

PRODUKCYJNA, EKONOMICZNA I ENERGETYCZNA EFEKTYWNOŚĆ PRODUKCJI JĘCZMIENIA OZIMEGO PRZY RÓŻNYCH POZIOMACH NAWOŻENIA AZOTEM

Zbigniew Nasalski, Tadeusz Sadowski, Arkadiusz Stępień
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Streszczenie. Nawożenie azotowe jest jednym z najistotniejszych czynników plonotwórczych, a jednocześnie kosztotwórczych produkcji zbóż. Celem pracy była próba ustalenia optymalnego poziomu nawożenia azotowego jęczmienia ozimego ze względu na efektywność produkcyjną, ekonomiczną i energetyczną. Najwyższy poziom plonu, zysku oraz wskaźnika opłacalności uzyskano przy dawce azotu wynoszącej 90 kg N·ha⁻¹. Najkorzystniejszy wskaźnik efektywności energetycznej stwierdzono stosując dawkę 60 kg N·ha⁻¹.

Słowa kluczowe: jęczmień ozimy, efektywność produkcyjna i ekonomiczna, nawożenie azotowe

WSTĘP

Jęczmień ozimy ma wiele zalet, do których można zaliczyć: wysoki potencjał plonowania, wczesne zwalnianie pola pod rośliny następcze oraz konkurencyjność wobec innych zbóż w rejonach o mniejszej ilości opadów [Praca pod red. Wosia 1998]. Jego wadą jest mała zimotrwałość, która ogranicza powierzchnię uprawy do 122 tys. ha wobec 833 tys. ha jęczmienia jarego [Rocznik statystyczny 2002]. Konieczne są więc wnikliwe analizy ekonomiczne dotyczące zależności produkcyjno-ekonomicznych uprawy jęczmienia. Pozwalają one optymalizować strukturę produkcji, ale również racjonalizować szczegółowe zabiegi agrotechniczne. Przy tendencji do obniżania się cen zbóż, jedną z nielicznych szans na poprawę wyników ekonomicznych w gospodarstwach prowadzących towarową produkcję zbóż stanowi weryfikacja nakładów i kosztów.

Operacje technologiczne mają decydujący wpływ na całkowite koszty produkcji poprzez specyfikę zabiegów oraz różny ich koszt. Udział czynników agrotechnicznych w kształtowaniu plonów roślin jest w literaturze określany niejednoznacznie. W miarę postępu cywilizacyjnego coraz większe znaczenie plonotwórcze przypisuje się odmianie (postępowi biologicznemu) i nawożeniu [Nalborczyk 1997]. Krzymuski [1984] uważa,

że nawożenie mineralne jest jednym z głównych czynników plonotwórczych, zwłaszcza dla zbóż. Wśród składników mineralnych szczególną rolę plonotwórczą odgrywa azot. Badaniem efektywności produkcyjnej nawożenia azotem jęczmienia ozimego zajmowali się m.in. Noworolnik [1988], Barczak i in. [1994], Sadowski [1995], Harasim i Noworolnik [1998] oraz Cwojdziński i Majcherczak [2002]. Wśród wymienionych autorów Harasim i Noworolnik [1998] dokonali również oceny ekonomicznej technologii produkcji jęczmienia ozimego.

Produktywność nakładów w uprawie roślin zbożowych jest zróżnicowana w zależności od warunków produkcyjnych i gatunku. Optymalizacja systemów zarządzania w produkcji roślinnej wymaga informacji o bieżących kosztach związanych z technologią. Taka charakterystyka poszczególnych zabiegów i środków produkcji pozwala w praktyce precyzyjniej dobierać ich zestawy w konkretnych warunkach ekologicznych i przy określonym poziomie cen środków produkcji.

Celem pracy była próba oceny produkcyjnej i ekonomicznej efektywności zróżnicowanego nawożenia azotowego jęczmienia ozimego w warunkach produkcyjnych północno-wschodniej Polski.

