

WPLYW ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA AZOTEM W UPRAWIE
KOMOSY RYŻOWEJ (*CHENOPODIUM QUINOA* WILLD.) NA WYBRANE
WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNE GLEBY

Krzysztof Gęsiński

Katedra Botaniki i Ekologii, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy
ul. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz
e-mail: gesinski@utp.edu.pl

Streszczenie. Prezentowane wyniki badań dotyczą wpływu zróżnicowanego nawożenia azotem (60, 120, 180 kg·ha⁻¹) w uprawie komosy ryżowej (*Chenopodium quinoa* Willd.) na wybrane właściwości chemiczne gleby (węgiel organiczny, azot ogólny, azot amonowy, azot azotanowy, formy przyswajalne: magnezu, fosforu, potasu oraz pH). Badania przeprowadzono na glebie brunatnej właściwej o uziarnieniu piasku mocnego gliniastego w Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Chrzęstowie w województwie kujawsko-pomorskim w latach 1998-2001. Analizowano zawartość podstawowych składników gleby przed uprawą i po zbiorze komosy ryżowej w uprawie na nasiona, gdzie dodatkowo zastosowano obornik oraz w uprawie na zieloną masę bez obornika. Stwierdzono, że po uprawie komosy ryżowej wartości większości składników chemicznych gleby były wyższe. Wskazuje to na pozytywne tendencje zmian właściwości chemicznych gleby po uprawie komosy ryżowej. Stosowanie azotu w dawkach (60-180 kg·ha⁻¹) z obornikiem w uprawie komosy ryżowej stymuluje podobne właściwości chemiczne gleby. Największy współczynnik podobieństwa właściwości chemicznych gleby w uprawie bez obornika stwierdzono po zastosowaniu dawki 60 i 120 kg·ha⁻¹ azotu, stymulują one pozytywne tendencje zmian. Zastosowana dawka 180 kg·ha⁻¹ azotu bez obornika w uprawie komosy ryżowej powoduje zmniejszenie wartości większości składników chemicznych.

Słowa kluczowe: właściwości chemiczne gleby, nawożenie azotem, *Chenopodium quinoa*

WSTĘP

W produkcji rolniczej, prowadzonej zgodnie z Polskim Kodeksem Dobrej Praktyki Rolniczej (Duer i Fotyma 1999), ochrona środowiska przyrodniczego jest jednym z podstawowych wymogów, a utrzymanie odpowiedniego potencjału produkcyjnego gleby pomaga w ich spełnieniu a jednocześnie gwarantuje dobre

plony. Dużą niewiadomą dotyczącą reakcji gleby na roślinę stanowią wprowadzane obecnie do Europy w tym również do Polski obce gatunki uprawne. Należą do nich: *Cupea*, *Spida*, *Miscanthus*, *Spartina*, *Amaranthus*, *Chenopodium quinoa*, *Polygonum sachalinense*, *Polygonum cuspidatum* (Nalborczyk 1999) i inne w tym również gatunki nie uprawiane dotychczas a obecnie wprowadzane na pola uprawne. Tak więc w trosce o stanowisko dla roślin, w konfrontacji z tendencją uproszczeń produkcji i wzrastającego udziału zbóż w płodozmianie poznanie właściwości gleby, pozostawionego stanowiska przez nowe gatunki promowane jako grupa roślin alternatywnych wydaje się bardzo ważne tym bardziej, że większość z nich proponowana jest nie tylko w systemach rolnictwa ekologicznego (gdzie dbałość o wartość pozostawionego stanowiska jest podstawą właściwego funkcjonowania), ale także integrowanego, a w przypadku niektórych z nich nawet intensywnego.

Hipoteza badawcza zakłada, że komosa ryżowa, promowana roślina alternatywna nie pogarsza właściwości chemicznych gleby. Celem pracy jest wykazanie reakcji gleby na podstawie kierunku zmian właściwości chemicznych na uprawianą roślinę i nawożenie azotem.

