

EFFECTS OF NATURAL FERTILIZERS APPLICATION IN MAIZE PLANTED FOR GRAIN AND SILAGE

Summary

Investigation on maize planted for grain and silage reaction to natural and mineral fertilization were conducted on two kinds of the soil. Except mineral fertilizing the liquid manure at dose 40 m³·ha and manure at 15 and 30 t·ha⁻¹ were applied. Nutritional status of plants, healthiness as well as grain and silage yield were estimated. Higher yields of grain and silage were obtained after natural fertilizers application. Plants showed similar status of nitrogen nutrition and healthiness after application both mineral and natural fertilizers.

EFEKTY STOSOWANIA NAWOZÓW NATURALNYCH W UPRAWIE KUKURYDZY NA ZIARNO I KISZONKĘ

Streszczenie

Doświadczenia nad reakcją kukurydzy uprawianej na ziarno i kiszonkę na stosowanie nawozów naturalnych przeprowadzono na dwóch klasach gleby. Obok nawożenia mineralnego zastosowano nawożenie gnojowicą (40 m³·ha) oraz obornikiem w dawkach 30 i 15 t·ha⁻¹. Oceniano stan odżywienia roślin, ich zdrowotność oraz plon ziarna i surowca do zakiszania. Kukurydza w uprawie na ziarno i kiszonkę wyżej plonowała po zastosowaniu nawozów naturalnych niż mineralnych. Rośliny prezentowały podobny stan odżywienia azotem i zdrowotność po zastosowaniu nawozów mineralnych i naturalnych.

Wstęp

Kukurydza jest rośliną intensywnej uprawy, o dużych wymaganiach pokarmowych i nawozowych, przy uprawie której wszelkie ograniczenia w dostarczeniu składników pokarmowych prowadzą do spadku plonu.

Duże wymagania pokarmowe kukurydzy zaspakajane są głównie składnikami mineralnymi pochodzącymi z naturalnych zasobów gleby oraz dostarczonymi w postaci nawozów sztucznych. Zwiększanie plonów roślin uprawnych, stymulowane wysokim nawożeniem podstawowym prowadzi do stopniowego wyczerpywania gleb z niektórych składników pokarmowych, głównie mikroelementów. Ich niedobory mogą się nasilać, ponieważ w powszechnie praktykowanym intensywnym nawożeniu dostarczane są glebie przede wszystkim azot, fosfor i potas.

Kukurydza wykształca system korzeniowy, który do brze penetruje szerokie międzyrzędzia i od fazy 8-go liścia rośliny zaczynają korzystać z całej przestrzeni pola. W miarę postępowania wegetacji jej korzenie sięgają również do głębszych warstw gleby, co sprawia, że w uprawie tej rośliny zarówno głębsze umieszczenie nawozów jak i wymywanie składników pokarmowych w głąb gleby nie zagraża powiększeniem ich deficytu.

Substancja organiczna spełnia podstawowe funkcje w kształtowaniu potencjału produkcyjnego gleb, wzmacnia bowiem jej strukturę, siłę kompleksu sorpcyjnego i aktywność biologiczną. Prawidłowy stan gleby, który wyraża się żyznością gleby i poziomem uzyskiwanych plonów, można utrzymać poprzez poprawną agrotechnikę, właściwą strukturę zasiewów oraz nawożenie organiczne [10]. Dotychczasowe badania potwierdzają, że wieloletnie nawożenie wyłącznie mineralne prowadzi do naruszenia równowagi składników pokarmowych, obniżenia potencjału produkcyjnego gleb i ich degradacji [1, 5, 6]. Dlatego korzystnym

jest równoczesne stosowanie nawożenia organicznego, które zapobiega ujemnym skutkom jednostronnego nawożenia mineralnego.

