
ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN – POLONIA

VOL. LXIII (4)

SECTIO E

2008

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach
Państwowy Instytut Badawczy w Puławach
Zakład Herbologii i Techniki Uprawy Roli we Wrocławiu, 50-540 Wrocław ul. Orzechowa 61,
e-mail: hsztuder@wp.pl

HELENA SZTUDER, STANISŁAW STRĄCZYŃSKI

**Ocena tradycyjnego i zintegrowanego stosowania
płynnych agrochemikaliów w uprawie pszenicy ozimej**

Evaluation of conventional and integrated application of liquid fertilisers
and plant protection agents in winter wheat cultivation

Streszczenie. W badaniach porównywano tradycyjne i łączne stosowanie mineralnych nawozów azotowych (saletra amonowa, mocznik, RSM) i środków ochrony roślin (pełna i obniżona dawka) poprzez określenie skutków ich oddziaływania w kryteriach produkcyjnych, ekologicznych i ekonomicznych. Plony ziarna pszenicy ozimej były zróżnicowane w zależności od rodzaju i techniki aplikacji nawozów azotowych. Dolistne stosowanie azotu w formie wodnego roztworu mocznika istotnie zwiększało plony ziarna pszenicy ozimej i przyczyniło się do zmniejszenia zawartości mineralnych form azotu w glebie. Natomiast zarówno obniżona dawka środków ochrony roślin stosowana tradycyjnie, jak i łącznie z nawozami płynnymi nie wpływała na wielkość plonu. Metoda zintegrowanego stosowania agrochemikaliów (nawozy + środki ochrony roślin) w prowadzonych badaniach była bardziej opłacalna w stosunku do tradycyjnej.

Słowa kluczowe: płynne agrochemikalia, techniki stosowania, azot mineralny, pszenica ozima

WSTĘP

W polowej produkcji roślinnej poszukuje się energooszczędnych metod i sposobów usprawnienia poszczególnych etapów technologii produkcji, w tym także technik aplikacji nawozów i środków ochrony roślin.

Integrowanie nawożenia z ochroną roślin w polskim rolnictwie zaczęto stosować wraz z wdrożeniem do praktyki rolniczej dolistnego dokarmiania roślin uprawnych wodnym roztworem mocznika, siedmiowodnym siarczanem magnezu oraz płynnymi wieloskładnikowymi nawozami mikroelementowymi [Brzozowska i Brzozowski 2003, Czuba 1992]. Miało to znaczenie ekonomiczne (technologia mniej energochłonna i oszczędna),

ekologiczne (niższe obciążenie środowiska przyrodniczego azotanami, ograniczenie wprowadzania do gleby metali ciężkich w formie mikroelementowych soli technicznych itp.) i produkcyjne (współdziałanie preparatów nawozowych z pestycydami pozwala uzyskać pozytywne i wymierne efekty zarówno w plonowaniu roślin uprawnych, jak i w zwalczaniu danego agrofagu [Fotyła i in. 2002, Jadczyński i in. 1998, Juszcak i in. 1999, Kubsik 1998, Pruszyński i Mrówczyński 2002]).

Łącznemu stosowaniu agrochemikaliów sprzyjają terminy zwalczania niektórych agrofagów oraz zabiegów ochronnych, które pokrywają się z terminami dolistnego dokarmiania roślin, a zabiegi te prowadzone są przy użyciu tych samych opryskiwaczy [Czuba 1992, Juszcak i in. 1999, Pruszyński i Mrówczyński 2002].

Celem badań było porównanie oraz ocena tradycyjnego i łącznego stosowania nawozów mineralnych (saletra amonowa, mocznik, RSM) i środków ochrony roślin (pełna i obniżona dawka) poprzez określenie skutków ich oddziaływania w kryteriach produkcyjnych, ekologicznych i ekonomicznych.