MATERIAŁ I METODA

Badania przeprowadzono w Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Chrzęstowie w województwie kujawsko-pomorskim w latach 1998-2001. Celem badań była ocena wpływu zróżnicowanych dawek azotu (60, 120, 180 kg·ha⁻¹, obiekt kontrolny – bez azotu) w uprawie komosy ryżowej na wybrane właściwości chemiczne gleby (węgiel organiczny, azot ogółem, azot amonowy, azot azotanowy, formy przyswajalne: magnezu, fosforu, potasu oraz pH). Założono dwa doświadczenia jednoczynnikowe metodą losowanych podbloków w czterech powtórzeniach. Pierwsze dotyczyło uprawy komosy ryżowej na nasiona i założone zostało na glebie brunatnej właściwej o uziarnieniu piasku gliniastego mocnego (klasa IIIa, kompleks pszenny dobry), natomiast drugie z przeznaczeniem na zieloną masę (klasa IVa, kompleks żytni dobry). Analizowano zawartość podstawowych składników gleby przed uprawą i po zbiorze komosy ryżowej. W obu doświadczeniach zastosowano takie same dawki azotu oraz po 70 kg·ha⁻¹ P₂O₅ i 105 kg·ha K₂O. Nawożenie zastosowano w następujących terminach: dawkę fosforu i potasu przedsięwzię (w formie superfosfatu potrójnego i soli potasowej 60%), a azot (w postaci saletry amonowej) w dawkach: 60 kg·ha⁻¹ jednorazowo (przedsięwzię), 120 w dwóch terminach po 60 kg·ha⁻¹ (przedsięwzię i fazie 11 par liści) i 180 kg·ha⁻¹ w trzech terminach po z uprawą 60 kg·ha⁻¹ (przedsięwzię, fazie 11 par liści i początku pąkowania). W doświadczeniu na nasiona dodatkowo jesienią zastosowano nawożenie organiczne w postaci

obornika w dawce $30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Analizę gleby na zawartości podstawowych składników pokarmowych dokonano w oparciu o następujące metody: C-organiczny metodą Tiurina, N-ogółem metodą Keeneya-Bremnera, N-NH₄ metodą uniwersalną (w wyciągu 0,03 m kwasu octowego), N-NO₃ metodą uniwersalną (w wyciągu 0,03 m kwasu octowego), magnez przyswajalny metodą Schachtschabela, fosfor i potas metodą Egnera-Riehma, pH w KCl metodą potencjometryczną. Średnią zawartość analizowanych składników w glebie przed siewem w analizowanych latach przedstawiono w tabeli 1.

Ocenę statystyczną otrzymanych wyników wykonano na podstawie porównania właściwości chemicznych gleby analizowanych obiektów metodą wielozmienną analizą profilową (Brzeziński 2002, Jendrzeczak i Nowaczyk 2006). Przed przystąpieniem do analizy przeprowadzono unitaryzację danych dla wszystkich cech osobno do jednakowej skali przedziałowej (9-punktowej). Na jej podstawie utworzono modele (profile) opisujące właściwości chemiczne gleby i tendencje ich zmian.

Do porównania profilów użyto współczynnika podobieństwa r_c – Cohena obliczanego ze wzoru:

$$r_c = \frac{\sum_{i=1}^n A_i B_i + nm^2 - m \left(\sum_{i=1}^n A_i + \sum_{i=1}^n B_i \right)}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^n A_i^2 + nm^2 - 2m \sum_{i=1}^n A_i \right) \left(\sum_{i=1}^n B_i^2 + nm^2 - 2m \sum_{i=1}^n B_i \right)}} \quad (1)$$

gdzie: A_i , B_i – unitaryzowane wartości cech wchodzących w skład porównywanych profilów A i B, n – liczba cech w profilu, m – punkt środkowy skali rangowej.

Wartość tego współczynnika mierzono w granicach $(-1, 0)$ do $(1, 0)$. Jeżeli, $r_c < 0$ to podobieństwo profilów oceniono jako negatywne, $r_c > 0$ – podobieństwo profilów było pozytywne. Jeżeli, $r_c = 0$ lub było bliskie zero wnioskowano o braku podobieństwa profilów. Im wartości r_c były bliższe wartościom granicznym (-1) lub $(+1)$ tym oceniane podobieństwo było silniejsze.

