

## **PLONOWANIE FASOLI ZWYKŁEJ (*Phaseolus vulgaris* L.) W ZALEŻNOŚCI OD INTENSYWNOŚCI TECHNOLOGII UPRAWY CZ. II. ROLNICZA I EKONOMICZNA OCENA ZASTOSOWANYCH TECHNOLOGII**

Janusz Prusiński

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

**Streszczenie.** Największe bezwzględne i względne przyrosty plonów i wartości strukturalnych elementów plonowania stwierdzono po zwiększeniu intensywności uprawy fasoli z poziomu technologii ekstensywnej do integrowanej. Obsada strąków na 1 m<sup>2</sup> miała największy udział w zwiększaniu plonu nasion fasoli w miarę intensyfikacji technologii uprawy. Wraz ze zwiększaniem dawek N i natężeniem innych zabiegów agrotechnicznych w miarę intensyfikacji technologii uprawy fasoli notowano zmniejszenie efektywności rolniczej i fizjologicznej N; wykorzystanie N z nawozów zastosowanych w uprawie fasoli na nasiona wynosiło 77%. Zwiększenie intensywności technologii uprawy fasoli powodowało też wzrost wartości jej plonu, kosztów bezpośrednich i nadwyżki bezpośredniej, wyrażonych w PLN. Największy przyrost nadwyżki bezpośredniej, wynoszący średnio dla odmian 64%, uzyskano po zwiększeniu intensywności uprawy fasoli z poziomu technologii ekstensywnej do integrowanej; dalsza intensyfikacja uprawy fasoli przyniosła znacznie mniejszy przyrost nadwyżki bezpośredniej. Analiza marginalna kosztów wskazuje na ekonomicznie uzasadnione zwiększanie zaangażowania przemysłowych środków produkcji do poziomu technologii umiarkowanie intensywnej.

**Słowa kluczowe:** fasola zwykła, technologie uprawy, rolnicza i ekonomiczna ocena technologii

### **WSTĘP**

W analizie gospodarstw rolniczych wyróżnia się intensywność organizacji (potencjalną), określaną na podstawie udziału roślin praco- i materiałochłonnych w strukturze zasiewów, oraz intensywność produkcji faktyczną, zwaną także intensywnością gospo-

darowania, mierzoną wartością nakładów całkowitych poniesionych na jednostkę powierzchni użytków rolnych [Głowacki 2002]. W większości definicji intensywność gospodarowania w rolnictwie rozumiana jest jako poziom nakładów pracy żywej i uprzedmiotowionej na jednostkę powierzchni; do tych ostatnich należą koszty stymulatorów produkcji – nasion, nawozów mineralnych, środków ochrony roślin itp., które wraz z kosztami przypisanymi do konkretnej produkcji zaliczane są do tzw. kosztów bezpośrednich [Kopeć 1987].

Badania nad oceną stopnia intensywności technologii uprawy roślin strączkowych dotyczyły tylko bobiku [Księżak i in. 1997], grochu [Księżak i in. 1998, Szwejkowska 2004, Borówczak i Grześ 2005, Księżak i Kuś 2005] i łubinu białego [Podleśny 1999]. Wyniki wskazują, że dotychczasowe zalecane kompleksowe technologie uprawy tych gatunków są mniej efektywne ze względu na wysokie nakłady niż technologie umiarkowanie oszczędne lub niskonakładowe. Wyższe nakłady pracy i koszty technologii kompleksowej lub intensywnej nie są rekompensowane wzrostem wysokości plonu nasion. Autorzy zalecają stosowanie technologii niskonakładowej lub oszczędnej w uprawie grochu, bobiku i łubinu białego tylko na glebach dobrych i przy przestrzeganiu zasad poprawnej agrotechniki. Z kolei Szwejkowska [2004] stwierdziła, że na wysokość plonu nasion grochu największy wpływ ma przebieg pogody, a następnie technologia uprawy i związana z nią wielkość nakładów. Zdaniem tej autorki, wysokonakładowa technologia w dużym stopniu kompensuje ujemny wpływ niekorzystnych warunków wodno-termicznych w okresie wegetacji grochu, niezależnie od stopnia intensywności odmian.

Wyborowi odpowiedniej technologii produkcji, a w szczególności wysokości stosowanych dawek N oraz ich efektywności służy szereg wskaźników, m.in. efektywność rolnicza i fizjologiczna N oraz jego wykorzystanie z nawozów, opracowanych głównie dla roślin zbożowych [Crowell i Goldwin 1984, Simonis 1988]. Na lepsze rolnicze i fizjologiczne wykorzystanie N przez zboża, burak cukrowy i ziemniak [Fotyma 1997], a także kukurydzę [Kruczek 2000] wpływa nie tylko korzystny przebieg pogody dla danego gatunku, ale także pełna ochrona roślin. Ostatecznie jednak ekonomiczna ocena efektywności zastosowanej technologii uprawy, w tym analiza marginalna (krańcowa) kosztów, umożliwi właściwy jej wybór w gospodarstwie [Krasowicz 2004].

Hipoteza badań własnych zakłada, że zmniejszenie zaangażowania przemysłowych środków produkcji, głównie nawożenia mineralnego i pestycydów z poziomu technologii intensywnej do integrowanej, pozwoli na uzasadnioną w sensie rolniczym i ekonomicznym technologię uprawy fasoli na nasiona.

