

## MIĘDZYPLONY OZIME W SIEWACH BEZPOŚREDNICH W POŁUDNIOWO-WSCHODNICH STANACH USA

JERZY PUDEŁKO, JERZY SZUKAŁA

*Katedra Uprawy Roli i Roślin, Akademia Rolnicza w Poznaniu*

**Synopsis.** W pracy przeglądowej omówiono efekty zastosowania siewów bezpośrednich w uprawie bobowatych roślin ozimych w międzyplonach w południowo-wschodnich stanach USA. Międzyplony z roślin bobowatych pozwalają na ograniczenie poziomu nawożenia azotem, a siewy bezpośrednie poziomu intensywności uprawy roli. Z tego względu wyniki te są zalecane szczególnie w rolnictwie zrównoważonym. Wykorzystanie dodatniego wpływu mulczowania powierzchni gleby jest możliwe tylko w warunkach siewów bezpośrednich, dlatego łączenie tych dwóch elementów agrotechniki jest nieodzowne [Hoyt 1990, Saini i in. 2005, Schomberg i Endale 2004]. Rośliny bobowate zwiększają plonowanie roślin następczych nie tylko poprzez dostarczanie azotu, lecz również przez korzystny ich wpływ na chemiczne i fizyczne właściwości gleby. Dlatego rośliny te powinny mieć stałe miejsce w zmianowaniach polowych, zwłaszcza w rolnictwie zrównoważonym.

**Słowa kluczowe** – *key words:* międzyplony roślin bobowatych – *cultivation fabaceous of cover crops*, siewy bezpośrednie – *direct sowing*, siewy w mulcz – *sowing in mulch*

### WSTĘP

W pierwszych dekadach XX wieku rośliny bobowate były powszechnie uprawiane w południowo-wschodnich stanach USA na zielony nawóz, co przyczyniło się do wyższego plonowania roślin następczych [Saini i in. 2005, Schomberg i Endale 2004]. W miarę wzrostu stosowania nawozów azotowych uprawa tych roślin została zaniechana. Pod koniec XX wieku w południowych stanach nastąpił powrót do ich uprawy, lecz nie w plonie głównym na zielony nawóz, tylko w międzyplonach ozimych. Wskazuje się na kilka powodów celowości wzrostu powierzchni uprawy międzyplonów w tym rejonie. Podstawową przesłanką do ich uprawy jest dbałość o zachowanie naturalnego środowiska dla następnych pokoleń. Bezsporne dowody na ograniczenie erozji gleby i wymywanie związków mineralnych do wód gruntowych przez pokrywą roślinną w trakcie zimy [Clark i in. 2007, Collins i in. 2007, Mc Cracken i in. 1993, Moldenhauser i in. 1983, Pudełko i in. 1994] spowodowały uchwalenie w 1985 roku przez Kongres Stanów Zjednoczonych ustawy Food Security Act (FSA) zabraniającej jesiennych orok gleb bez ich obsiewu na terenach podatnych na erozję. Drugą przesłanką do uprawy roślin bobowatych w międzyplonach jest niska rentowność produkcji rolnej wynikająca z rosnących kosztów, w których znaczące miejsce zajmują nawozy mineralne, zwłaszcza azotowe jako wysoce energetyczne [Anderson i in. 1990, Frye i Blevins 1989]. Rozpowszechnienie na większą skalę uprawy międzyplonów ozimych jest zbieżne z propagowaniem siewów bezpośrednich [Terra i in. 2004] i produkcji stosunkowo tanich desykantów oraz herbicydów totalnych. Działania te pozwoliły na zaniechanie upraw wiosennych, zachowanie większej ilości wody w glebie [Clark i in. 2007, Jones i in. 1969, Thomas i Philips 1979] oraz przyspieszenie siewów roślin następczych.