W przygotowaniu niniejszej pracy korzystano z programu komputerowego EXCEL, edytora tekstu WORD oraz pakietu statystycznego STATISTICA.

WYNIKI

Analiza wartości składników chemicznych gleby przed i po uprawie komosy ryżowej zarówno na zieloną masę jak i na nasioną na analizowanych klasach gleby (IIIa i IVa) po zastosowaniu różnych dawek azotu wykazała nieduże różnice (tab. 1-3). Natomiast na podstawie analizy profilowej stwierdzono, że właściwości chemiczne ocenianych obiektów wykazywały określone tendencje zmian (rys. 1 i 2).

Tabela 1. Średnia zawartość składników pokarmowych w glebie w doświadczeniu z uprawą komosy ryżowej na nasiona (1) i na zieloną masę (2) przed siewem w latach 1998-2001

Table 1. Mean content of nutrients in soil in the experiment with *Chenopodium quinoa* grown for seed (1) and for green matter (2) prior to sowing in the period of 1998-2001

Doświadczenie (Experiment)	C-organiczny (Organic C) (g·kg ⁻¹)	N-ogółem (Total N) (g·kg ⁻¹)	N-NH ₄ N-NO ₃ Mg P K					pH _{KCL}
			(mg·kg ⁻¹ gleby / soil)					
1	5,70	1,10	6,84	4,72	43,6	69,8	192,7	5,9
2	4,61	1,19	8,55	4,76	24,4	47,3	119,5	6,1

Tabela 2. Średnia zawartość składników pokarmowych w glebie na analizowanych obiektach po uprawie komosy ryżowej (doświadczenie na nasiona) w latach 1998-2001

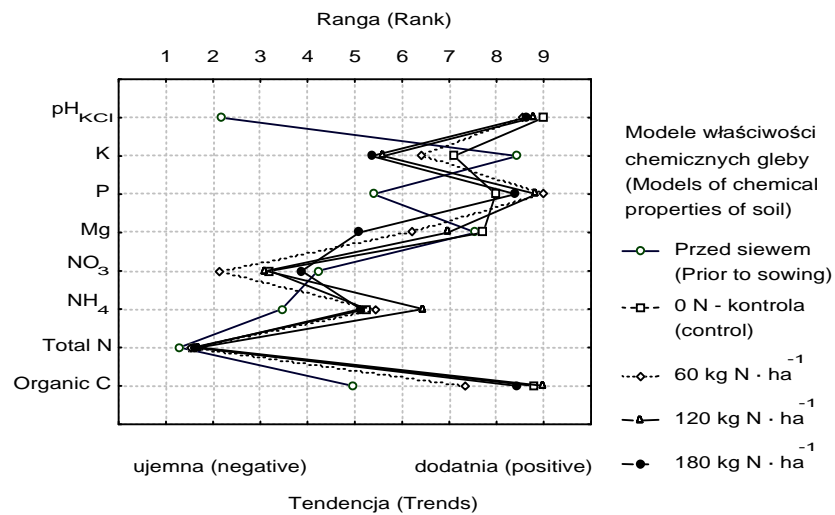
Table 2. Mean content of nutrients in soil for the objects analysed after the cultivation of *Chenopodium quinoa* (experiment for seed) in the period of 1998-2001

Dawka azotu (Dose of N)	C-organiczny (Organic C) (g·kg ⁻¹)	N-ogółem (Total N) (g·kg ⁻¹)	N-NH ₄ N-NO ₃ Mg P K					pH _{KCL}
			(mg·kg ⁻¹ gleby / soil)					
0	7,10	1,20	7,69	4,40	44,1	93,7	172,1	6,51
60	6,60	1,10	7,77	4,09	38,4	103,2	161,6	6,47
120	7,20	1,50	8,24	4,38	41,3	101,8	148,9	6,49
180	7,00	1,20	7,61	4,61	34,1	97,7	145,0	6,47

Tabela 3. Średnia zawartość składników pokarmowych w glebie na analizowanych obiektach po uprawie komosy ryżowej (doświadczenie na zieloną masę) w latach 1998-2001