Kukurydza postrzegana jest jako roślina mało przydatna do uprawy z zachowaniem uwarunkowań rolnictwa ekologicznego, m.in. ze względu na duże wymagania nawozowe, uprawę szerokokorzędową i powolny wzrost początkowy. Wyniki doświadczeń [8, 9, 12] wskazują, że w uprawie kukurydzy nawozy syntetyczne można zastąpić nawożeniem organicznym. Takie wnioski uzasadniają prowadzenie w zróżnicowanych warunkach glebowo-klimatycznych badań nad uprawą kukurydzy bez stosowania nawozów mineralnych.

Celem podjętych badań była ocena skutków stosowania samych nawozów naturalnych w uprawie kukurydzy na ziarno i kiszonkę z uwzględnieniem różnej jakości gleb.

Materiał i metody

Doświadczenia ściśle nad stosowaniem nawozów naturalnych przeprowadzono na polach stacji Doświadczalno-Dydaktycznej w Swadzimiu należącej do Akademii Rolniczej w Poznaniu. Jednoczynnikowe doświadczenia z uprawą kukurydzy na ziarno i na surowiec do zakiszania, wykonano w układzie losowanych bloków w 4 powtórzeniach w latach 2005-2006 w 2 lokalizacjach, różniących się klasą gleby. Badania prowadzono na polu po 5-cio letniej monokulturze kukurydzy. W uprawie kukurydzy na ziarno ilość masy organicznej wnoszonej w nawozach naturalnych powiększana była o masę rozdrobnionej słomy kukurydzianej, natomiast przy zbiorze zielonki do zakiszania tylko o reszki poźniwne.

Zastosowane nawozy naturalne to obornik w dawkach 30 i 15 t·ha⁻¹ oraz gnojowica świńska w dawce 40m³·ha⁻¹. Efektywność takiego nawożenia porównano z systemem

konwencjonalnym, w którym zastosowano przy uprawie na ziarno 110 kg N·ha⁻¹, 80 kg P₂O₅·ha⁻¹ oraz 120 kg K₂O·ha⁻¹, natomiast przy uprawie na kiszonkę 130kg N·ha⁻¹, 80 P₂O₅·ha⁻¹ i 140 kg K₂O·ha⁻¹.

Gleba pól doświadczalnych wg klasyfikacji PTG [13] należy do gleb pływów typowych, wytworzonych z piasków gliniastych lekkich, płytko zalegających na glinie lekkiej. Według klasyfikacji bonitacyjnej zaliczono je do klasy IIIb oraz IVb, natomiast według przydatności rolniczej odpowiednio do kompleksów 4 i 5 (żytni bardzo dobry i dobry). Analizy chemiczne wykazały zawartość 9,82 mg P, 11,29 mg K i 2,53 mg Mg w 100g gleby oraz pH – 5,3 i stosunek C do N 9,5 do 1. Stan odżywienia roślin oceniano N-testerem. Plony ziarna podano w przeliczeniu na 15% wilgotności.

Wszystkie zabiegi uprawowe wykonano zgodnie z zasadami obowiązującej agrotechniki kukurydzy.

Wyniki badań i dyskusja

Zebrane plony ziarna i surowca do zakiszania były niskie ze względu na suszę panującą w okresie prowadzenia doświadczeń. Szczególnie niesprzyjającym dla plonowania kukurydzy w Wielkopolsce był 2006r. W tym roku rośliny zostały dodatkowo uszkodzone wskutek gradobicia.