MATERIAŁ I METODY

Na podstawie kilkuletnich doświadczeń polowych (1987-1998) przeprowadzonych w Stacji Doświadczalnej w Tomaszowie i Zakładzie Produkcyjno-Doświadczalnym w Bałcynach (województwo warmińsko-mazurskie) dotyczących plonowania jęczmienia ozimego i efektywności nawożenia azotem, wykonano rachunek kosztów jego produkcji. Główną uwagę zwrócono na koszty bezpośrednie w zakresie poszczególnych operacji technologicznych, bowiem stanowią one podstawową sferę decyzyjną dla zarządzającego gospodarstwem rolniczym. W ramach wszystkich wykonanych operacji technologicznych obliczono koszty poszczególnych zabiegów, rozgraniczając je na koszty pracy, materiałów i eksploatacji maszyn. W szczegółowych obliczeniach wykorzystano m.in. propozycje Instytutu Budownictwa Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa [Muzalewski 1998] w zakresie rachunku kosztów eksploatacji maszyn. W analizowanej technologii produkcji uwzględniono narzędzia i maszyny dostosowane do ciągnika o mocy 40 kW. Koszty materiałowe (np. nawozów mineralnych, środków ochrony roślin) obliczono z iloczynu ich zużycia i ceny za jednostkę. Przy wycenie nawozów organicznych zastosowano metodę porównawczą, przenosząc średnią rynkową wartość składników nawozów mineralnych na analogiczne składniki zawarte w nawozach organicznych oraz dodając 120% uzyskanej kwoty z tytułu innych wartości użytkowych (próchnica, drobnoustroje, mikroelementy itd.) [Kisiel i Kaliszewicz 1996]. W pierwszym roku działania założono 50% wykorzystanie składników pokarmowych zawartych w nawozach organicznych. W kolejnych latach było to odpowiednio 30 i 20%.

Nawożenie fosforowo-potasowe stosowano we wszystkich wariantach doświadczenia na poziomie: 60 kg $P_2O_5 \cdot ha^{-1}$ i 80 kg $K_2O \cdot ha^{-1}$. Dawki azotu w poszczególnych wariantach doświadczenia wynosiły: 0, 30, 60, 90, 120 $kg \cdot ha^{-1}$. Dawki 30 i 60 $kg \cdot ha^{-1}$ stosowano jednorazowo, natomiast większe podzielono na dwie części. W analizie ekonomicznej uwzględniono ceny stałe (ziarna i środków produkcji) z II kwartału 2003 roku.

W przedstawionym rachunku ekonomicznym przyjęto stawkę parytetową za 1 godzinę pracy. Obliczono ją na podstawie przeciętnej płacy w całej gospodarce narodowej

przy założeniu, że 1 pełnozatrudniony w rolnictwie przepracowuje 2200 godzin rocznie [Skarżyńska i Augustyńska-Grzymek 1999].

Do kosztów bezpośrednich doliczono narzut kosztów pośrednich, co znacznie zbliża warunki doświadczenia do praktyki. Obliczono progi rentowności produkcji jęczmienia ozimego z 1 ha, wymagane do pokrycia kosztów całkowitych. Progi te uzależniono również od poziomu cen w zakresie 400-500 zł·t⁻¹. Jako syntetyczny miernik ekonomiczny uwzględniający efektywność nakładów wykorzystano wskaźnik opłacalności produkcji, rozumiany jako relacja wartości uzyskanej produkcji potencjalnie towarowej do kosztów całkowitych poniesionych na uzyskanie plonów.

Uzupełnieniem analizy kosztów i opłacalności był rachunek efektywności energetycznej przy różnych poziomach nawożenia azotowego. Wykorzystano wskaźniki jednostkowe energochłonności skumulowanej [Praca pod red. Wosia 1998]. Przyjęto następujące wskaźniki energochłonności: praca – 40 MJ·rbh⁻¹, ciągniki i maszyny rolnicze – 112 MJ·kg⁻¹, paliwo – 48 MJ·kg⁻¹, nasiona – 7,5-10,0 MJ·kg⁻¹, środki ochrony roślin – 300 MJ·kg⁻¹ substancji aktywnej, nawozy azotowe (N) – 77 MJ·kg⁻¹, nawozy fosforowe (P₂O₅) – 14 MJ·kg⁻¹, nawozy potasowe (K₂O) – 10 MJ·kg⁻¹. Syntetycznym miernikiem efektywności był wskaźnik efektywności energetycznej, stanowiący relację wartości energetycznej plonów do nakładów energetycznych poniesionych na ich uzyskanie.