## MATERIAŁ I METODY

Szczegółową metodykę prowadzenia badań zamieszczono w pierwszej części pracy [Prusiński 2006]. Do oceny wpływu technologii na plonowanie i strukturalne elementy plonu nasion posłużono się przyrostami względnymi badanych cech i ich udziałem w zwiększaniu/zmniejszaniu plonu [Rudnicki 2000]. Metoda zakłada, że elementy plonowania warunkują wysokość plonu współzależnie, co pozwala na wyliczenie udziału każdego z nich w kształtowaniu plonu na skutek zaangażowania coraz większych nakładów w badanych technologiach uprawy fasoli.

Skuteczność zastosowanych dawek N mierzono za pomocą efektywności rolniczej nawożenia azotowego (przyrostem plonu nasion na 1 kg zastosowanego N) w kolejnych technologiach, efektywnością fizjologiczną (przyrostem plonu nasion na 1 kg N pobra-

nego przez rośliny) oraz wskaźnikiem W – czyli stopniem odzyskania N z nawozów (efektywność rolnicza/efektywność fizjologiczna, w %) [Fotyma 1997, Kruczek 2000]. W pracy ograniczono się tylko do plonu nasion bez plonu słomy, a uzyskane wyniki z lat badań poddano analizie wariancji.

Dla określenia efektywności ekonomicznej zastosowanych technologii wykorzystano analizę marginalną kosztów i wyliczono podstawowe wskaźniki ekonomiczne [Ziętara 2002, Krasowicz 2004, Artyszak i Kucińska 2005]. Przedstawiono kalkulację uproszczoną, w której ograniczono się do kosztów bezpośrednich, określonych na podstawie rzeczywiście ponoszonych nakładów materiałowych (na nasiona, nawozy, środki ochrony roślin, zbiór i postępowanie z plonem po zbiorze), z uwzględnieniem cen obowiązujących w latach badań.

## WYNIKI

Zwiększenie nakładów na przemysłowe środki produkcji w technologii integrowanej pozwoliło na ponad 60% wyższe plonowanie fasoli niż w technologii ekstensywnej (tab. 1). Wynikało ono z większej obsady strąków na  $m^2$  – wzrost plonu o  $0,948 t \cdot ha^{-1}$  (tj. o 57,7%) i zwiększonej liczby nasion w strąku – wzrost o  $0,078 t \cdot ha^{-1}$  (o 4,75%).

Tabela 1. Wpływ strukturalnych elementów plonowania na różnice w plonach nasion fasoli wynikające ze zwiększenia intensywności technologii uprawy

Table 1. Effect of seed yield components on the differences in the bean seed yields as a result of cultivation technology intensity increase

Wyszczególnienie Specification	Zwiększenie intensywności technologii z – do Increase in cultivation technology intensity from – to		
	I do II – I to II	II do III – II to III	III do IV – III to IV
Różnica w plonie nasion – Difference in seed yield			
Bezwzględna – Absolute, $t \cdot ha^{-1}$	0,992	0,538	0,275
Względna – Relative, %	60,4	20,4	8,67
Wkład elementów plonowania w bezwzględną różnicę plonu nasion, $t \cdot ha^{-1}$ Contribution of seed yield components in the absolute seed yield difference, $t \cdot ha^{-1}$			
Obsady strąków na $1 m^2$ – Number of pods per $1 m^2$	0,948	0,191	0,219
Liczby nasion w strąku – Number of seeds per pod	0,078	0,153	-0,035
Masy 1000 nasion – 1000 seed weight, g	-0,035	0,193	0,091
Wkład elementów plonowania we względną różnicę plonu nasion, % Contribution of seed yield components in the relative seed yield difference, %			
Obsady strąków na $1 m^2$ – Number of pods per $1 m^2$	57,7	7,24	6,90
Liczby nasion w strąku – Number of seeds per pod	4,75	5,83	-1,11
Masy 1000 nasion – 1000 seed weight, g	-2,13	7,33	2,86
Udział elementów plonowania we wzroście plonu nasion o $0,1 t \cdot ha^{-1}$ Contribution of seed yield components in seed yield increase by $0.1 t \cdot ha^{-1}$			
Obsady strąków na $1 m^2$ – Number of pods per $1 m^2$	94,9	35,5	79,8
Liczby nasion w strąku – Number of seeds per pod	7,97	28,7	-12,8
Masy 1000 nasion – 1000 seed weight, g	-3,53	35,8	33,0

Technologia – Technology: I – ekstensywna – extensive, II – integrowana – integrated, III – umiarkowanie intensywna – semi-intensive, IV – intensywna – intensive

Jednocześnie fasola uprawiana w technologii integrowanej charakteryzowała się w stosunku do ekstensywnej mniejszą masą 1000 nasion, która wpłynęła na spadek plonu o  $0,035 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , tj. o 2,13%. W efekcie ponad 60% wzrost plonu nasion po zastosowaniu technologii integrowanej wynikał prawie w 95% ze zwiększonej obsady strąków i w 4,44% – masy nasion z jednej rośliny.