Nawozem naturalnym najczęściej stosowanym pod kukurydź jest gnojowica, a według Kruczka i Księżaka [4] oraz Maćkowiaka [8] zapotrzebowanie roślin na azot może być w całości tak pokryte, bez szkody dla plonu i jego jakości. Wieloletnie badania Majkowskiego [2] wskazują, że przy racjonalnym nawożeniu gnojowicą w środowisku glebowo-roślinnym zatrzymywane jest prawie 100% substancji organicznej wyrażonej ładunkiem BZT₅ (Biochemiczne Zapotrzebowanie Tlenu) ok. 100% ładunku fosforu i ponad 80% ładunku azotu. Ponadto obserwacje potwierdzają, że wieloletnie stosowanie wysokich dawek gnojowicy powoduje przyrost w glebie zawartości substancji organicznej oraz prawie wszystkich składników pokarmowych i to nie tylko w górnej warstwie gleby [2]. Obornik, drugi z analizowanych nawozów naturalnych, szczególnie silnie zwiększa plon roślin w warunkach braku lub niskiego poziomu nawożenia mineralnego [15], a niestosowanie nawozów syntetycznych jest obowiązującą praktyką dla rolnictwa ekologicznego. Jednak Suwara i Gawrońska-Kulesza [16] podają, że produktywność składników pokarmowych NPK

wnoszonych w oborniku jest najniższa, a najwyższa w nawozach mineralnych. Z kolei nawożenie obornikiem wpływa korzystniej niż nawożenie mineralne na odczyn i kwasowość hydrolityczną gleby, wodochłonność agregatów oraz zawartość przyswajalnych i wymiennych form potasu i magnezu.

W badaniach własnych produktywność nawozów naturalnych wyrażająca się poziomem plonów była wyższa na glebie klasy bonitacyjnej IIIb (tab. 1).

Na tej glebie istotnie najwyższe plony ziarna kukurydzy zebrano po zastosowaniu pełnej dawki obornika lub 40m³ gnojowicy świńskiej, podczas gdy na glebie kl. IVb nawożenie gnojowicą świńską okazało się bardziej plonotwórcze niż nawożenie pełną dawką obornika. Wcześniej Mazur i Sądej [11] wykazali, że rodzaj nawożenia tylko w niewielkim stopniu różnicował plony niektórych roślin. Różnice te wyrażone sumą jednostek zbożowych wahały się w granicach od 4,7 do 7,7% w obiektach nawożonych zrównoważoną ilością azotu. Większy przyrost plonu, podobnie jak w badaniach własnych autorzy ci otrzymali z nawożeniem gnojowicą.

Zastosowanie pełnej dawki obornika na glebie kl. IIIb spowodowało niewielkie wydłużenie wegetacji roślin wyrażające się wzrostem wilgotności ziarna przy zbiorze. Na glebie kl. IVb, w warunkach badań prowadzonych w latach suchych nie udowodniono wpływu zastosowanych nawozów naturalnych na wilgotność ziarna przy zbiorze.

Niezależnie od klasy gleby, stan odżywienia roślin azotem na obiekcie kontrolnym, na którym zastosowano nawożenie mineralne był istotnie gorszy niż po zastosowaniu pełnej dawki obornika (tab. 2).

Użycie gnojowicy dało lepsze efekty na glebie klasy IIIb, gdzie stwierdzono najwyższe wartości jednostek SPAD (657) w doświadczeniu, niż na glebie klasy IVb, na której stan odżywienia roślin po wniesieniu tego nawozu był najgorszy (463 jednostek SPAD).

Zastosowane nawożenie naturalne kukurydzy ziarnowej w obu lokalizacjach sprzyjało zawiązywaniu kolb, poza obiektem na glebie kl. IVb, nawożonym połową dawki obornika.

Zdrowotność roślin zależy m.in. od warunków glebowych oraz od natężenia uprawy na danym polu. Nawożenie organiczne sprzyjało występowaniu fuzariozy na obu klasach gleby, wyjątek stanowił obiekt na glebie kl. IVb, nawożony gnojowicą (tab. 3).