Niniejszy artykuł ma charakter przeglądowny. Przedstawiono w nim wyniki badań własnych, uzyskanych w trakcie długoterminowych pobytów na Florydzie, jak i wyniki innych autorów, których publikacje nawiązują do poruszanych w opracowaniu zagadnień. Trzyletnie badania własne przeprowadzono w dwóch doświadczeniach jedno i dwuczynnikowych w Stacji Badawczej Uniwersytetu Floryda, na glebie piaszczysto-gliniastej (Norfolk sandy loam). Czynniki badawcze wyszczególniono w tabeli 1 i 2.

Tabela 1. Plon kukurydzy w zależności od sposobu zagospodarowania międzyplonu koniczyny oraz nawożenia azotem ( $t \cdot ha^{-1}$ )

Table 1. Corn yield as influenced by cover crop clover, its harvesting and nitrogen fertilizer ( $t \cdot ha^{-1}$ )

Obiekty <i>Treatments</i>	Uprawa tradycyjna <i>Conventional tillage</i>		Siew bezpośredni <i>No-tillage</i>	
	Nawożenie N – Nitrogen N ( $kg \cdot ha^{-1}$ )			
	0	100	0	100
Bez międzyplonu koniczyny <i>Without clover</i>	2,61	5,35	2,38	4,36
Koniczyna nie koszona <i>Clover without harvesting</i>	5,73	6,23	5,01	6,12
Koniczyna zebrana na siano <i>Clover harvesting on hay</i>	3,32	4,38	3,09	4,17
$NIR_{0,05} - LSD_{0,05} = 0,26$				

Tabela 2. Wpływ sposobu przerwania wegetacji międzyplonu koniczyny inkarnatki na plon kukurydzy

Table 2. Influence of options on the interruption vegetation clover on corn yields

Obiekty – <i>Treatments</i>	Plon – <i>Yield</i> ( $t \cdot ha^{-1}$ )
Bez koniczyny <i>Without clover</i>	4,45
Koniczyna zebrana na siano <i>Clover harvesting on hay</i>	5,87
Desykacja rzędowa koniczyny <i>Row clover desiccation</i>	7,01
Desykacja całej powierzchni <i>Whole surface desiccation</i>	8,34
$NIR_{0,05} - LSD_{0,05} = 0,18$	

## WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

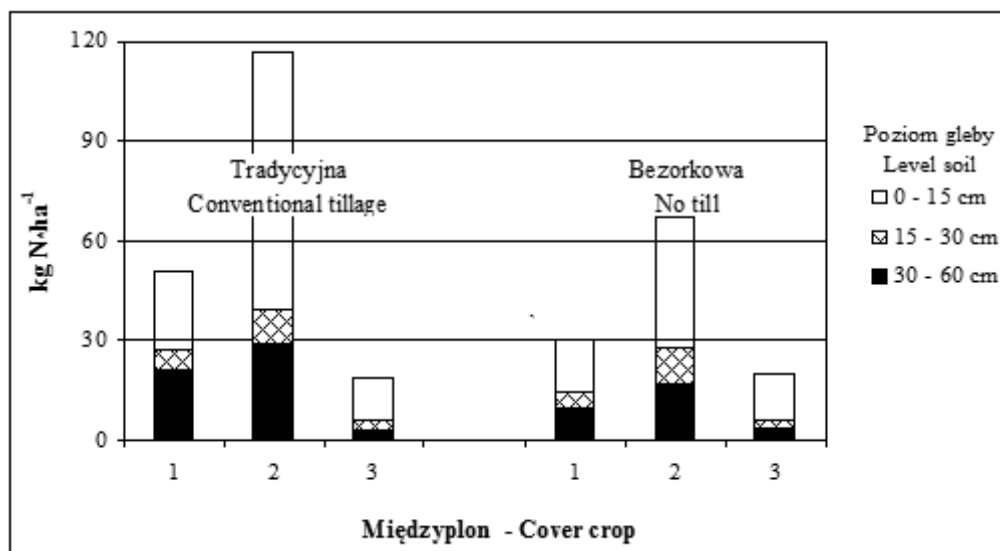
Uprawa roślin w międzyplonach ozimych i w systemie siewów bezpośrednich korzystnie wpływa na ograniczenie erozji wodnej gleby w okresie zimowo-wiosennym poprzez zmniejszenie spływów wód opadowych i tym samym przyczynia się do wzrostu wilgotności gleby [Jones i in. 1969, Pudełko i in. 1994, Thomas i Philips 1979]. Moldenhauser i in. [1983] wykazali, że ograniczanie erozji zależało od stopnia pokrycia gleby przez materiał roślinny – im pokrycie było większe tym efektywność większa. Według cytowanych autorów, już przy 20% pokryciu gleby przez rośliny poziom erozji zmniejszył się o 60%. Mulcz z roślin bobowatych zwiększa wilgo-