Intensyfikacja uprawy fasoli z technologii integrowanej do umiarkowanie intensywnej spowodowała wzrost plonu nasion tylko o 20,4%, tj. o  $0,538 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , co wynikało ze zwiększonej obsady strąków (o 7,24%), liczby nasion w strąku (o 5,83%) i masy 1000 nasion (o 7,33%). Ostatecznie udział tych elementów plonowania w zwiększeniu plonu nasion fasoli uprawianej umiarkowanie intensywnie (w stosunku do technologii integrowanej) był podobny i wynosił od 28,7% (liczba nasion w strąku) do około 35-36% (obsada strąków i masa 1000 nasion).

Tylko o niespełna 9% ( $0,275 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) wzrósł plon nasion po zwiększeniu nakładów z technologii umiarkowanie intensywnej do intensywnej, głównie dzięki zwiększonej obsadzie strąków (o 77,9%) i masie 1000 nasion (o 33%) przy negatywnym wpływie na plonowanie mniejszej liczby nasion w strąku (o 12,8%).

W technologii ekstensywnej nie nawożono ani nie dokarmiano roślin N i w związku z tym obiekty te potraktowano jako kontrolne, a plon i ilość wyniesionego z plonem N zależały wyłącznie od aktualnej zasobności gleby w ten składnik i efektywności symbiozy. Efektywność rolniczą (Er) obliczono jak przyrost plonu nasion lub strąków na jednostkę N zastosowanego w nawozach. Z danych zawartych w tabeli 2 wynika, że średnia Er wynosiła  $22,7 \text{ kg}$  nasion na  $1 \text{ kg}$  zastosowanego N. Istotnie najwyższą efektywność rolniczą stwierdzono po zwiększeniu dawek N z  $0 \text{ kg}$  w technologii ekstensywnej do  $41,36 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  w technologii integrowanej. Dalsze zwiększanie intensywności uprawy mierzone coraz większymi łącznymi dawkami N powodowało istotny spadek ich średniej Er.

Tabela 2. Wpływ wzrastającej intensywności technologii uprawy fasoli na efektywność zastosowanego N

Table 2. Effect of the increasing bean cultivation technology intensity on the effectiveness of N applied

Wzrost łącznej dawki N z – do technologii Increase in total N doses from – to technology	Efektywność rolnicza N N agricultural effectiveness	Efektywność fizjologiczna N N physiological effectiveness	Wskaźnik wykorzystania N z nawozów N consumption index
Ekstensywnej do integrowanej Extensive to integrated	25,7 a	30,5 a	85,2 a
Integrowanej do umiarkowanie intensywnej Integrated to semi-intensive	23,5 b	29,4 a	81,0 a
Umiarkowanie intensywnej do intensywnej Semi-intensive to intensive	19,0 c	29,2 a	65,8 b
Średnia – Mean	22,7	29,7	77,3

średnie oznaczone tymi samymi literami nie różniły się istotnie przy  $\alpha = 0,05$  – means followed by the same letters did not differ significantly at  $\alpha = 0.05$

Efektywność fizjologiczna (Ef) wyraża przyrost plonu nasion w przeliczeniu na jednostkę N pobranego przez rośliny. W przeciwieństwie do efektywności rolniczej obejmuje N pobrany w części pochodzącej z nawozów, jak i rezerw glebowych, a w przypadku roślin motylkowatych także z symbiozy. Średnia Ef wynosiła niespełna  $30 \text{ kg}$

nasion fasoli na 1 kg pobranego przez rośliny azotu, przy czym nie stwierdzono wpływu pobranego N na jego Ef. Iloraz efektywności rolniczej i fizjologicznej, czyli stosunek N pobranego do zastosowanego w nawozach (wyrażony w %), przyjmował wartości powyżej 80%, z wyjątkiem przypadku, gdy intensywność uprawy zwiększano z poziomu technologii umiarkowanie intensywnej do intensywnej.

Odmiany Narew i Avanti charakteryzowały się istotnie najwyższą  $E_r$ , podczas gdy rośliny odmiany Narew najwyższą efektywnością fizjologiczną N, a Avanti – wskaźnikiem wykorzystania N nawozów mineralnych (dane nie przedstawione).

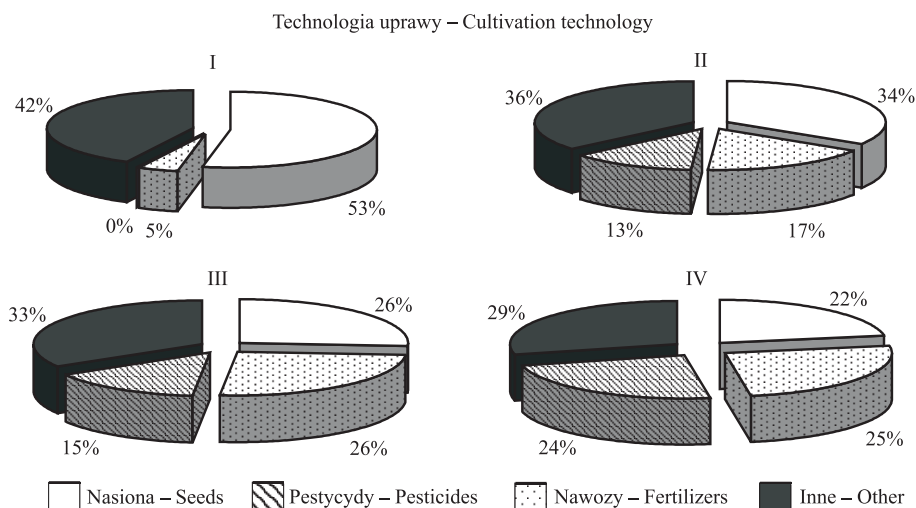
Podstawowym celem badań własnych była też – obok rolniczej – ekonomiczna ocena zastosowanych technologii. Uzyskana wartość produkcji plonu nasion fasoli oraz wysokość ponoszonych kosztów bezpośrednich były związane z różnym stopniem intensywności uprawy i reakcją odmian na zastosowane przemysłowe środki produkcji. Wraz ze wzrostem nakładów notowano wzrost wartości produkcji nasion, średnio dla badanych odmian z 3273 zł·ha<sup>-1</sup> w technologii ekstensywnej do 6886 zł·ha<sup>-1</sup> w intensywnej (tab. 3), przy czym w technologii ekstensywnej i integrowanej największą wartość plonu uzyskano uprawiając odmianę Igołomska, a w technologiach intensywnych – Avanti.