Tab. 1. Plon (dt ha⁻¹) i wilgotność ziarna przy zbiorze (%)
Table 1. Grain (dt ha⁻¹) and grain humidity at harvest (%)

Wyszczególnienie Specification	Plon ziarna - Grain Yield dt ha ⁻¹		Wilgotność przy zbiorze – Humidity at harvest %	
	Gleba klasy – class of soil		Gleba klasy – class of soil	
	IIIb	IVb	IIIb	IVb
Kontrola - Check	37,6	38,0	27,1	25,9
Obornik - Manure 30 t ha ⁻¹	52,4	44,3	28,1	25,5
Obornik - Manure 15 t ha ⁻¹	46,9	25,2	26,5	26,0
Gnojowica – Liquid manure 40m ³	52,2	48,6	27,8	25,0
NIR- LSD _{α=0,05}	2,35	0,86	1,13	r.n.*

*- różnice nieistotne, not significant difference

Tab. 2. Stan odżywienia roślin azotem oraz liczba kolb na 1m² (uprawa na ziarno)
 Table 2. Nitrogen nutritional status of plants and number of cobs per 1 m²(for grain)

Wyszczególnienie Specification	Stan odżywienia roślin azotem Nitrogen nutritional status of plants SPAD		Liczba kolb na 1m ² Number of cobs per 1m ²	
	Gleba klasy – class of soil		Gleba klasy – class of soil	
	IIIb	IVb	IIIb	IVb
Kontrola - Check	565	574	6,8	5,2
Obornik- Manure 30 t ha ⁻¹	612	608	7,4	5,5
Obornik- Manure 15 t ha ⁻¹	594	582	7,3	3,7
Gnojowica – Liquid manure 40m ³	657	563	7,3	5,5
NIR- LSD $\alpha=0,05$	42,9	18,3	r.n.*	0,99

*- różnice nieistotne, not significant differences

Tab. 3. Procent roślin porażonych przez *Fusarium spp.* oraz *Ustilago zae* Unger (uprawa na ziarno)
 Table 3. Percentage of infestation by *Fusarium spp.* and *Ustilago zae* Unger (for grain)

Wyszczególnienie Specification	<i>Fusarium spp.</i>		<i>Ustilago zae</i> Unger	
	gleba klasy – class of soil		gleba klasy – class of soil	
	IIIb	IVb	IIIb	IVb
Kontrola - Check	8,7	7,2	12,8	30,5
Obornik- Manure 30 t ha ⁻¹	13,8	7,9	15,4	34,5
Obornik -Manure 15 t ha ⁻¹	9,8	8,7	17,0	39,3
Gnojowica – Liquid manure 40m ³	17,0	7,9	16,7	17,9
NIR- LSD $\alpha=0,05$	5,11	r.n.*	r.n.	3,11

*- różnice nieistotne, not significant differences

Tab. 4. Procent roślin uszkodzonych przez *Ostrinia nubilalis* Hbn (uprawa na ziarno)

Table 4. Percentage of damaged plants by *Ostrinia nubilalis* Hbn (for grain)

Wyszczególnienie Specification	Gleba klasy – Class of soil	
	IIIb	IVb
Kontrola - Check	19,8	6,0
Obornik Manure 30 t ha ⁻¹	13,3	6,1
Obornik Manure 15 t ha ⁻¹	15,1	5,1
Gnojowica – Liquid manure 40m ³	14,5	5,3
NIR- LSD $\alpha=0,05$	r.n.*	r.n.

*- różnice nieistotne, not significant differences

Tab. 5. Stan odżywienia roślin azotem SPAD (uprawa na kiszonkę)

Table 5. Nitrogen nutritional status of plants SPAD (for silage)

Wyszczególnienie Specification	Gleba klasy / Class of soil	
	IIIb	IVb
Kontrola - Check	522	564
Obornik – Manure 30 t ha ⁻¹	486	549
Obornik– Manure 15 t ha ⁻¹	485	561
Gnojowica – Liquid manure 40m ³	570	636
NIR- LSD $\alpha=0,05$	20,5	42,1

Ponadto na glebie lepszej zaobserwowano większy odsetek roślin porażonych przez grzyby z rodzaju *Fusarium spp.* natomiast mniejszy *Ustilago zae* w porównaniu z doświadczeniem zlokalizowanym na glebie klasy IVb.