MATERIAŁ I METODY

Badania nad stosowaniem zintegrowanych technik płynnych agrochemikaliów oparto na doświadczeniach polowych w Stacji Doświadczalnej IUNG w Jelczu-Laskowicach w latach 2003–2005. Doświadczenia założono na glebach płowych o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego i mocnego na glinie lekkiej i średniej. Charakteryzowały się one odczynem kwaśnym i lekko kwaśnym (pH_{KCl} 5,0–6,0), średnią zawartością fosforu (40–70 $\text{mg P}\cdot\text{kg}^{-1}$) i magnezu (50–70 $\text{mg Mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) oraz średnią i wysoką zawartością potasu (120–200 $\text{mg K}\cdot\text{kg}^{-1}$).

Doświadczenia założono w układzie split-plot (losowane podbloki) jako dwuczynnikowe z 2 obiektami kontrolnymi, w czterech powtórzeniach. Rośliną doświadczalną była pszenica ozima (odmiana Kobra) uprawiana zgodnie z zaleceniami agrotechnicznymi IUNG wg poniższego schematu.

I czynnik – pogłówne stosowanie azotu ($n = 2$)

1. wodny roztwór mocznika
2. roztwór saletrano-mocznikowy (RSM).

II czynnik – sposoby stosowania środków ochrony roślin ($n = 4$)

- 0.1. tradycyjne stosowanie w pełnej dawce,
- 0.2. tradycyjne stosowanie w obniżonej dawce,
- 0.3. łączne stosowanie z nawozami w pełnej dawce,
- 0.4. łączne stosowanie z nawozami w obniżonej dawce.

K 1 – obiekt kontrolny (nawozy stałe + tradycyjna ochrona roślin w pełnej dawce),

K 2 – obiekt kontrolny (nawozy stałe + tradycyjna ochrona roślin w obniżonej dawce).

Obniżona dawka stanowiła 70% dawki pełnej.

W doświadczeniach stosowano następujące nawozy przedsiewne:

– nawóz wieloskładnikowy: Polimag 305 (5%N, 16% P_2O_5 , 24% K_2O , 8% MgO) – na obiektach kontrolnych (K-I i K-II).

– zawiesina NPK: 3%N, 9,5% P_2O_5 , 12,5% K_2O oraz siarczan magnezu (16% MgO) – na pozostałych obiektach.

Techniki i rodzaje nawozów azotowych stosowanych pogłównie przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Nawożenie pogłówne azotem
Table 1. Nitrogen top dressing

Techniki nawożenia Techniques of fertilization	Dawka, kg·ha ⁻¹ Dose, kg·ha ⁻¹	Termin stosowania Application time
Azot – saletra amonowa Nitrogen – ammonium nitrate	50,0 25,0	po ruszeniu wegetacji – 2 tygodnie po I dawce – after the beginning of growth – 2 weeks after I dose
Azot – roztwór saletrzano- mocznikowy (RSM – 32%) Nitrogen – ammonium nitrate-urea solution (UAN – 32%)	50,0 25,0	po ruszeniu wegetacji 2 tygodnie po I dawce – after the beginning of growth – 2 weeks after I dose
Azot – wodny roztwór mocznika Nitrogen – urea water solution	29,0 (18%) 29,0 (18%) 16,5 (12%)	początek krzewienia – beginning of tillering koniec krzewienia – end of tillering początek strzelania w źdźbło – begin- ning of shooting

Przedsięwzięcia i pogłówne dawki składników pokarmowych na wszystkich obiektach nawozowych były zbilansowane, a łączna dawka wynosiła 250 kg NPK·ha⁻¹ w czystym składniku. Dawki środków ochrony roślin (pełne, tj. zgodne z zalecanymi producenta) stosowane w uprawie pszenicy ozimej przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Rodzaje i dawki środków ochrony roślin.
Table 2. Type and doses of pesticide

2003	2004	2005
Roundap Max – 2 kg	Roundap – 4 l	Roundap – 4 l
Arelon – 1,5 kg + Stabilan 1,0 kg	Huzar – 0,2 kg	Maraton – 4 l
Falkon – 0,5 l	Mustang – 0,6 l	Mustang – 0,6 l
Bavistin – 0,5 l + Corbel 0,5 l	Falkon – 0,5 l	Falkon – 0,5 l
Bi Nowy 58 – 0,5 l	Bi Nowy 58 – 0,5 l	Bavistin – 0,5 l + Corbel 0,5 l
–	Folicur – 0,75 l	Juvel – 0,5 l + Duet 0,5 l

Ocena tradycyjnego i zintegrowanego stosowania płynnych agrochemikaliów w uprawie pszenicy ozimej przeprowadzono na podstawie kryteriów produkcyjnych (wielkość plonu), ekologicznych (zawartość mineralnych form azotu) i ekonomiczne (wskaźniki opłacalności).