Tabela 3. Ocena ekonomiczna technologii produkcji nasion fasoli  
Table 3. Economic evaluation of bean seeds production technology

Wyszczególnienie – Specification	Technologia uprawy – Cultivation technology			
	I	II	III	IV
Wartość produkcji, zł·ha <sup>-1</sup> Production value, PLN	3273	5247	6333	6886
Koszty bezpośrednie, zł·ha <sup>-1</sup> – Direct costs, PLN				
Materiał siewny – Seeds	850	850	850	850
Nawozy – Fertilizers, w tym – including:	72	428	838	963
N	0	114	229	343
P	29	90	158	158
K	43	167	384	384
dolistne – foliar	0	56	67	78
Środki ochrony roślin – Pesticides, w tym – including:	0	327	480	906
Zaprawy – Seed dressing	0	15	21	36
Herbicydy – Herbicides	0	88	147	304
Fungicydy – Fungicides	0	205	340	411
Insektycydy – Insecticides	0	19	25	39
Inne – Other, w tym – including:	680	900	1100	1100
Nitragina – Nitragine	20	20	0	0
czyszczenie plonu – yield cleaning	60	80	100	100
praca najemna – hired labour	600	800	1000	1000
Razem koszty bezpośrednie Total direct costs	1602	2505	3268	3819
Koszty bezpośrednie w % wartości produkcji Direct costs in % of production value	49,2	48,1	51,7	55,5
Nadwyżka bezpośrednia, zł·ha <sup>-1</sup> Direct surplus, PLN	1671	2741	3065	3067
Koszt bezpośredni produkcji 1 t nasion w zł·ha <sup>-1</sup> Direct cost of 1 t of seeds production in PLN	1014	963	1034	1110

Technologia – Technology: I – ekstensywna – extensive, II – integrowana – integrated, III – umiarkowanie intensywna – semi-intensive, IV – intensywna – intensive

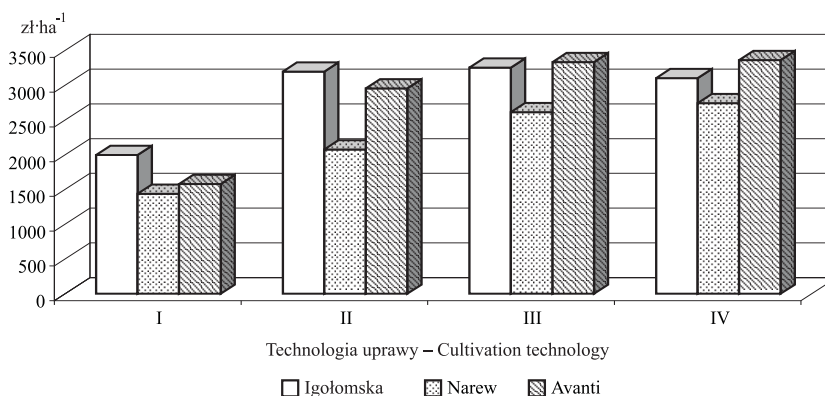
Udział kosztów bezpośrednich w wartości plonu nasion z 1 ha wahał się od około 48-49% w technologii ekstensywnej i integrowanej do 52-56% w technologiach intensywnych. Wraz z intensyfikacją produkcji zmianom ulegała struktura kosztów bezpośrednich (rys. 1). W technologii ekstensywnej i integrowanej dominowały koszty związane z zakupem materiału siewnego (53 i 34%) oraz zbiorem plonu (42 i 36%). Dalsze zwiększanie intensywności uprawy powodowało wzrost udziału kosztów nawozów i środków ochrony roślin, tak że w technologii intensywnej analizowane środki produkcji stanowiły mniej więcej po 25-26% kosztów bezpośrednich. Warto zauważyć, że intensyfikacji uprawy fasoli na suche nasiona nie towarzyszył spadek jednostkowych bezpośrednich kosztów produkcji, które wahały się od 1014 zł·t<sup>-1</sup> w technologii ekstensywnej do 1100 zł·t<sup>-1</sup> w intensywnej. Najmniejszy udział kosztów bezpośrednich w wartości zebranego plonu nasion stwierdzono u odmiany Igołomska w technologii ekstensywnej (44%), a najwyższy – u odmiany Narew (58%) w technologii intensywnej.