WYNIKI

Rosnące nawożenie azotowe w sposób znaczący wpłynęło na przyrost plonu ziarna w stosunku do obiektu kontrolnego bez nawożenia tym składnikiem (tab. 1). Największy plon ziarna jęczmień ozimy wydał po zastosowaniu 90 kg N·ha⁻¹. Zwiększenie nawożenia do 120 kg·ha⁻¹ obniżyło plon (z powodu wylegania w niektórych latach). Efektywność nawożenia azotowego, wyrażona przyrostem plonu ziarna w stosunku do obiektów o niższym nawożeniu bądź bez nawożenia, była największa przy dawce 30 kg N·ha⁻¹. Nawożąc jęczmień ozimy dawką 120 kg N·ha⁻¹ odnotowano stratę 8 kg ziarna na 1 kg zastosowanego azotu (w przedziale od 90 do 120 kg N·ha⁻¹).

Tabela 1. Plon ziarna jęczmienia ozimego oraz produkcyjna efektywność nawożenia azotem, kg ziarna na 1 kg N (średnia z 8 lat)

Table 1. Winter barley grain yield and effectiveness of nitrogen fertilisation, kg of grain per 1 kg N (mean for 8 years)

Wyszczególnienie Specification	Dawka mineralnego nawożenia azotowego, kg·ha ⁻¹ Mineral nitrogen fertilisation rate				
	0	30	60	90	120
Średni plon, t·ha ⁻¹ Mean yield	2,86	3,71	4,43	4,78	4,54
Różnica plonu, t·ha ⁻¹ Yield difference	–	+0,85	+0,72	+0,35	-0,24
Efektywność nawożenia N, kg ziarna na 1 kg N Effectiveness of N fertilisation, kg of grain per 1 kg N	–	+28,3	+24,0	+11,7	-8,0

Analizując opłacalność uprawy jęczmienia ozimego stwierdzono, iż poziom nawożenia azotowego determinował strukturę kosztów jego produkcji. Nawożenie mineralne generowało koszty wynikające przede wszystkim z eksploatacji maszyn i zużycia nawozów. W zakresie dawki azotu od 0 do 120 kg·ha⁻¹ koszty bezpośrednie zwiększyły się o 283,9 zł. Przy mineralnym nawożeniu azotowym na poziomie 0-60 kg·ha⁻¹ dominującą pozycję w strukturze kosztów stanowiła eksploatacja środków technicznych. Zastosowanie większej dawki nawozów wpłynęło na wzrost ich udziału w ogólnej sumie kosztów. Wzrastająca dawka nawożenia azotowego (począwszy od dawki 90 kg·ha⁻¹) spowodowała zwiększenie kosztów bezpośrednich (tab. 2).

Tabela 2. Koszty produkcji, zł·ha⁻¹
Table 2. Production costs, PLN·ha⁻¹

Wyszczególnienie Specification	Dawka mineralnego nawożenia azotowego, kg·ha ⁻¹ Mineral nitrogen fertilisation rate				
	0	30	60	90	120
Siła robocza Labour	86,4	94,4	94,9	102,4	102,4
Środki techniczne Technical equipment	384,7	410,7	410,7	436,7	436,7
Nawozy mineralne Mineral fertilisers	286,0	340,0	394,0	448,0	502,0
Nawozy organiczne Organic fertilisers	273,2	273,2	273,2	273,2	273,2
Materiał siewny Sowing material	140,0	140,0	140,0	140,0	140,0
Środki ochrony roślin Plant protection chemicals	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0
Koszty bezpośrednie Direct costs	1260,4	1348,3	1402,3	1490,3	1544,3
Koszty pośrednie Indirect costs	189,0	202,3	210,4	223,5	231,6
Koszty całkowite Total costs	1449,4	1550,6	1612,7	1713,8	1775,9