Próbki gleb do analiz chemicznych pobierano do głębokości 60 cm z podziałem na warstwy co 30 cm, jesienią po zbiorze roślin. Zawartość azotanowej (N-NO₃) i amonowej (N-NH₄) formy azotu oznaczono w świeżym materiale glebowym, zgodnie z PN-R-04028, a wyniki wyrażono w kg N·ha⁻¹ (N_{min} = N-NO₃ + N-NH₄). Wyniki badań przedstawiono jako średnie obiektowe zawartości azotu mineralnego w glebie.

Do oceny ekonomicznej tradycyjnego i łącznego stosowania agrochemikaliów zastosowano uproszczony rachunek kalkulacyjny oparty na aktualnych w latach badań cenach środków ochrony roślin i nawozów oraz ceny sprzedaży płodów rolnych. Koszty wykonania zabiegów (opryski nawozami i środkami ochrony roślin) przyjęto na poziomie 50 PLN·ha⁻¹ (wg kalkulacji SD IUNG Jelcz-Laskowice).

Tabela 3. Plony ziarna pszenicy ozimej
Table 3. Winter wheat grain yields

Obiekt – Object		2003	2004	2005	Średnia z lat Many-years 2003–2005
Nawożenie pogłównie azotem Nitrogen top dressing	Systemy stosowania środków ochrony roślin Systems of application of pesticides				
Kontrola I – Control I		35,65	53,15	69,95	52,92
Kontrola II – Control II		32,90	51,84	69,38	51,37
Mocznik – Urea	01	38,90	53,32	72,31	54,84
	02	38,72	53,46	72,34	54,84
	03	39,46	52,44	71,20	54,37
	04	40,15	54,78	71,64	55,52
RSM – UAN	01	34,73	51,35	72,01	52,70
	02	32,15	51,24	71,41	51,60
	03	34,87	51,67	71,52	52,69
	04	32,30	50,7	71,86	51,62
Średnie dla I czynnika Means of I factor	mocznik – urea	39,31	53,50	71,87	54,89
	RSM – UAN	33,51	51,24	71,70	52,15
	LSD _{0,05}	1,292	1,827	r.n.; n.s. ^{*)}	
Średnie dla II czynnika Means of II factor	01	36,82	52,34	72,16	53,77
	02	35,44	52,35	71,88	53,22
	03	37,17	52,06	71,36	53,53
	04	36,23	52,74	71,75	53,57
	LSD _{0,05}	r.n. – n.s.	r.n. – n.s.	r.n. – n.s.	

* r.n.– różnica nieistotna; n.s.– difference in not significant

Oplacalność wykonanych zabiegów oceniono na podstawie następujących parametrów wg IOR [Pruszyński i Mrówczyński 2002]:

- wskaźnika opłacalności Q_1 , który określa, jaką ilością kwintali uzyskanego plonu zostaną zrównoważone koszty stosowanych agrochemikaliów wraz z ich aplikacją,
- wskaźnika opłacalności Q_2 , który określa, ile procent wartości produkcji stanowią koszty stosowanych agrochemikaliów.

W ocenie ekonomicznej uwzględniono wielkość uzyskanego plonu i wartość produkcji z hektara (przyjęto w 2003 r. 35, a w 2005 45 PLN-dt)

Plony ziarna pszenicy w poszczególnych latach badań opracowano za pomocą analizy wariancji, a istotność różnic (NIR = 0,05) oceniano testem Tukeya.