Technologia – Technology: I – ekstensywna – extensive, II – integrowana – integrated, III – umiarkowanie intensywna – semi-intensive, IV – intensywna – intensive

Rys. 1. Struktura kosztów bezpośrednich technologii uprawy fasoli  
Fig. 1. Direct costs structure for bean seed cultivation technology

Średnia dla odmian nadwyżka bezpośrednia rosła wraz z zaangażowaniem kolejnych środków produkcji i w technologii ekstensywnej wynosiła 1671 zł·ha<sup>-1</sup>, w integrowanej – 2741 zł·ha<sup>-1</sup>, a najwyższą i porównywalną stwierdzono w technologiach umiarkowanie intensywnej i intensywnej, w wysokości odpowiednio 3065 i 3067 zł·ha<sup>-1</sup> (tab. 3). Najwyższą nadwyżkę bezpośrednią w technologii ekstensywnej – prawie 2000 i integrowanej – prawie 3200 zł·ha<sup>-1</sup> uzyskano z uprawy odmiany Igołomska; w technologiach intensywnych najlepsze efekty ekonomiczne, ponad 3300 zł·ha<sup>-1</sup> nadwyżki bezpośredniej, dawała uprawa odmiany Avanti (rys. 2).

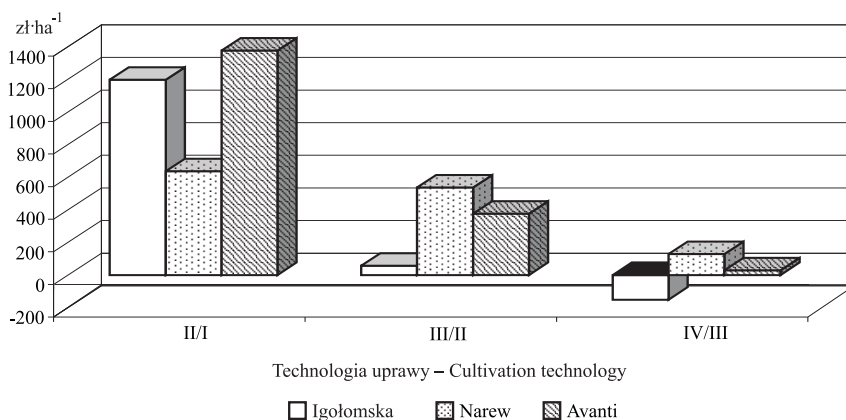


objaśnienia jak na rys. 1 – explanation, see Figure 1

Rys. 2. Nadwyżka bezpośrednia w uprawie fasoli

Fig. 2. Direct surplus for bean cultivation

Tradycyjne podejście do analizy efektywności poniesionych na produkcję nakładów opiera się na koncepcji funkcji produkcji i rachunku marginalnego (krańcowego). W tabeli 4 porównano wyniki efektywności przeciętnej i marginalnej zastosowanych technologii uprawy fasoli na suche nasiona. Efektywność marginalna powyżej 1 gwarantuje uzyskanie opłacalnego plonu. W badaniach własnych największą efektywność krańcową plonu nasion (2,11) uzyskano po zwiększeniu nakładów z poziomu technologii ekstensywnej do integrowanej. Przy zwiększaniu nakładów z integrowanej do umiarkowanej intensywnej średnia efektywność krańcowa plonu nasion była nadal powyżej 1, a wyrażona w zł·ha<sup>-1</sup> wynosiła od 57 dla odmiany Igołomska do 537 dla odmiany Narew, natomiast przy zwiększaniu z poziomu technologii umiarkowanej intensywnej do intensywnej – 29 zł·ha<sup>-1</sup> dla odmiany Avanti, 129 zł·ha<sup>-1</sup> dla Narew i 151 zł·ha<sup>-1</sup> dla Igołomskiej (rys. 3).



objaśnienia jak na rys. 1 – explanation, see Figure 1

Rys. 3. Efektywność krańcowa kosztów technologii uprawy fasoli

Fig. 3. Marginal effectiveness of bean cultivation technology costs

Tabela 4. Efektywność przeciętna i krańcowa technologii uprawy fasoli

Table 4. Average and marginal effectiveness of bean cultivation technology

Odmiana – Cultivar	Technologia uprawy – Cultivation technology			
	I	II	III	IV
Efektywność przeciętna (wartość produkcji/koszty bezpośrednie) Average effectiveness (production value/direct costs)				
Igołomska	2,25	2,27	1,99	1,81
Narew	1,90	1,83	1,80	1,72
Avanti	1,98	2,18	2,02	1,88
Efektywność krańcowa ( $\Delta$ wartości produkcji/ $\Delta$ kosztów bezpośrednich) Marginal effectiveness ( $\Delta$ of production value/ $\Delta$ of direct costs)				
Igołomska	–	2,11	1,07	0,73
Narew	–	1,70	1,70	1,23
Avanti	–	2,52	1,49	1,05

$\Delta$  wartości produkcji i  $\Delta$  kosztów bezpośrednich obliczono dla technologii integrowanej w stosunku do ekstensywnej, umiarkowanie intensywnej w stosunku do integrowanej i intensywnej w stosunku do umiarkowanie intensywnej –  $\Delta$  of production value and  $\Delta$  of direct costs were calculated for integrated technology as compared to the extensive technology, for semi-intensive as compared to the integrated technology and for intensive technology as compared to the semi-intensive technology