tność gleby, a jego korzystny wpływ utrzymuje się nawet do fazy kwitnienia kukurydzy, uprawianej jako roślina następcza [Frye i Blevins 1989]. Ponadto mulcz ogranicza występowanie chwastów, co spowodowane jest utrudnieniem kiełkowania, jak i rozkładem ich diaspor w wyniku zwiększonej aktywności mikroorganizmów glebowych [Clark i in. 2007, Pudełko i in. 1994, Saini i in. 2005, Wiatrak i in. 2002]. W badaniach Pudełki i in. [1994] oraz Wiatraka i in. [2002] sam system uprawy nie miał wpływu na zachwaszczenie ani też na skuteczność herbicydów doglebowych i nalistnych.

Uprawa roślin w międzyplonach prowadzi do wzrostu stosunku makroporów do mikroporów glebowych i zwiększa przemieszczanie składników pokarmowych z powierzchni gleby w głąb profilu. Ma to istotne znaczenie w sytuacji stosowaniu nawozów słabo rozpuszczalnych w systemie bezorkowym, w którym z powodu zaniechania zabiegów uprawowych nie wprowadza się ich do gleby. Międzyplony ozime poprzez pobieranie składników pokarmowych ograniczają ich straty z gleby w okresie zimowo-wiosennym, a uwalniają w trakcie zaawansowanej wegetacji rośliny następczej [Breitenbeck i Hutchinson 1994, Mc Cracken i in. 1993].

Wielu autorów ilość wiązanego azotu przez międzyplony roślin bobowatych określa na poziomie od 50 do 100 kg·ha<sup>-1</sup> [Balkcom i Reeves 2005, Collins i in. 2007, Rosolem i in. 2002].

Podobnie jak międzyplony, również siewy bezpośrednie ograniczają przemieszczanie składników pokarmowych, a zwłaszcza azotu do wód gruntowych [Mc Cracken i in. 1993, Pudełko i in. 1994, Schomberg i in. 2006, Wiatrak i in. 2005].



Ryc. 1. Wpływ uprawy i międzyplonu na zawartość azotu w glebie (Breitenbeck i Hutchinson 1994) 1 – bez międzyplonu, 2 – wyka ozima, 3 – pszenica ozima

Fig. 1. Influence of tillage and cover crop on nitrogen content in soil (Breitenbek and Hutchinson 1994) 1 – without cover crop, 2 – winter vetch, 3 – winter wheat

Przedstawione na rycinie 1 dane Breitenbecka i Hutchinsona [1994] wskazują, że zawartość azotu w glebie po wyce ozimej uprawianej w międzyplonie ozimym była średnio ponad dwukrotnie wyższa niż bez międzyplonu. Zdecydowanie niższą zawartość azotu stwierdzono gdy międzyplonem była pszenica ozima. Po międzyplonie i bez międzyplonu wyższą zawartość azotu w gle-

bie stwierdzono na uprawie tradycyjnej niż bezorkowej. Natomiast po pszenicy ozimej uprawianej w międzyplonie system uprawy nie miał wpływu na zawartość azotu. Niezależnie od systemu uprawy i stosowania międzyplonu największą zawartość azotu stwierdzono w wierzchniej warstwie gleby, czyli do głębokości 15 cm.