WYNIKI I DYSKUSJA

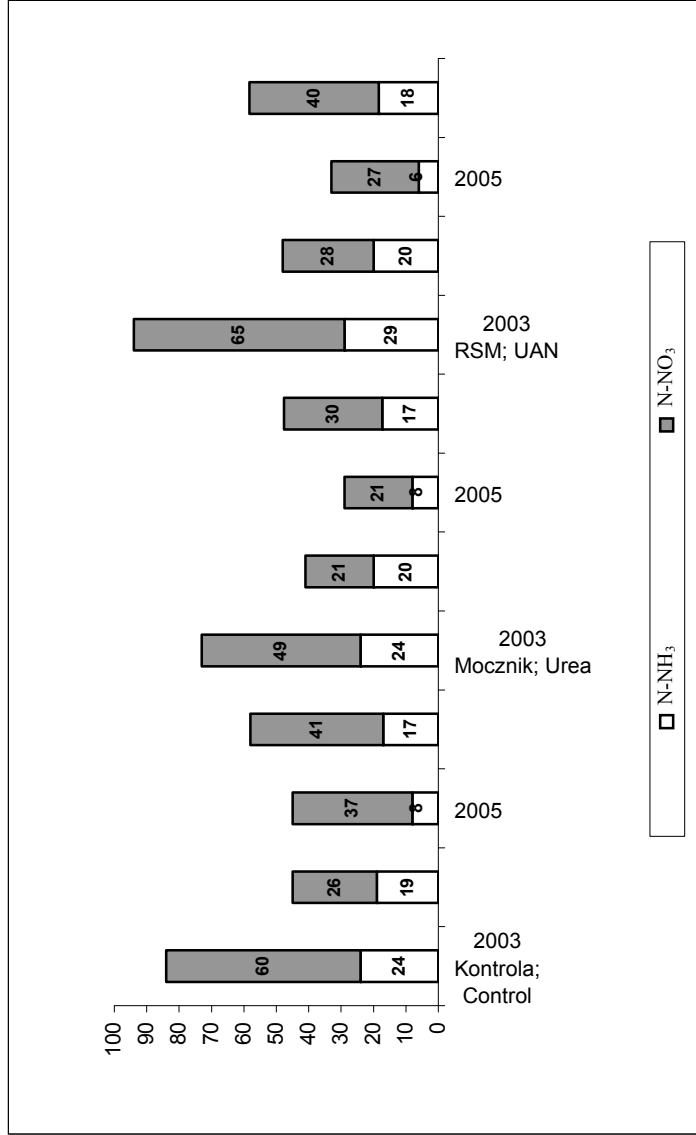
Plony. Poziom plonów ziarna pszenicy ozimej był wyraźnie zróżnicowany i wynosił niezależnie od czynników doświadczenia od 32,15 w 2003 r. do 72,34 dt·ha⁻¹ w 2005 r., co mogło być spowodowane zróżnicowanymi warunkami pogodowymi (opady, temperatura). Średnie plony ziarna pszenicy ozimej były zróżnicowane w latach badań w zależności od formy pogłównego stosowania nawozów azotowych. Wielkość plonów z saletrą amonową była niższa w porównaniu do plonów uzyskanych na obiektach z płynnymi

nawozami azotowymi, w tym w 2003 r. różnice te zostały udowodnione statystycznie. Podobne relacje uzyskano w badaniach prowadzonych przez Sztuder [2007], która stwierdziła, że na obiektach z płynnymi nawozami osiągnięto nie tylko wyższe plony ziarna pszenicy, ale również wyraźnie lepsze wykorzystanie azotu. W latach o wyraźnie niższym poziomie plonów (2003 i 2004 r.) wystąpiły istotne w świetle testu Tukeya różnice w wielkości plonu ziarna pomiędzy rodzajami stosowanych głównie płynnych nawozów azotowych. W roku 2003 ogólne stosowanie mocznika zwiększyło plon ziarna w stosunku do obiektu z RSM – średnio o $5,80 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$, natomiast w roku 2004 różnica ta była znacznie mniejsza, aczkolwiek istotna statystycznie i wyniosła $2,26 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$. W 2005 r. plony ziarna pszenicy były zdecydowanie wyższe (średnio $71,7 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$) i zbliżone na wszystkich obiektach doświadczenia.