Technologia – Technology: I – ekstensywna – extensive, II – integrowana – integrated, III – umiarkowanie intensywne – semi-intensive, IV – intensywne – intensive

## DYSKUSJA

Wzrost plonu nasion fasoli towarzyszący wzrastającemu zaangażowaniu przemysłowych środków produkcji wynikał głównie ze zwiększonej obsady strąków, ta z kolei zależała od nieco większej obsady roślin przed zbiorem (różnice mniejsze niż 10%) i głównie od zwiększonej produktywności pojedynczych roślin. Zgodnie z modelem dominacji Bangertha [1989], dostateczne zaopatrzenie roślin w składniki pokarmowe (i wodę) decyduje w dużym stopniu, obok gospodarki hormonalnej roślin, o liczbie opadających kwiatów i/lub zawiązków strąków. Nalborczyk [1993] podaje, że po przekwitnięciu roślin ich potrzeby azotowe są tak duże, że ilość symbiotycznie związanego N jest niewystarczająca dla zawiązujących się strąków i wypełniających je nasion. Podobne zależności stwierdzono również w badaniach własnych. Dawka N i inne zabiegi zastosowane w technologii integrowanej pozwoliły wprawdzie na zwiększenie liczby strąków i nasion, ale okazały się niewystarczające dla ich wypełnienia, gdyż spadkowi uległa masa 1000 ich sztuk. Dopiero wyższe od 70 kg·ha<sup>-1</sup> dawki N w technologiach intensywnych pozwoliły nie tylko na zwiększenie liczby strąków, ale też na wytworzenie bardziej dorodnych nasion. Zgodnie z przewidywaniami, w miarę intensyfikacji technologii uprawy wkład poszczególnych strukturalnych elementów plonowania w kształtowanie wysokości plonu nasion ulegał zmniejszeniu.

Kation amonowy jest dobrze sorbowany wymiennie w glebie, ale po przejściu w amoniak może uchodzić do atmosfery. Z kolei N azotanowy nie jest sorbowany wymiennie i dlatego nie pobrany przez rośliny lub drobnoustroje glebowe łatwo przemieszcza się w głąb profilu, skąd może być wymywany do wód gruntowych, co nie jest korzystne ani dla środowiska glebowego, ani dla rolnika [Nurzyński 1999]. Dlatego tak ważna jest analiza efektywności stosowania nawozów azotowych w uprawach roślin



rolniczych i warzywnych [Croswell i Goldwin 1984, Simonis 1988, Fotyma 1997, Kruczek 2000]. W badaniach własnych, zgodnie z wynikami doświadczeń wykonanych na zbożach, w miarę zwiększania dawek N (intensywności uprawy) obserwowano istotny spadek efektywności rolniczej N mineralnego. Każdy 1 kg N zastosowanego w nawozach wpływał na średnio ponad 22 kg przyrost plonu nasion. W badaniach nad zbożami ozimymi efektywność rolnicza N wynosiła od 35 do 20 kg ziarna z 1 ha przy dawkach N od 50 do 75 kg·ha<sup>-1</sup> [Fotyma 1997], a u kukurydzy od 31 do 12,5 kg ziarna z 1 ha przy dawkach 180-45 kg N·ha<sup>-1</sup> [Kruczek 2000]. Należy podkreślić, że w badaniach własnych uzyskano bardzo wysoki, ponad 77% wskaźnik wykorzystania N z nawozów. Największą zdolnością do wykorzystania N z nawozów charakteryzują się rośliny okopowe (burak cukrowy 90%, a ziemniak 70-80%) [Fotyma 1997].

Badanie wskaźników efektywności azotu zastosowanego w nawozach mineralnych pod rośliny strączkowe jest obarczone jednak błędami wynikającymi z ilości N związanego symbiotycznie. Książak [2005] stwierdził, że każde 10 kg N mineralnego wpływa na zmniejszenie wiązania N<sub>2</sub> o 7-9 kg N, zatem rośliny uprawiane według technologii umiarkowanie intensywnej, a zwłaszcza intensywnej korzystały w zdecydowanie większym stopniu niż w technologii ekstensywnej czy integrowanej z azotu mineralnego. Jednocześnie jednak plony nasion wzrastające wraz z intensyfikacją nawożenia i dokarmiania azotowego powyżej 70 kg·ha<sup>-1</sup> świadczą o korzystnym wpływie N na plonowanie fasoli.