Wzrastający poziom nawożenia azotowego determinował wielkość, a tym samym wartość uzyskanego plonu. Wartość plonu z obiektu bez mineralnego nawożenia azotowego nie pozwoliła pokryć poniesionych kosztów całkowitych (tab. 3). Rosnące dawki azotu (do 90 kg N·ha⁻¹) generowały przyrosty plonów i wartości produkcji. Najwyższa z zastosowanych dawek (120 kg N·ha⁻¹) spowodowała obniżenie plonu jęczmienia ozimego, co również odbiło się niekorzystnie na wynikach ekonomicznych w tym wariancie doświadczenia. Wartość plonu uzyskana przy dawce 30 kg N·ha⁻¹ wzrosła o 408,0 zł w porównaniu z dawką „zerową”. Kolejne poziomy nawożenia azotowego skutkowały malejącymi przyrostami wartości plonów. Tylko „zerowa” dawka azotu nie generowała zysku w produkcji jęczmienia ozimego, natomiast najwyższy jego poziom stwierdzono przy nawożeniu 90 kg N·ha⁻¹. Wzrost poziomu nawożenia z 90 do 120 kg N·ha⁻¹ spowodował spadek plonów, przy jednoczesnym wzroście kosztów produkcji, co wpłynęło na obniżenie zysku. Relatywnie wyższy zysk stwierdzono przy dawce 60 kg N·ha⁻¹. Najwyższy wskaźnik opłacalności produkcji uzyskano przy nawożeniu 90 kg

$\text{N}\cdot\text{ha}^{-1}$, nieco mniejszy przy dawce $60 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. Zastosowanie $120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ wpłynęło na znaczne obniżenie tego wskaźnika.

Tabela 3. Opłacalność produkcji
Table 3. Production profitability

Wyszczególnienie Specification	Dawka mineralnego nawożenia azotowego, $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ Mineral nitrogen fertilisation rate				
	0	30	60	90	120
Wartość produkcji, $\text{zł}\cdot\text{ha}^{-1}$ Output, $\text{PLN}\cdot\text{ha}^{-1}$	1370,4	1778,4	2124,6	2292,0	2179,2
Koszty produkcji, $\text{zł}\cdot\text{ha}^{-1}$ Production costs, $\text{PLN}\cdot\text{ha}^{-1}$	1449,4	1550,6	1612,7	1713,8	1775,9
Zysk, $\text{zł}\cdot\text{ha}^{-1}$ Profit, $\text{PLN}\cdot\text{ha}^{-1}$	-79,0	227,8	511,9	578,2	403,3
Wskaźnik opłacalności, % Profitability ratio	0,95	1,15	1,32	1,34	1,23

Największe nakłady energetyczne na produkcję ponoszono przy najwyższej dawce nawożenia azotowego (tab. 4). Niezależnie od dawki azotu nawozy stanowiły przeważającą pozycję w strukturze nakładów energetycznych; ich udział wzrastał wraz ze zwiększaniem dawki azotu.

Tabela 4. Nakłady energetyczne, $\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$
Table 4. Energy inputs, $\text{MJ}\cdot\text{ha}^{-1}$

Wyszczególnienie Specification	Dawka mineralnego nawożenia azotowego, $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ Mineral nitrogen fertilisation rate				
	0	30	60	90	120
Siła robocza Labour	432	472	472	512	512
Środki techniczne + paliwo Technical equipment + petrol	2227	2468	2468	2710	2710
Nawozy Fertilisers	6262	8572	10882	13192	15502
Materiał siewny Sowing material	1275	1275	1275	1275	1275
Środki ochrony roślin Plant protection chemicals	300	300	300	300	300
Ogółem Total	10496	13087	15397	17989	20299

Wysoka wartość energii skumulowanej w nawozach azotowych determinowała poziom efektywności energetycznej. Najniższy wskaźnik tej efektywności stwierdzono przy nawożeniu $120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ (tab. 5), natomiast najwyższy przy dawce $60 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Tabela 5. Efektywność energetyczna produkcji
Table 5. Production energy effectiveness

Wyszczególnienie Specification	Dawka mineralnego nawożenia azotowego, kg·ha ⁻¹ Mineral nitrogen fertilisation rate				
	0	30	60	90	120
Wartość energetyczna plonu, MJ·ha ⁻¹ Yield energy value	24024	31164	37212	40152	38136
Nakłady energetyczne na uzyskanie plonu, MJ·ha ⁻¹ Yield energy inputs	10496	13087	15397	17989	20299
Wskaźnik efektywności energetycznej Index of energy effectiveness	2,29	2,38	2,42	2,23	1,88