Omacnica prosowianka jest aktualnie najgroźniejszym szkodnikiem kukurydzy w rejonie Polski południowej i środkowej. Na wielu plantacjach w rejonach intensywnej uprawy gąsienice tego motyla uszkadzają 50-80%, a lokalnie nawet do 100% roślin, powodując straty w plonach ziarna wynoszące 20-30%, a niekiedy nawet 40% [7]. Przeprowadzone badania wykazały większy odsetek uszkodzonych roślin uprawianych na glebie kl. IIIb niż na glebie klasy IVb (tab. 4). Zaobserwowano tendencję do mniejszego żerowania omacnicy na roślinach uprawianych przy użyciu nawozów naturalnych, wyjątek stanowiło nawożenie obornikiem zastosowane na gorszej glebie.

Kukurydzę przeznaczoną na zbiór kiszonki charakteryzował nieco gorszy stan odżywienia roślin azotem w porównaniu z uprawianą na ziarno (tab. 5 i 2). Wynikało to prawdopodobnie z mniejszej ilości resztek poźniwnych pozostających po zbiorze całych roślin w roku poprzedzającym doświadczenie. W obu lokalizacjach najlepiej odżywione azotem rośliny występowały po przyoraniu gnojowicy świńskiej, natomiast naj słabiej po przyoraniu obornika, bez względu na zastosowaną dawkę. Różnice te były statystycznie istotne.

Różnice w plonach całych roślin wynikające z klasy gleby, na której uprawiano kukurydzę wyniosły 22,7%. Najwyższe plony całych roślin kukurydzy uprawianej na glebie kl. IIIb zebrano po zastosowaniu 40m³ gnojowicy (tab. 6). Na glebie kl. IVb w warunkach suszy wykorzystanie nawozów organicznych było słabe, o czym świadczy brak istotnych różnic pomiędzy obiektem kontrolnym a poszczególnymi rodzajami zastosowanych nawozów.

Kukurydza z reguły uprawiana jest w dalszych latach po nawożeniu obornikiem. W badaniach IUNG prowadzonych przez Jeśmanowicz [3] obornik powodował istotną zwiększoną plon zielonej masy kukurydzy (2,9-5,4 t/ha) i była ona niezależna od nawożenia mineralnego, natomiast Bender [14] nie stwierdził żadnego działania obornika na plon ziarna, nawet przy zastosowaniu najwyższej dawki 40t/ha. Plony całych roślin uzyskiwane przy zamiennym stosowaniu obornika lub gnojowicy w badaniach Mazura i Sądej [11] były na poziomie plonów z nawożenia mineralnego, a po zastosowaniu podwójnej dawki gnojowicy bydłowej lub świńskiej nawet istotnie wyższe. Dawki nawozów naturalnych w cytowanych pracach były zgodne z dyrektywą azotanową UE, która dopuszcza wnoszenie w tej formie do 170kg N/ha-1. Ten wymóg musi być spełniony w gospodarstwach wypełniających zalecenia zwykłej dobrej praktyki rolniczej. Założenia rolnictwa ekologicznego nie dopuszczają bowiem stosowania przemysłowych nawozów syntetycznych. W gospodarstwach takich zwykle nie ma gnojowicy, natomiast nawożenie obornikiem, jak potwierdziły badania własne może w pełni zabezpieczać potrzeby nawozowe i pokarmowe roślin kukurydzy.

Udział kolb w surowcu do zakiszania zależał od klasy gleby oraz zastosowanego nawozu. Na glebie kl. IIIb najko-

rzystniejszy skład kiszonki uzyskano po nawożeniu mineralnym (kontrola) lub po zastosowaniu pełnej dawki obornika. Z kolei na glebie słabszej najlepsze efekty uzyskano przyorując gnojowicę świńską.