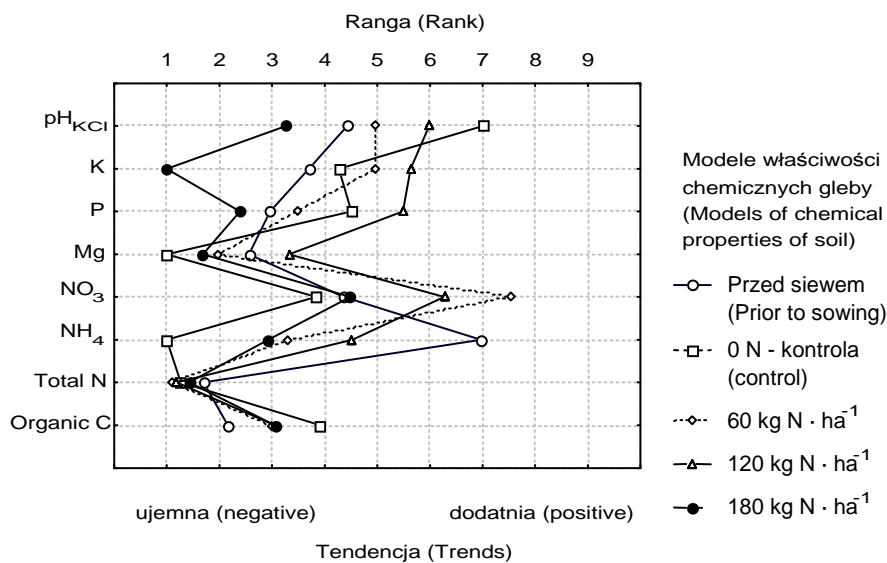
Table 3. Mean content of nutrients in soil for the objects analysed after the cultivation of *Chenopodium quinoa* (experiment for green matter) in the period of 1998-2001

Dawka azotu (Dose of N)	C-organiczny (Organic C) (g·kg ⁻¹)	N-ogółem (Total N) (g·kg ⁻¹)	N-NH ₄ N-NO ₃ Mg P K					pH _{KCL}
			(mg·kg ⁻¹ gleby)					
0	5,27	1,05	5,65	4,61	18,5	61,6	128,7	6,33
60	4,92	1,00	6,76	5,74	22,1	52,0	139,4	6,15
120	4,95	1,02	7,35	5,35	27,3	70,8	149,4	6,24
180	4,95	1,10	6,57	4,81	21,0	42,0	108,0	5,80



Rys. 1. Zmiany właściwości chemicznych gleby po uprawie komosy ryżowej na nasiona pod wpływem zróżnicowanych dawek azotu w latach 1998-2001

Fig. 1. Changes of chemical properties of soil after the cultivation of *Chenopodium quinoa* for seed due to the use of varied doses of nitrogen in the period of 1998-2001



Rys. 2. Zmiany właściwości chemicznych gleby po uprawie komosy ryżowej na zieloną masę pod wpływem zróżnicowanych dawek azotu w latach 1998-2001

Fig. 2. Changes of chemical properties of soil after the cultivation of *Chenopodium quinoa* for green matter due to the use of varied doses of nitrogen in the period of 1998-2001

Z analizowanych modeli określających właściwości chemiczne gleby po uprawie komosy ryżowej na nasiona na glebie klasy IIIa (kompleksu pszennego dobrego) po zastosowaniu obornika, brak podobieństwa stwierdzono między modelem (przed siewem) a pozostałymi, łącznie z obiektem kontrolnym (bez azotu). Współczynnik podobieństwa r_c – Cohena kształtował się na bardzo niskim poziomie (tab. 4). Natomiast stwierdzono bardzo duże podobieństwo pomiędzy pozostałymi profilami: bez azotu (kontrola), 60 kg·ha⁻¹ azotu, 120 kg·ha⁻¹ azotu, i 180 kg·ha⁻¹ azotu. Współczynnik podobieństwa był bliski jedności. Powyższe wyniki wskazują na pozytywne tendencje zmian właściwości chemicznych gleby po zastosowaniu obornika bez nawożenia mineralnego oraz z nawożeniem mineralnym w uprawie komosy ryżowej na nasiona. Wzrost wartości większości składników obserwowano we wszystkich analizowanych kombinacjach nawozowych, ale najsilniejsze tendencje obserwowano po zastosowaniu obornika i 120 kg·ha⁻¹ azotu. Stwierdzono wzrost wartości: C organicznego (od 5,7 g·kg⁻¹ przed siewem do 7,2 g·kg⁻¹ po zbiorze), azotu ogółem (od 1,1 g·kg⁻¹ do 1,5 g·kg⁻¹), azotu amonowego (od 6,84 mg·kg⁻¹ gleby do 8,24), fosforu (od 69,8 mg·kg⁻¹ gleby do 101,8) oraz kwasowości wymiennej (od 5,9 do 6,49). Tendencje ujemne stwierdzono dla potasu, magnezu i azotu azotanowego (rys. 1).