Na uwagę zasługuje to, że dawki (pełna i obniżona) i techniki aplikacji środków ochrony roślin (tradycyjna, łączna) nie różnicowały wielkości plonów (brak istotnych różnic). Zostało to potwierdzone w badaniach Wesołowskiego i in. [2006] oraz Krawczyka [2006], w których również nie stwierdzono wpływu obniżonych o 25% dawek herbicydów na wielkość plonu ziarna pszenicy ozimej.

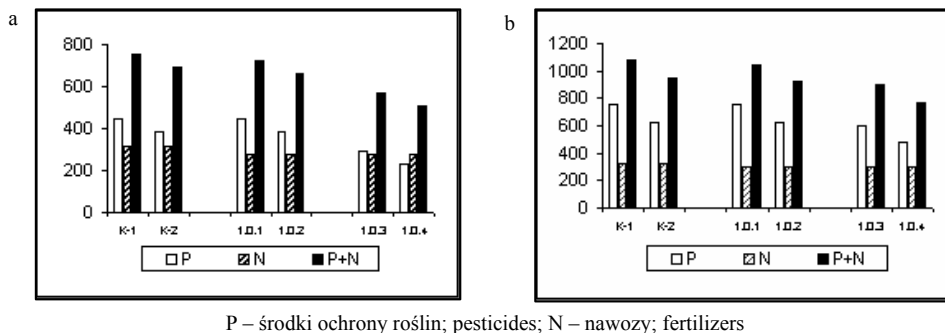
Zawartość mineralnych form azotu w glebie. Na rysunku 1 przedstawiono zawartość azotu mineralnego w warstwie gleby 0–60 cm po zbiorze pszenicy ozimej w latach badań. Zawartość azotu mineralnego N_{\min} ($\text{N-NO}_3 + \text{N-NH}_4$) wahała się (średnio z trzech lat) od 48 do $58 \text{ kgN}_{\min}\cdot\text{ha}^{-1}$ niezależnie od badanych czynników doświadczenia. Wielkości te były znacznie niższe od zawartości przeciętnych ($>100 \text{ kgN}_{\min}\cdot\text{ha}^{-1}$) uznanych za „bezpieczne” ze względu na środowisko podawanych przez Mullera [1990] dla warunków niemieckich. Najwyższą zawartość azotu mineralnego po zbiorze pszenicy stwierdzono w 2003 r. – 94, a najniższą w 2005 r. – $29 \text{ kg N}_{\min}\cdot\text{ha}^{-1}$. Warto zauważyć, że w 2003 r. poziom plonów pszenicy był najniższy, a w 2005 roku najwyższy, co mogło wpłynąć na taki poziom zawartości azotu w glebie [Sztuder 2007]. Można zatem sądzić, że wyjątkowo niska zawartość azotu w glebie w roku 2005 spowodowana była zwiększonym jego pobraniem z plonem ziarna pszenicy ozimej. Zawartość azotu mineralnego w glebie zależała od formy stosowanego głównie nawożenia azotowego, niezależnie od rodzaju stosowanego nawożenia przedsiewnego i była wyraźnie niższa na obiektach, gdzie azot stosowano dolistnie w formie oprysków wodnym roztworem mocznika, w odniesieniu do obiektów, na których stosowano RSM i saletrę amonową (rys. 1). Opisane wyżej relacje potwierdzają wcześniejsze badania autorów z tą rośliną [Sztuder 2007], w których zawartość azotu na obiektach, gdzie stosowano głównie opryski mocznikiem była ponad 20% niższa w odniesieniu do obiektów, gdzie azot stosowano w formie stałej. Dominującą formą w badanym profilu był azot azotanowy – jego udział w azocie mineralnym stanowił średnio 68%. W pracach innych autorów [Fotyma i in 1998, Fotyima i in. 2002] wystąpiły podobne zależności. Stwierdzona zawartość azotu azotanowego odpowiada niskiej i średniej klasie zawartości tej formy azotu i może być uznana za bezpieczną w kryteriach ochrony środowiska przyrodniczego dla warunków polskich [Fotyima i in 1998, Serwis Agrotechniczny].