Oprócz efektywności rolniczej zastosowanego nawożenia mineralnego, a także innych przemysłowych środków produkcji, o wyborze odpowiedniej dla gospodarstwa technologii decyduje jej efektywność ekonomiczna. W rolnictwie intensywnym głównym celem jest maksymalizacja plonu i zysku, bez uwzględniania ewentualnych szkód wywoływanych nadmiernym zużyciem przemysłowych środków produkcji [Kuś 1999]. Jednak przy ich wysokich cenach i ograniczonych zasobach finansowych wielu rolników poszukuje technologii mniej intensywnych [Prusiński i Skinder 2002], ale zapewniających wysoką efektywność ekonomiczną prowadzonej produkcji. Analiza porównywanych technologii uprawy grochu [Książak i in. 1998, Borówczak i Grześ 2005] i bobiku [Książak i in. 1997, Książak i Kuś 2005] oraz łubinu białego [Podleśny 1999] wykazała, że wyższe nakłady i koszty ponoszone w dotychczas zalecanych technologiach kompleksowych są mniej efektywne ekonomicznie niż technologie niskonakładowe lub oszczędne. Na podstawie badań własnych stwierdzono, że nakłady ponoszone na uprawę fasoli mają duży wpływ na efekty produkcyjne i ekonomiczne. Wynik przeprowadzonej kalkulacji uproszczonej świadczy o tym, iż zwiększenie intensywności uprawy fasoli z poziomu technologii ekstensywnej do integrowanej spowodowało najwyższy przyrost wartości produkcji, średnio o około 60% (tj. o 1973 zł·ha<sup>-1</sup>); natomiast dalsza intensyfikacja uprawy z poziomu technologii integrowanej do umiarkowanie intensywnej, a z niej do intensywnej skutkowała znacznie niższymi przyrostami wartości produkcji, które wynosiły kolejno 19% (tj. o 996 zł·ha<sup>-1</sup>) i 24,2% (tj. o 1514 zł·ha<sup>-1</sup>).

Niemniej ważnym elementem w kalkulacji uproszczonej – obok wartości produkcji – są koszty bezpośrednie, których udział w wartości plonu wpływa na końcowy efekt oceny ekonomicznej [Podleśny 1999]. W badaniach własnych wzrostowi intensywności uprawy fasoli towarzyszył niewielki wzrost (z 49 do 55%) ich udziału w wartości produkcji, stąd też zapewne koszty jednostkowe produkcji 1 t nasion fasoli były niemal stałe.

Jednym z ważniejszych elementów oceny ekonomicznej jest uzyskana wartość nadwyżki bezpośredniej [Ziętara 2002, Artyszak i Kucińska 2005]. W badaniach własnych

poziom wartości nadwyżki bezpośredniej wzrastał z 1671 zł·ha<sup>-1</sup> w technologii ekstensywnej do 3065-3067 zł·ha<sup>-1</sup> w technologiach intensywnych. W efekcie zwiększenie intensywności uprawy fasoli z poziomu technologii ekstensywnej do integrowanej spowodowało najwyższy przyrost nadwyżki bezpośredniej, średnio dla odmian fasoli o 64% (tj. o 1070 zł·ha<sup>-1</sup>). Dalsza intensyfikacja uprawy z technologii integrowanej do umiarkowanej intensywnej i następnie do intensywnej wpłynęła na zwiększenie przyrostu nadwyżki bezpośredniej odpowiednio o prawie 12% (tj. o 324 zł·ha<sup>-1</sup>) i tylko o 0,06% (tj. o 2 zł·ha<sup>-1</sup>).

Ostatecznie ze względów ekonomicznych o intensyfikacji produkcji decyduje efektywność marginalna ponoszonych kosztów [Krasowicz 2004], według której zwiększanie intensywności produkcji jest możliwe, gdy przyrost jej wartości jest wyższy od przyrostu ponoszonych na nią kosztów. W uprawie fasoli na nasiona przyrost wartości produkcji w stosunku do przyrostu kosztów bezpośrednich wynikających z intensyfikacji produkcji był wyższy od 1 z wyjątkiem odmiany Igołomska w technologii intensywnej. Jednak przyrost wartości produkcji uzyskany w technologii intensywnej (w stosunku do umiarkowanej intensywnej) wynosił tylko od 29 zł·ha<sup>-1</sup> (Avanti) do 129 zł·ha<sup>-1</sup> (Narew).

## WNIOSKI

1. Największe bezwzględne i względne przyrosty plonów i wartości strukturalnych elementów plonowania stwierdzono po zwiększeniu intensywności uprawy fasoli z poziomu technologii ekstensywnej do integrowanej.

2. Obsada strąków na 1 m<sup>2</sup> miała największy udział w zwiększaniu plonu nasion fasoli w miarę intensyfikacji technologii jej uprawy.

3. Wraz ze zwiększaniem dawek N i natężeniem innych zabiegów agrotechnicznych w miarę intensyfikacji technologii uprawy fasoli notowano zmniejszenie efektywności rolniczej i fizjologicznej N; wykorzystanie N z nawozów zastosowanych w uprawie fasoli na nasiona wynosiło 77%.

4. Zwiększenie intensywności technologii uprawy fasoli powodowało wzrost wartości ich plonu, kosztów bezpośrednich i nadwyżki bezpośredniej.

5. Największy przyrost nadwyżki bezpośredniej, wynoszący średnio 64%, uzyskano po zwiększeniu intensywności uprawy fasoli z poziomu technologii ekstensywnej do integrowanej; dalsza intensyfikacja jej uprawy przynosiła znacznie mniejszy przyrost nadwyżki bezpośredniej.

6. Analiza marginalna kosztów wskazuje na uzasadnione ekonomicznie zwiększanie intensywności uprawy fasoli uprawianej na nasiona do poziomu technologii umiarkowanej intensywnej.

## PIŚMIENNICTWO

- Artyszak A., Kucińska K., 2005. Zmiany nadwyżki bezpośredniej w produkcji fasoli na suche nasiona po rozszerzeniu Unii Europejskiej. *Stow. Ekonom. Rol. i Agrobiznesu. Roczn. Nauk.* VII(1), 7-9.
- Bangreth F., 1989. Dominance among fruits/sinks and the search for correlative signal. *Physiol. Plant.* 76, 608-614.