Głównia guzowata kukurydzy (*Ustilago zae* Unger.) jest chorobą grzybową występującą powszechnie na terenie całego kraju, której nasilenie w poszczególnych latach jest bardzo zróżnicowane. Przy sprzyjających warunkach atmosferycznych może lokalnie opanować znaczny procent roślin, zwłaszcza jeśli utrzymuje się ciepła, sucha pogoda, takie warunki wystąpiły w obu latach doświadczeń. Porażenie roślin głównią kukurydzy wiązało się z klasą gleby i było przeciętnie 3 krotnie wyższe na glebie kl. IVb (tab. 7).

Na glebie kl. IIIb nie wykazano istotnych różnic w procencie porażonych roślin wynikających z rodzaju zastosowanego nawozu. Natomiast na glebie słabszej zdecydowanie najkorzystniejszym pod tym względem okazało się nawożenie gnojowicą świńską a największy procent roślin porażonych głównią wystąpił na kontroli.

Omacnica prosowianka najgroźniejszy szkodnik kukurydzy w Polsce silniej uszkadzał rośliny uprawiane na glebie kl. IIIb, na której największy procent uszkodzonych roślin stwierdzono po zastosowaniu gnojowicy, najmniejszy zaś po zastosowaniu połowy dawki obornika.

Tab. 6. Plon całych roślin ($t\ ha^{-1}$) oraz udział kolb w plonie świeżej masy
Table 6. Yield of all plants ($t\ ha^{-1}$) and share of cobs in yield of green matter (%)

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	Plon całych roślin <i>Yield of all plants ($t\ ha^{-1}$)</i>		Udział kolb <i>Share of cobs %</i>	
	gleba klasy – <i>class of soil</i>		gleba klasy – <i>class of soil</i>	
	IIIb	IVb	IIIb	IVb
Kontrola - <i>Check</i>	35,4	31,8	37,3	31,0
Obornik – <i>Manure</i> 30 $t\ ha^{-1}$	38,3	29,7	37,4	35,5
Obornik – <i>Manure</i> 15 $t\ ha^{-1}$	40,2	30,3	34,4	31,3
Gnojowica – <i>Liquid manure</i> 40 m^3	44,3	30,7	31,5	38,5
NIR- <i>LSD</i> $\alpha=0,05$	4,16	r.n.*	3,42	2,86

*- różnice nieistotne, *not significant differences*

Tab. 7. Procent roślin porażonych przez *Ustilago zae* Unger oraz uszkodzonych przez *Ostrinia nubilalis* Hbn (uprawa na kiszonkę)

Table 7. Percentage of infestation by *Ustilago zae* Unger and damaged plants by *Ostrinia nubilalis* Hbn (for silage)

Wyszczególnienie <i>Specification</i>	<i>Ustilago zae</i> Unger.		<i>Ostrinia nubilalis</i> Hbn.	
	gleba klasy – <i>class of soil</i>		gleba klasy – <i>class of soil</i>	
	IIIb	IVb	IIIb	IVb
Kontrola - <i>Check</i>	9,4	40,2	24,5	5,3
Obornik – <i>Manure</i> 30 $t\ ha^{-1}$	8,9	29,3	27,3	7,7
Obornik – <i>Manure</i> 15 $t\ ha^{-1}$	13,4	36,5	17,0	5,9
Gnojowica – <i>Liquid manure</i> 40 m^3	11,1	9,0	30,4	6,8
NIR- <i>LSD</i> $\alpha=0,05$	r.n.*	4,46	4,19	r.n.

*- różnice nieistotne, *not significant differences*

Wnioski

1. Kukurydza w uprawie na ziarno i kiszonkę wyżej plonowała po zastosowaniu nawozów naturalnych niż mineralnych.
2. Rośliny prezentowały podobny stan odżywienia azotem po zastosowaniu nawozów mineralnych i naturalnych.
3. Obiekty nawozowe, poza gnojowicą, nie różnicowały jednoznacznie zdrowotności roślin na glebie kl. IVb.