Tabela 4. Współczynnik podobieństwa r_c – Cohena analizowanych modeli (właściwości chemicznych gleby) po uprawie komosy ryżowej na nasiona

Table 4. r_c – Cohen similarity coefficient for the models analysed (chemical properties of soil) after the cultivation of *Chenopodium quinoa* for seed

Model (Model)	Przed siewem (Prior to sowing)	0N	60N	120N	180N
Przed siewem (Prior to sowing)	X				
0 N	0,247	X			
60 N	0,221	0,949	X		
120 N	0,115	0,973	0,954	X	
180 N	0,074	0,941	0,942	0,968	X

Z analizowanych modeli określających właściwości chemiczne gleby po uprawie komosy ryżowej na zieloną masę, bez nawożenia organicznego, na glebie klasy IVa (kompleksu żytniego dobrego) brak podobieństwa stwierdzono między modelem (przed siewem) a obiektem kontrolnym (bez azotu), natomiast największe podobieństwo do modelu (przed siewem) stwierdzono z modelem po zastosowaniu 180 kg·ha⁻¹ azotu. Najwyższy współczynnik podobieństwa r_c – Cohena równy 0,886

(tab. 5) stwierdzono jednak pomiędzy modelami o dawkach 60 i 120 kg·ha⁻¹ azotu. Przedstawione na rysunku 2 modele dotyczące właściwości chemicznych gleby w uprawie komosy ryżowej na zieloną masę wykazują również szereg pozytywnych tendencji zmian właściwości chemicznych gleby. Mimo podobieństwa modeli o dawkach azotu 60 i 120 kg·ha⁻¹ najsilniejsze tendencje wzrostu wartości składników chemicznych stwierdzono po zastosowaniu dawki 120 kg·ha⁻¹ azotu. Zaobserwowano następujące zmiany: azot azotanowy (od 4,76 mg·kg⁻¹ gleby przed siewem do 5,35 po zbiorze), fosfor (od 47,3 mg·kg⁻¹ gleby do 70,8), potas (od 119,5 kg·ha⁻¹ gleby do 149,4) oraz kwasowość wymienna (od 6,1 do 6,24). Należy również stwierdzić wzrost wartości C organicznego we wszystkich kombinacjach nawozowych, łącznie z obiektem kontrolnym w uprawie na zieloną masę. Natomiast tendencje ujemne dla większości składników chemicznych z wykluczeniem C organicznego stwierdzono po zastosowaniu 180 kg·ha⁻¹ azotu. Zmniejszeniu uległa wartość: azotu ogólnego, azotu amonowego, magnezu, fosforu, potasu oraz kwasowość wymienna (rys. 2, tab. 3).

Tabela 5. Współczynnik podobieństwa r_c – Cohena analizowanych modeli (właściwości chemicznych gleby) po uprawie komosy ryżowej na zieloną masę

Table 5. r_c – Cohen similarity coefficient for the models analysed (chemical properties of soil) after the cultivation of *Chenopodium quinoa* for green matter

Model Model	Przed siewem (Prior to sowing)	0N	60N	120N	180N
Przed siewem (Prior to sowing)	X				
0 N	0,252	X			
60N	0,536	0,758	X		
120 N	0,465	0,748	0,886	X	
180 N	0,759	0,505	0,615	0,366	X

DYSKUSJA

Spośród wszystkich zabiegów agrotechnicznych nawożenie wywiera największy wpływ na właściwości chemiczne gleb (Porebska i Mulder 1994, Bednarek i Lipiński 1996, Goulding i Blake 1998). Duże znaczenie ma również gatunek uprawianej rośliny, który z uwagi na swoje wymagania pokarmowe pobiera potrzebną ilość składników, jednocześnie kształtuje określone właściwości chemiczne gleby, które tworzą się jako nakładanie wpływu gatunku, stosowanego zabiegu oraz jego następczych efektów (Łoginow 1989, Cwojdziański i in. 1993).