- Borówczak F., Grześ S., 2005. Produkcyjne i ekonomiczne efekty różnej intensywności uprawy grochu siewnego. Mat. konf. Efektywne i bezpieczne technologie produkcji roślinnej, IUNG Puławy, 151-152.
- Crosswell E.T., Goldwin D.C., 1984. The efficiency of nitrogen fertilizer applied to cereals in different climates [w:] Adv. in plant nutrition 1, eds. P.B. Tinker and A. Lauchli, Ptaeger Publ. New York.
- Fotyma E., 1997. Efektywność nawożenia azotem podstawowych roślin uprawy polowej. Fragm. Agron. 1, 46-66.
- Głowacki M., 2002. Regionalne zróżnicowanie intensywności rolnictwa w Polsce. Pam. Puł. 130 (I), 213-221.
- Kopeć B., 1987. Intensywność organizacji w rolnictwie polskim w latach 1960 – 1980. Roczn. Nauk. Rol. 84 G (1), 7-28.
- Krasowicz S., 2004. Znaczenie oceny ekonomicznej w badaniach rolniczych. Stow. Ekonom. Rol. i Agrobiznesu. Roczn. Nauk. VI(5), 65-70.
- Kruczek A., 2000. Wpływ wielkości dawki azotu i dolistnego dokarmiania kukurydzy azotem i mikroelementami na wybrane wskaźniki efektywności nawożenia. Fragm. Agron. 3, 5-17.
- Księżak J., 2005. Ocena plonowania mieszanki grochu z pszenicą jarą w zależności od nawożenia azotem. Bibl. Fragm. Agron. 5, 91-92.
- Księżak J., Kuś J., 2005. Plonowanie bobiku w różnych systemach produkcji roślinnej. Ann. Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sect. E, Agricultura 60, 195-205.
- Księżak J., Lenartowicz W., Ufnowska J., 1997. Ocena ekonomiczna trzech technologii produkcji nasion bobiku. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 446, 227-230.
- Księżak J., Lenartowicz W., Ufnowska J., 1998. Efektywność ekonomiczna wybranych technologii produkcji nasion grochu. Roczn. AR Poznań, Rolnictwo 52, 5-11.
- Kuś J., 1999. Porównanie różnych systemów produkcji roślinnej (konwencjonalny, integrowany i ekologiczny). IUNG Puławy.
- Nalborczyk E., 1993. Biologiczne uwarunkowania produktywności roślin strączkowych. Fragm. Agron. 4, 147-150.
- Nurzyński J., 1999. Nawożenie i skład chemiczny warzyw. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 466, 31-40.
- Podleśny J., 1999. Porównanie produkcyjnej i ekonomicznej efektywności różnych technologii uprawy łąbinu białego. Mat. konf. Lupin in Polish and European agriculture. Przysiek, 101-105.
- Prusiński J., 2006. Plonowanie fasoli zwykłej (*Phaseolus vulgaris* L.) w zależności od intensywności technologii uprawy. Cz. I. Wysokość i jakość plonu nasion oraz ich agrotechniczne uwarunkowania. Acta Sci. Pol., Agricultura 5(2).
- Prusiński J., Skinder Z., 2002. Analiza technologii rolnych stosowanych w rejonach intensywnego rolnictwa w powiązaniu z przyrodniczą jakością rolniczej przestrzeni produkcyjnej [w:] Uwarunkowania rozwoju i koncepcje monitoringu rejonów intensywnego rolnictwa, pod red. S. Łojewskiego i Z. Skindera, ATR Bydgoszcz, 135-159.
- Rudnicki F., 2000. Wyznaczanie wpływu poszczególnych elementów plonowania na różnice plonów między obiektami doświadczalnymi. Fragm. Agron. 3, 53-65.
- Simonis A.D., 1988. Studies on nitrogen use efficiency in cereals [w:] Nitrogen efficiency in agricultural soils, Elsevier Appl. Sci., London.
- Szwejkowska B., 2004. Wpływ sposobu uprawy na plonowanie grochu siewnego. Fragm. Agron. 3, 120-126.
- Ziętara W., 2002. Konkurencyjność różnych kierunków produkcji roślinnej. Pam. Puł. 130, 809-816.

**COMMON BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.) YIELDING AFFECTED BY THE INTENSITY OF CULTIVATION TECHNOLOGY  
PART II. AGRICULTURAL AND ECONOMIC EVALUATION OF CULTIVATION TECHNOLOGIES USED**

**Abstract.** Detailed materials and methods of the experiment were published in the first part of the paper [Prusiński 2006]. The greatest increase in bean seed yield observed when the intensity of bean cultivation technology becoming more intensive resulted from increasing pod density. The increasing N doses in the successive technologies resulted in significant decrease average agricultural ( $E_r$ ) and physiological ( $E_f$ ) effectiveness. The N consumption index amounted to 77%. Increase in the intensity of bean technology resulted in an increase in the value of seed production, direct costs and direct surplus. The greatest direct surplus – 64% for cultivars was obtained when intensity of technology increased from the extensive to integrated technology. Further intensification of bean technology gave lower direct surplus increase. The marginal analyses of costs revealed that the semi-intensive technology was justifiable for common bean cultivation for seeds.

**Key words:** common bean, cultivation technologies, agricultural and economic evaluation of technologies

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 20.11.2006