DYSKUSJA

Poszukiwanie optymalnych dawek nawożenia azotem w uprawie jęczmienia ozimego było przedmiotem prac m.in. Noworolnika [1988], Sadowskiego [1995] oraz Cwojdzńskiego i Majcherczaka [2002]. Zdaniem Noworolnika [1988] dawka azotu około 90 kg na 1 ha jest wystarczająca do otrzymania najwyższego plonu ziarna jęczmienia ozimego pod warunkiem, że jest on uprawiany na glebach zasobnych w składniki pokarmowe. Sadowski [1995] oraz Cwojdzński i Majcherczak [2002] uzyskali maksymalny plon ziarna stosując 120 kg N·ha⁻¹. W badaniach stwierdzono, iż w analizowanym okresie najkorzystniejsza dla jęczmienia była dawka 90 kg N·ha⁻¹. Warto dodać, że w badaniach własnych w obiekcie bez nawożenia azotem i przy dawce 120 kg N·ha⁻¹ uzyskano plony bardzo zbliżone do przedstawionych przez Cwojdzńskiego i Majcherczaka [2002].

Kosztotwórczy aspekt nawożenia azotowego jest bardzo istotny, również w planowaniu przepływów pieniężnych w gospodarstwach rolniczych. Nawożenie azotowe jęczmienia ozimego wyższymi dawkami wymaga dodatkowych działań. Powoduje to konieczność m.in. zakupu nawozów oraz użycia maszyn do nawożenia i dodatkowych nakładów pracy. Przy jednokrotnym nawożeniu azotem koszty siły roboczej (w porównaniu z zerową dawką azotu) wzrosły o 9,2%, natomiast przy dwukrotnym zabiegu – o 18,5%. Koszt eksploatacji środków technicznych wzrósł odpowiednio o 6,7 i 13,5%. Wzrastający poziom nakładów zwiększa pracochłonność oraz poziom kosztów bezpośrednich. Zdaniem Harasima i Noworolnika [1998] podstawowymi czynnikami determinującymi wyższy poziom kosztów produkcji jęczmienia ozimego były przede wszystkim wzrastające dawki nawozów mineralnych.

Na efektywność ekonomiczną nawożenia azotowego bezwzględny wpływ mają czynniki, które mogą ograniczać jego działanie plonotwórcze. W literaturze naukowej wymienia się m.in.: dostępność wody, odczyn gleby, stan fizjologiczny roślin wynikający z warunków pogodowych, miejsce w płodozmianie, poziom zachwaszczenia, stan porażenia roślin chorobami, występowanie szkodników, termin siewu itd. [Krzymuski 1984, Noworolnik 1988, Barczak i in. 1994, Sadowski 1995]. Rolnik ma wpływ tylko na niektóre z tych czynników. Jednak rozważając problem racjonalizacji nawożenia azotowego jęczmienia ozimego, należy dążyć do optymalizacji również tych wszystkich elementów. Niektóre z nich są czynnikami beznakładowymi i te należy wykorzystywać w pierwszej kolejności w celu wspomagania działań inwestycyjnych.

Istotnym czynnikiem kosztotwórczym w nawożeniu jęczmienia ozimego był zasób środków technicznych wykorzystywanych w analizowanych zabiegach. Rodzaj i stopień wykorzystania maszyn do nawożenia determinują poziom jednostkowych kosztów ich eksploatacji. Drogie maszyny – eksploatowane tylko w niewielkim stopniu – generują te koszty na szczególnie wysokim poziomie [Muzalewski 1998]. Odpowiedni dobór cech użytkowych maszyn do warunków produkcyjno-ekonomicznych gospodarstwa stwarza możliwość realnego obniżania kosztów poszczególnych zabiegów.

