**: 287-290.
47. P o d l e ś n y J., S o w i ń s k i M.: Wpływ struktury przestrzennej łanu na rozwój i plonowanie bobiku (*Vicia faba minor*). Ann. UMCS, 2004, Sect. E, **LIX(2)**: 881-888.
48. Praca zbiorowa pod redakcją J. Krzymuskiego: Podstawy rejonizacji roślin strączkowych. IUNG Puławy, 1977, **S(24)**: 99.
49. P r a c z y k T.: Effect of oil adjuvants and nitrogen fertilizers on nicosulfuron and rimsulfuron activity. 9th EWRS Symposium Budapest, Challenge for Weed Science in a Changing Europe, 1995, 521-525.
50. P r z y b y ł J., S ę k T., S k r o b a c k i A.: Technika w uprawie i zbiorze kukurydzy. W: Technologia produkcji kukurydzy. Wieś Jutra, 2004, 102-115.
51. R a d e c k i A., W i t k o w s k i F., O p i c J.: Uprawa zerowa kukurydzy na dwóch glebach. Mat. Konf. nauk. „Stan badań nad agrotechniką kukurydzy w Polsce”. IUNG Puławy, 1988, **I**: 152-156.
52. R o l a H.: Zwalczanie chwastów w kukurydzy i odporność odmian na herbicydy. Wieś Jutra, 2002, **5**: 39-42.
53. R o l a H., G o ł ę b i o w s k a H.: Objawy uszkodzeń odmian kukurydzy powodowane przez herbicydy. Prog. Plant Protect., 2003, **43(I)**: 337-344.
54. R o l a H., R o l a J.: Badania nad występowaniem chwastów odpornych na triazyny na Dolnym Śląsku. Prog. Plant Protect., 2003, **43(I)**: 372-378.
55. Rośliny wieloletnie. W: Połowa produkcja pasz. PWRiL Warszawa, 23-118.
56. R u t k o w s k i M., F o r d o ń s k i G.: Wpływ terminu siewu i zbioru na plonowanie bobiku. Biul. IHAR, 1987, **163**: 165-174.
57. S a d o w s k i S.: Istota szkodliwości chorób w produkcji nasion strączkowych i możliwości ich ograniczenia. Mat. Konf. Nauk. „Przyrodnicze i agrotechniczne uwarunkowania produkcji nasion roślin strączkowych”, IUNG Puławy, 1989, **I**: 51-74.

58. S ę k T., P r z y b y ł J., K o w a l i k I.: Porównanie jakości pracy siewkarni zbierających podczas opóźnionego zbioru kukurydzy na kiszonkę. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1996, **444**: 155-161.
59. S k r z y p c z a k G., P u d e ł k o J., B l e c h a r c z y k A., W o ź n i c a Z.: Adjuvants and herbicides in maize (*Zea mays* L.) production. 9th EWRS Symposium Budapest, Challenge for Weed Science in a Changing Europe, 1995, 315-319.
60. S y p n i e w s k i J.: Obsada a produktywność roślin strączkowych. Mat. Konf. Nauk. „Obsada a produktywność roślin uprawnych”, Puławy, 1988, **I**: 75-84.
61. S z e l e ź n i a k E.: kształtowanie się powierzchni liściowej kukurydzy w zależności od obsady roślin. Fragm. Agron., 1991, **2**: 141-150.
62. W o ź n i c a Z., A d a m c z e w s k i K., M o n t h e y F.: Biotypy chwastów odpornych na herbicydy. Prog. Plant Protect., 1996, **43(I)**: 96-101.
63. www.knowledge.center@isaaa.org

SCIENTIFIC RESEARCH – A BASE OF APPROPRIATE CULTIVATION OF FODDER CROPS

Summary

Results of the research on improvement of cultivation of annual and perennial fodder crops were presented in the paper. In this research the most important factors (agricultural, biological and natural) influencing the crop yield were taken into account. It was shown that climatic conditions in Poland are appropriate for cultivation of pulses and perennial papilionaceous crops, and that temperature is the most important factor influencing generative development of maize. Optimal sowing dates and appropriate density for particular fodder crops were determined. Selection of the best varieties is an additional important factor taken into account in the research. Genetic modifications of fodder crops significantly affect their cultivation. The periods of the highest demand of maize on particular nutrients and phases when nutrient deficiencies are the most critical points were determined. Appropriate complement of organic fertilizers with synthetic fertilizers is possible due to special fertilizer equivalent, whereas chlorophyll test allows determination of nitrogen status. Application of herbicides in maize and pulse crops makes their cultivation different. Mechanism of herbicide-resistance in weeds and level of sensitivity of different varieties of maize on these herbicides were presented and explained. Optimal harvest time of silage maize and symptoms of full maturity of grain were determined. It was shown that harvest time of the first cut is the most important factor affecting yielding and nutrient value of dry matter of clover with grass mixtures. By cultivation of pulses in mixtures with cereals it is possible to reduce lodging of pulses with stem flabbiness and improve their simultaneous maturing. Conservation of wet grain of maize is done by application of different chemical preparations, ensiling and by low temperatures.

Praca wpłynęła do Redakcji 5 VIII 2005 r.