Komosa ryżowa nie ma dużych wymagań pokarmowych a w stosunku do szarłatu pobiera prawie o połowę mniej azotu, wapnia, fosforu i także mniej potasu, przy zbliżonych plonach (Authammer 2000). Różna jest więc również reakcja gleby na uprawianą roślinę, a jednocześnie jej właściwości chemiczne. Na podstawie oceny składników chemicznych gleby po uprawie komosy ryżowej na nasiona pod wpływem zróżnicowanych dawek nawożenia azotowego i zastosowanego obornika stwierdzono pozytywne tendencje ich zmian niezależnie od dawki azotu. Duże podobieństwo, podanych poniżej modeli właściwości chemicznych (po zastosowaniu azotu w dawce $60 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $120 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ i $180 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) świadczy o wpływie łagodzącym zastosowanego obornika. Na uwagę zasługuje fakt, że model kontroli (bez nawożenia azotem) wykazywał również duże podobieństwo do modeli po zastosowaniu azotu. Obornik pozytywnie oddziałuje na glebę, wywiera on duży wpływ na kwasowość. Stosowanie jego zwiększa zawartość koloidów organicznych i stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi, sprzyja ujawnianiu się zdolności buforowych, co powoduje stabilizację odczynu (Filipek, Badora 1999). Ma to szczególne znaczenie przy stosowaniu wysokich dawek azotu. Nawozy azotowe powodują bowiem wzrost zakwaszenia gleby (Porębska i Mulder 1994, Bednarek i Lipiński 1996, Goulding i Blake 1998). Obornik zwiększa również zawartość węgla organicznego, przyswajalnego P oraz wymiennych form K, Ca i Mg w porównaniu do nawożenia mineralnego (Mercik i in. 1999). Natomiast obserwowana tendencja zmniejszenia zawartości w glebie potasu mimo zastosowanego obornika i nawożenia mineralnego może wynikać z pobrania tego składnika. Komosa ryżowa należy do roślin potasolubnych i pobiera ten składnik w ostatniej fazie kształtowania nasion.

Inaczej przedstawiają się wyniki badań gleby po uprawie komosy ryżowej na zieloną masę bez zastosowania obornika. Widać tutaj wpływ zastosowanej dawki azotu na kształtowanie się różnych tendencji zmian właściwości chemicznych gleby. Zastosowana dawka $180 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ azotu bez obornika w uprawie komosy ryżowej powoduje zmniejszenie wartości większości składników chemicznych. Może to być między innymi wynikiem podniesienia się kwasowości spowodowanej przez nawożenie azotem, a szczególnie zastosowanej saletry amonowej (Krzywy i in. 1996). Potwierdzają to Rabikowska i Wilk (1991) twierdząc, że wzrost dawki azotu wpływa na większe zakwaszenie gleby. Należy jednak stwierdzić, że stosowanie azotu do dawki $120 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ w uprawie komosy ryżowej stymulowało tendencje zmniejszenia kwasowości gleby. Powyższa dawka powodowała także tendencje wzrostu wartości potasu i fosforu. Podobnie jak u Rutkowskiej i in. (2002).

Liczne badania wskazują na „konserwującą” rolę rośliny. Obecność rośliny zwiększa intensywność mineralizacji organicznych związków azotu, a także poprzez korzenie roślin stabilizowana jest zawartość węgla organicznego (Diatta i in. 1993).