Stwierdzone w badaniach własnych poziomy nawożenia azotowego, optymalne z uwagi na efektywność ekonomiczną ($90 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) i energetyczną ($60 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$), są zbliżone do wyników doświadczeń innych autorów, uwzględniających przede wszystkim produktywność roślin [Noworolnik 1988, Cwojdzński i Majcherczak 2002]. Z kolei Harasim i Noworolnik [1998] najkorzystniejszy wskaźnik opłacalności produkcji jęczmienia ozimego uzyskali stosując technologię produkcji z dawką $50 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Przeprowadzone badania oraz sporządzony na ich podstawie rachunek kosztów wskazują wartości progów rentowności produkcji (w tym wypadku plonów), jakie trzeba uzyskać z jednostki powierzchni, aby przy poniesionych nakładach finansowych wartość produkcji pokryła koszty całkowite. Wielkość ta w sposób zasadniczy uzależniona jest od ceny, którą można uzyskać za sprzedane ziarno jęczmienia ozimego. Zakładając cenę $400 \text{ zł}\cdot\text{t}^{-1}$, należałoby osiągnąć minimalny plon od $3,62 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (przy $0 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) do $4,44 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ($120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$). Przyjmując, że cena osiągnie poziom $500 \text{ zł}\cdot\text{t}^{-1}$, wartości te powinny wynosić odpowiednio od $2,90 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ($0 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) do $3,55 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ($120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$).

PODSUMOWANIE

Zmienność warunków produkcyjno-ekonomicznych determinuje konieczność systematycznej analizy ekonomicznej produkcji jęczmienia ozimego, szczególnie w towarowych gospodarstwach rolnych. Przeprowadzona analiza wyników badań wskazuje, że najwyższej efektywności produkcyjnej można oczekiwać na poziomie nawożenia $30 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, a energetycznej i ekonomicznej odpowiednio przy 60 i $90 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$.

PIŚMIENNICTWO

- Barczak B., Cwojdzński W., Nowak K., 1994. Wpływ wzrastających dawek azotu na plon i jakość białka ziarna trzech odmian jęczmienia ozimego. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 414, 235-243.
- Cwojdzński W., Majcherczak E., 2002. Wpływ wzrastającego nawożenia azotem na produktywność i zawartość białka w ziarnie jęczmienia ozimego. Acta Sci. Pol., Agricultura 1(2), 33-42.
- Grześkowiak A., 2001. Kierunki zmian w asortymencie nawozów mineralnych. Wieś jutra 11, 31-33.
- Harasim A., Noworolnik K., 1998. Porównanie intensywności i efektywności kilku technologii produkcji jęczmienia ozimego. Pam. Puł. 112, 61-66.
- Kisiel R., Kaliszewicz D., 1996. Kalkulacja kosztów jednostkowych wybranych produktów rolniczych. ART Olsztyn.
- Krzymuski J., 1984. Ocena działania czynników plonowania zbóż. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 305, 33-64.
- Muzalewski A., 1998. Koszty eksploatacji maszyn. IBMER Warszawa.

- Nalborczyk E., 1997. Postęp biologiczny a rozwój rolnictwa w końcu XX i początkach XXI stulecia. *Agricola* 33, supl., Wyd. SGGW Warszawa.
- Noworolnik K., 1988. Reakcja jęczmienia ozimego na warunki glebowe, nawożenie azotem oraz gęstość i termin siewu. IUNG Puławy.
- Praca pod red. A. Wosia, 1998. Encyklopedia agrobiznesu. Fundacja Innowacja Warszawa.
- Rocznik statystyczny, 2002. GUS Warszawa.
- Sadowski T., 1995. Influence of N-fertilisation and plant protection on yielding of winter barley in Olsztyn region. *Fragm. Agronom.* 2, 160-161.
- Skarżyńska A., Augustyńska-Grzymek I., 1999. Koszty jednostkowe i dochodowość produkcji rolniczej w gospodarstwach indywidualnych w 1998 roku. *Zag. Ekon. Roln.* 4-5, 95-143.

PRODUCTION, ECONOMIC AND ENERGY EFFECTIVENESS OF WINTER BARLEY CROPPING AT VARIOUS RATES OF NITROGEN FERTILISATION

Abstract. Nitrogen fertilisation is one of the most effective yield-increasing factors but also one of the most critical items of cereal production costs. The aim of the present study was an attempt at defining the optimum nitrogen fertilisation rate for winter barley, factoring in the production, economic and energy effectiveness. The highest yield, profit and profitability ratio was obtained at the nitrogen rate of 90 kg N·ha⁻¹, while the most favourable value of energy effectiveness – at 60 kg N·ha⁻¹.

Key words: winter barley, production and economic effectiveness, nitrogen fertilisation

Otrzymano – Received: 10.10.2003
Zaakceptowano – Accepted: 15.02.2004