Efekty ekonomiczne stosowania agrochemikaliów. Ocena ekonomiczną sposobów aplikacji agrochemikaliów przedstawiono na przykładzie nawożenia i ochrony pszenicy ozimej uprawianej w latach o różnicowanych poziomach plonów (2003 r. – niski poziom i 2005 r. – wysoki poziom).



Rys. 1. Zawartość N_{min} w glebie, kg $N_{min} \cdot ha^{-1}$
 Fig. 1. Content of N_{min} in soil, kg $N_{min} \cdot ha^{-1}$

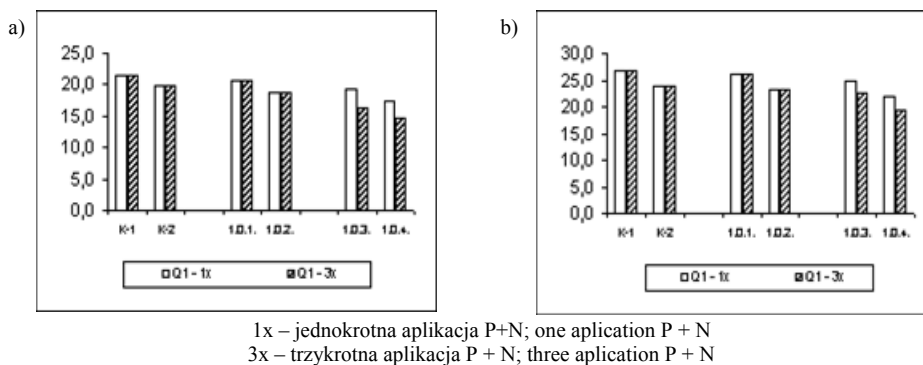
Z przedstawionej uproszczonej kalkulacji kosztów stosowania agrochemikaliów (nawozy + środki ochrony roślin) wynika, że w 2003 r. przy tradycyjnym ich stosowaniu (trzy oddzielne zabiegi) całkowite koszty zabiegu były o 24% (pełna dawka) i o 26,5% (obniżona dawka) wyższe w stosunku do łącznego ich zastosowania (trzy zabiegi łączone) – (rys. 2a i 2b). Natomiast relacje powyższe w roku o wysokim poziomie plonów kształtowały się odpowiednio: 16 i 18,5%. Przedstawione różnice wynikały z potrzeby wykonania większej ilości zabiegów ochrony roślin w 2005 r. (tab. 2).



Rys. 2. Koszty aplikacji agrochemikaliów (PLN); a – 2003 rok, b – 2005 rok
Fig. 2. Costs of applications for the agrochemicals (PLN); a – 2003, b – 2005

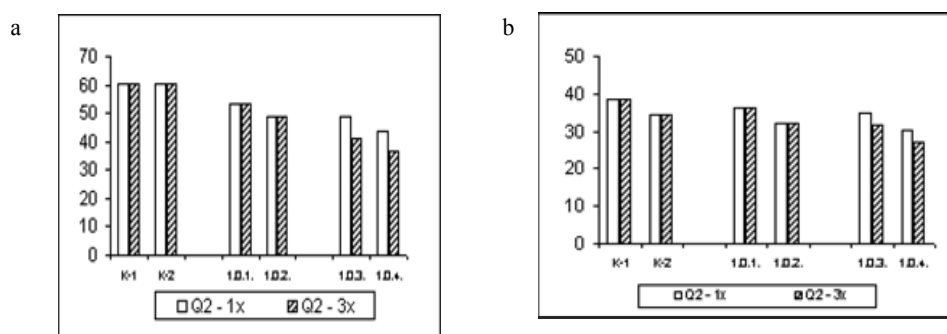
Efektywność ekonomiczną wykonanych zabiegów oceniono na podstawie wskaźników opłacalności Q_1 (rys. 3a i 3b) i Q_2 (rys. 4a i 4b).