Jednak kształtowanie się ilości związków próchnicznych w glebie zależy od uprawianej rośliny, jakości resztek organicznych gromadzących się po jej sprzęcie oraz nawożenia (Mazur 1992). Komosa ryżowa ma dobrze wykształcony system korzeniowy i jako roślina białkowa wydaje się, że pozostawia dość dużą ilość dobrej jakości resztek poźniwnych. Stąd też tendencja wzrostu C organicznego bez obornika we wszystkich kombinacjach nawozowych łącznie z obiektem kontrolnym.

Podsumowując należy stwierdzić, że komosa ryżowa stymuluje dodatnie tendencje zmian właściwości chemicznych gleby. Najkorzystniejsze stwierdzono jednak w układzie bez obornika po zastosowaniu 60 i 120 kg·ha⁻¹ azotu, a z obornikiem wszystkie układy nawozowe stymulowały zbliżone właściwości chemiczne gleby. Najsilniejszą tendencję pozytywną zaobserwowano jednak na obiekcie 120 kg·ha⁻¹ azotu. Na podstawie powyższych wyników należy stwierdzić, że uprawa komosy ryżowej bez jej intensyfikacji jest przyjazna dla środowiska, nie pogarsza właściwości chemicznych gleby i dlatego nie wymusza ostrej ingerencji człowieka. Roślina ta wykazuje również łatwość dostosowania do zróżnicowanych warunków glebowych. Komosa ryżowa ma niskie wymagania glebowe, dzięki temu może być uprawiana w rejonach o niskim poziomie agrotechniki (Sa'nchez Mujica 1997). Ze względu na niekorzystny wpływ upraw w monokulturze, może ona być wykorzystana jako roślina płodozmianowa (Grochowski 1996), a w związku z pozytywną tendencją zmian właściwości chemicznych gleby po zastosowaniu nawożenia organicznego uprawa komosy ryżowej w systemach ekologicznych ma również swoje uzasadnienie.

WNIOSKI

1. Po uprawie komosy ryżowej wartości większości parametrów właściwości chemicznych gleby były wyższe w stosunku do wartości przed uprawą.
2. Uprawa komosy ryżowej nie wpływa na pogorszenie właściwości chemicznych gleby.
3. Duży współczynnik podobieństwa właściwości chemicznych gleby po uprawie komosy ryżowej z obornikiem stwierdzono po zastosowaniu azotu w dawkach 60-180 kg·ha⁻¹.
4. Największy współczynnik podobieństwa właściwości chemicznych gleby po uprawie bez obornika stwierdzono po zastosowaniu dawki 60 i 120 kg·ha⁻¹ azotu, stymulują one pozytywne tendencje zmian.
5. Zastosowana dawka 180 kg·ha⁻¹ azotu bez obornika w uprawie komosy ryżowej powoduje pogorszenie właściwości chemicznych gleby.