Literatura

- [1] Dembek R., Łyszczarz R. 1992. Zmiany właściwości chemicznych gleb pod wpływem nawożenia mineralnego. Mat. Konf. „Nawozy organiczne” Szczecin 2: 123-128
- [2] Hus S., Kutera J. 1995. Oddziaływanie gnojowicy na środowisko glebowe. Zesz. Probl. Nauk Rol. 418: 559-564
- [3] Jeśmanowicz A. 1963. Potrzeby pokarmowe kukurydzy uprawianej na silos na oborniku i bez obornika Pam. Puł. 10: 363-376
- [4] Kruczek A., Księżak J. 2004. Potrzeby pokarmowe kukurydzy i zasady nawożenia. Technologia produkcji kukurydzy. *Wiś Jutra*, Warszawa, ss. 133
- [5] Kuszelewski L., Łabętowicz J. 1988. Współdziałanie nawozów organicznych i mineralnych w kształtowaniu składu chemicznego plonów i właściwości chemiczno-rolniczych gleb. Mat. Symp. „Rola nawożenia w podniesieniu produktywności i żyzności gleb”, ART. Olsztyn, 1: 19-31
- [6] Lepiarczyk A., Szylak A. 1996. Wpływ współdziałania nawożenia organicznego i mineralnego na zawartość niektórych składników mineralnych w glebie w płodozmianie kukurydziano-zbożowym. Zesz. Nauk. AR Szczecin, 172, Rol. 62: 291-296
- [7] Lisowicz F., Tekiel A., Bereś P. 2005. Zagrożenia kukurydzy przez szkodniki i choroby. Dodatek pisma „Agro Serwis”. Biznes – Press. Warszawa: 50–57
- [8] Maćkowiak Cz. 1999. Aktualny stan badań i efekty nawożenia organicznego kukurydzy. Post. Nauk Rol. 1999, 4, 21-34
- [9] Maćkowiak Cz., Warta Z., Żebrowski J. 1996. Wpływ zróżnicowanych dawek gnojowicy na plonowanie i skład chemiczny kukurydzy uprawianej w monokulturze i na zawartość N-NO₃ w wodach glebowo-gruntowych. Zesz. Nauk. AR Wrocław 293: 139-145
- [10] Mazur T. 1995. Stan i perspektywa bilansu substancji organicznej w glebach uprawnych. Zesz. Probl. Nauk Rol. 421a: 267-276
- [11] Mazur T., Sądej W. 1993. Działanie nawozów mineralnych, gnojowicy, obornika w wieloletnich, statycznych doświadczeniach polowych. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, 277 (37): 299-311
- [12] Mazur T., Sądej W. 1999. Działanie wieloletniego nawożenia obornikiem, gnojowicą i nawozami mineralnymi na plon roślin i białka. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 465: 181-194
- [13] Mocek A., Drzymała S., Maszner P. 1997. Geneza, analiza i klasyfikacja gleb. Wyd. AR Poznań., ss. 416
- [14] Praca zbiorowa 1970. Wyniki badań przeprowadzonych w Polsce nad nawozami organicznymi w latach 1945-1970. Puławy IUNG seria S(19): 274 ss.
- [15] Sienkiewicz S. 1998. Porównanie dwóch systemów nawożenia roślin w płodozmianie. Roczn. AR w Poznaniu, CCCVII Rol. 52: 127-135
- [16] Suwara I., Gawrońska-Kulesza A. 1994. Wpływ wieloletniego nawożenia na właściwości gleby i plonowanie roślin. Cz. I. Właściwości gleby. Roczn. Nauk Rol. Seria A 110(3-4): 105-115
- [17] Suwara I., Gawrońska-Kulesza A. 1994. Wpływ wieloletniego nawożenia na właściwości gleby i plonowanie roślin. Cz. II. Plonowanie roślin. Roczn. Nauk Rol. Seria A 110(3-4): 117-127.