Dla zrównoważenia kosztów zabiegów przy stosowaniu pestycydów w pełnej dawce (cena pestycydu wraz z aplikacją) oraz przy 3-krotnym łącznym ich stosowaniu z moczniakiem trzeba było przeznaczyć o 5,3 w 2003 i o 4,4 dt w 2005 roku ziarna mniej w stosunku do tradycyjnego ich stosowania (rys. 3a i 3b).



Rys. 3. Wskaźnik opłacalności – Q_1 (dt), a – 2003 rok, b – 2005 rok
Fig. 3. Profitability index – Q_1 (dt), a – 2003, b – 2005

Natomiast dla zrównoważenia kosztów zabiegów stosowania pestycydów w obniżonej dawce (cena pestycydu wraz z aplikacją) relacje wyżej opisane były zbliżone, przy czym ilość ziarna pokrywająca koszty stosowania pestycydów była niższa – rys. 3a i 3b.



Obiekty: K-1, K-2, 1.01, 1.02, 1.03, 1.04 – objaśnienie: Materiały i metody;
 Objects: K-1, K-2, 1.01, 1.02, 1.03, 1.04 – interpretation: Materials and methods

Rys. 4. Wskaźnik opłacalności – Q_2 (%); a – 2003 rok, b – 2005 rok
 Fig. 4. Profitability index – Q_2 (%); a – 2003, b – 2005

Udział kosztów zabiegów ochrony roślin i nawożenia w wartości produkcji (Q_2) był zróżnicowany w latach badań. W 2003 r. przy niskim poziomie plonów kształtował się od 61 na obiektach z tradycyjnym ich stosowaniem do 41% na obiektach przy 3-krotnym łącznym ich stosowaniu. Natomiast w 2005 r. był wyraźnie niższy i wynosił odpowiednio: 38 i 32%, co głównie wynikało z wyższych plonów uzyskanych w tym roku badań.

WNIOSKI

1. Plony ziarna pszenicy ozimej były zróżnicowane w zależności od rodzaju i techniki aplikacji nawozów azotowych:

- na obiektach z nawozami stałymi były z reguły niższe w porównaniu do plonów uzyskanych z nawozami płynnymi,
- dolistne stosowanie azotu w formie wodnego roztworu mocznika istotnie zwiększało plony ziarna w latach o niższym poziomie plonów w odniesieniu do plonów uzyskanych na obiektach, gdzie stosowano RSM.

2. Plony ziarna pszenicy ozimej były zróżnicowane także w zależności od techniki stosowania agrochemikaliów:

- dawki środków ochrony roślin różnicowały wielkość plonów ziarna pszenicy tylko na obiektach z nawozami stałymi – niższa dawka powodowała z reguły obniżenie plonu,
- obniżona dawka środków ochrony roślin stosowana zarówno tradycyjnie, jak i łącznie z nawozami płynnymi nie wpływała na wielkość plonów ziarna pszenicy ozimej.

3. Techniki aplikacji nawozów mineralnych wyraźnie różnicowały zawartość azotu mineralnego w glebie:

- najniższą zawartość azotu stwierdzono w glebie w wariacie z nawozami płynnymi, a wyraźnie wyższe w glebie obiektów, gdzie stosowano nawozy azotowe w formie stałej,
- dominującą formą azotu mineralnego był azot azotanowy.

4. Metoda zintegrowanego stosowania agrochemikaliów (nawozy + środki ochrony roślin) w prowadzonych badaniach była bardziej opłacalna, ponieważ:

– łączne stosowanie agrochemikaliów zmniejszało koszty ich aplikacji od 16 w 2005 do 24% w 2003 r.,

– dla zrównoważenia kosztów łącznego stosowania agrochemikaliów trzeba było przeznaczyć od 4,4 (2005 r.) do 5,3 dt ziarna pszenicy (2003 r.) mniej w stosunku do tradycyjnej ich aplikacji,

– udział kosztów zabiegów ochrony roślin i nawożenia w wartości produkcji był zróżnicowany w latach badań i kształtował się od 27 (obiekty z łącznym stosowaniem agrochemikaliów i obniżoną dawką środków ochrony roślin) do 61% (obiekty z tradycyjnym ich stosowaniem i pełną dawką środków ochrony roślin).