PIŚMIENNICTWO

- Authammer W., 2000. Pseudogetreidearten – Buchweizen, Reismelde, und Amarant. Verlag Eugen Ulmer. GmbH & Co. 200.
- Bednarek W., Lipiński W., 1996. Oddziaływanie nawożenia mineralnego i wapnowanie na fizykochemiczne właściwości gleby lekkiej, plonowanie oraz niektóre cechy jęczmienia jarego. *Rocz. Glebozn.*, XLVII, 3-4, 109-115.
- Brzeziński J., 2002: Metodologia badań psychologicznych. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Cwojdziniński W., Nowak K., Majcherczak E., 1993. Wpływ nawożenia organicznego i mineralnego na niektóre właściwości gleb w statycznym doświadczeniu nawozowym. *Zesz. Nauk. AR Kraków*, 278, 373-381.
- Diatta J. B., Grzebisz W., Wyrwa P., 1993. Mineralizacja w glebie resztek roślinnych o zróżnicowanej zawartości azotu. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 411, 29-36.
- Duer I., Fotyma M., 1999. Polski kodeks dobrej praktyki rolniczej. IUNG, Puławy.
- Filipek T., Badora A. 1999. Oddziaływanie nawożenia na kwasowość gleby. *Zesz. Nauk. AR Kraków*, 349, 81-88.
- Goulding K.W.T., Blake L., 1998. Soil acidification and the mobilization of toxic metals caused by acid deposition and fertilizer application. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Roln.*, 456, 113-118.
- Grochowski Z., 1996: Komosa ryżowa – *Chenopodium quinoa* Willd. Nowe rośliny uprawne na cele spożywcze, przemysłowe i jako odnawialne źródło energii. SGGW, Warszawa, 44-59.
- Jendrzyczak E., Nowaczyk L., 2006. Zastosowanie analizy interpolowej w badaniach hodowlanych papryki rocznej. *Colloquium Biometryczne*, 36, 159-170
- Krzywy E., Krupa J., Wołoszyk C., 1996. Wpływ wieloletniego nawożenia organicznego i mineralnego na niektóre wskaźniki żyzności gleby. *Zesz. Nauk. AR Szczec.*, 172, *Roln.*, 62, 259-264.
- Łoginow W., 1989. Gospodarka substancją organiczną w warunkach intensywnej produkcji rolnej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 380: 236-242.
- Mazur T., 1992. Znaczenie resztek poźniwnych w bilansie substancji organicznej gleb. *Mat. Konf. „Nawozy organiczne” Szczecin*, 2: 4-11
- Mercik S., Stępień W., Gębski M., 1999. Yields of plants and some chemical properties of soil in 75-years field experiments in Skierniewice. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 465, 39-49.
- Nalborczyk E., 1999. Rośliny alternatywne rolnictwa XXI wieku i perspektywy ich wykorzystania. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 468, 17-30.
- Porębska G., Mulder J., 1994. Effect of long-term nitrogen fertilization on soil aluminium chemistry. *J. Ecol. Chemistry*, special issue, 269-280.
- Rabikowska B., Wilk K., 1991. Wpływ wieloletniego nawożenia obornikiem i azotem na właściwości gleby gliniastej. *Roczniki Gleboznawcze*, T. XLII., ¾, 27-35.
- Rutkowski B., Szulc W., Łabętowicz J., Korc M., Szałajczyk M., 2002. System nawożenia jako czynnik determinujący zasobność gleb w przyswajalne formy składników pokarmowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 484, 537-547.
- Sánchez Mujica A., 1997. Cultivo de quinoa. *Instituto Nacional de Investigación Agraria*. Agosto, Lima, Peru. pp130.

EFFECT OF DIFFERENT NITROGEN DOSES
IN *CHENOPODIUM QUINOA* WILLD. CULTIVATION ON SELECTED
CHEMICAL PROPERTIES OF SOIL

Krzysztof Gęsiński

Department of Botany and Ecology, University of Technology and Life Science in Bydgoszcz
ul. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz
e-mail: gesinski@utp.edu.pl

Abstract. The research results presented concern the effect of varied nitrogen fertilization (60, 120, 180 kg ha⁻¹) in the cultivation of *Chenopodium quinoa* on selected chemical properties of soil (organic carbon, total nitrogen, ammonium nitrogen, nitrate nitrogen, magnesium, phosphorus, potassium and pH). The research was carried out on Luvisol, on light silty loam, at the Experimental Station for Cultivar Testing at Chrzastowo in the Kujawy and Pomorze Province over the period of 1998-2001. The content of basic nutrients of was analysed soil prior to the cultivation and after harvest of *Chenopodium quinoa* grown for seed, where additionally manure was used, and when cultivated for green matter without manure. It was observed that after the cultivation of *Chenopodium quinoa* the values of most chemical components of soil were higher, which demonstrates positive trends of changes in the chemical properties of soil after the cultivation of *Chenopodium quinoa*. The use of nitrogen at doses of 60-180 kg ha⁻¹ with manure in the cultivation of *Chenopodium quinoa* stimulated similar chemical properties of soil. Positive trends of changes were observed. The greatest similarity of chemical properties of soil in the cultivation without manure was found after the application of the doses of 60 and 120 kg ha⁻¹ of nitrogen; they also stimulated positive trends of changes. The dose of 180 kg ha⁻¹ of nitrogen without manure used in the cultivation of *Chenopodium quinoa* resulted in a decrease in the values of most chemical properties.

Key words: chemical properties of soil, nitrogen fertilization, *Chenopodium quinoa*