PŚMIENICTWO

- Brzozowska I., Brzozowski J., 2003. Skuteczność zabiegów herbicydowych i herbicydowo-nawozowych w pszenicy ozimej a efektywność rolnicza azotu stosowanego doglebowo i dolistnie. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 490, 31–39.
- Czuba R., (red.), 1992. Naziemna i agrolotnicza technologia dolistnego dokarmiania zbóż roztworem mocznika łącznie z mikroelementami i pestycydami. IUNG Puławy P(52), 1–57.
- Fotyma E., Boguszewska M., Pietruch Cz., 1998. Zawartość azotu mineralnego w glebach Polski jako wskaźnik stanu środowiska rolniczego. Mat. konf. nauk „Dobre praktyki w produkcji rolniczej”. IUNG Puławy, K (15/I), 61–70.
- Fotyma E., Fotyma M., Pietruch Cz., 2002. Produkcyjne i środowiskowe skutki nawożenia. Pam. Puł., 130, pp. 179–202.
- Jadczyzyn T., Kubsik K., Igras J., 1998. Produkcyjna i ekologiczna ocena różnych technik stosowania nawozów azotowych. Mat II Kongresu Technologii Chemicznej. Wrocław 15–18.09.1997. Dolnośl. Wyd. Edukac., 1474–1478.
- Juszczak M., Głazek M., Mrówczyński M., 1999. Opłacalność łącznego stosowania agrochemikaliów w zbożach. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin, 39, 587–590.
- Krawczyk R., 2006. Aspekty stosowania obniżonych dawek herbicydów w zbożach jarych. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin, 46 (1), 223–231.
- Kubsik K., 1998. Produkcyjne i ekologiczne skutki różnych technik stosowania nawozów azotowych. Wyd. IUNG Puławy.
- Muller S., Gorlitz H., 1990. Wykorzystanie metody Nmin w NRD. Fragm. Agronom. 1, 23–35.
- PN-R-04028. Polska Norma. Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Metoda pobierania próbek i oznaczanie zawartości jonów azotanowych i amonowych w glebach mineralnych. PKN 1997.
- Pruszyński S., Mrówczyński M., (red.), 2002. Łączne stosowanie agrochemikaliów. IOR, Poznań, 175.
- Serwis Agrotechniczny IUNG-PIB. www.iung.pulawy.pl
- Sztuder H. 2007. Produkcyjna i ekologiczna ocena różnych sposobów aplikacji nawozów w uprawie pszenicy ozimej. Inż. Rol., 3 (91), 167–172.
- Wesołowski M., Bojarczyk M., Cierpiała R. 2006. Wpływ zredukowanych dawek herbicydów Huzar 05 WG na plonowanie i zachwaszczenie pszenicy ozimej. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin, 46 (2), 281–283.

Summary. In the study a comparison was made of conventional and integrated application of liquid nitrogen fertilisers (ammonium nitrate, urea, ammonium nitrate-urea solution (ANUS)) and plant protection agents (full dose and reduced dose) through the determination of their effects in

terms of production, ecological and economic criteria. Yields of winter wheat grain varied in relation to the type of nitrogen fertilisers and the technique of their application. Foliar application of nitrogen in the form of water solution of urea caused a significant increase in the yields of winter wheat grain and was conducive to a reduction in the content of mineral forms of nitrogen in the soil. On the other hand the reduced dose of plant protection agents, applied conventionally and in conjunction with liquid fertilisers, had no effect on the level of grain yields. In the study, the method of integrated application of fertilisers and plant protection agents proved to be more profitable compared to the conventional method

Key words: liquid fertilisers, application, mineral nitrogen, winter wheat