W badaniach Otta i Dabneya [1989] prowadzonych w Louisianie międzyplon w postaci koniczyny inkarnatki przyczynił się do wzrostu plonu kukurydzy uprawianej na ziarno, zarówno w systemie uprawy tradycyjnej, jak i w warunkach siewu bezpośredniego. Poziom wzrostu plonu był jednak uzależniony od dawki nawożenia azotem. Bez nawożenia kukurydzy tym składnikiem międzyplon podwajał plon, niezależnie od sposobu uprawy. W miarę wzrostu dawek nawożenia azotem następował przyrost plonu na uprawie tradycyjnej do dawki  $108 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a w sytuacji siewu bezpośredniego do  $144 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Dalsze zwiększanie dawek azotu do  $180 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  obniżało plon kukurydzy w obu systemach uprawy, lecz niżka była większa w obu systemach na obiektach bez międzyplonu niż po koniczynie inkarnatce. Niezależnie od poziomu nawożenia azotem, nawet przy dawce ujemnie wpływającej na plon kukurydzy, w obu systemach uprawy kukurydza plonowała wyżej po uprawianej w międzyplonie koniczynie niż bez międzyplonu. Zatem korzystny wpływ międzyplonu nie ograniczał się jedynie do zwiększenia dostępnego azotu, lecz również wpływał na inne czynniki plonotwórcze. Niezależnie od międzyplonu i dawek azotu wyżej plonowała kukurydza w systemie tradycyjnym niż w siewie bezpośrednim. Saini i in. [2005] wykazali jednak, że kukurydza uprawiana tradycyjnie plonowała niżej niż w siewie bezpośrednim.

W czteroletnich badaniach Oyera i Touchtona [1988] prowadzonych w dwóch miejscowościach stanu Alabama w systemie siewów bezpośrednich wykazano, że międzyplon koniczyny inkarnatki wpływał korzystnie na plon kukurydzy nie tylko uprawianej po kukurydzy, lecz również po soi. Plon kukurydzy uprawianej po soi i międzyplonie nie zależał od nawożenia azotem, natomiast uprawianej tylko po soi lub tylko po międzyplonie koniczyny plon wzrastał do  $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a uprawianej po kukurydzy do  $120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

Varco i Marshall [1988] prowadząc badania w Mississipi wykazali, że plon kukurydzy uprawianej po wyce ozimej w międzyplonie nie zależał od nawożenia azotem, a po rajgrasie wzrastał do  $174 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

W badaniach własnych przeprowadzonych na Florydzie plon kukurydzy był wyższy w stanowisku zostawionym przez międzyplon koniczyny inkarnatki niż w stanowisku bez międzyplonu i to niezależnie od sposobu siewu. Międzyplon zastępował  $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Po zebraniu międzyplonu na siano plon był niższy niż bez jego koszenia, niezależnie od nawożenia azotem (tab. 1).

O współdziałaniu nawożenia azotem z międzyplonem roślin bobowatych na plon rośliny następczej donoszą inni autorzy [Bauer i Reeves 1999, Touchton i in. 1982]. Niektórzy autorzy podają, że poziom dodatniego efektu oddziaływania międzyplonów zależy od terminu ich siewu, a zwłaszcza od terminu siewu rośliny następczej [Bauer i Reeves 1999, Raper i in. 2000, Wagger 1989].

W badaniach własnych przeprowadzonych na Florydzie w miarę opóźniania terminu siewu kukurydzy jako rośliny następczej uprawianej po międzyplonie koniczyny inkarnatki, z 25 II poprzez 27 III do 11 IV plony zmniejszyły się odpowiednio o 91, 65 i  $41 \text{ dt} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Sposób przerwania wegetacji koniczyny inkarnatki uprawianej w międzyplonie przed wysiewem kukurydzy miał istotny wpływ na poziom jej plonów. Obrazują to wyniki z Florydy przedstawione w tabeli 2. Najwyższy plon ziarna kukurydzy uzyskano po opryskiwaniu całej powierzchni koniczyny preparatami Paraquat i Roundup oraz zastosowanie siewu bezpośredniego. Rzędowa desykacja koniczyny przyczyniła się do obniżenia plonu ziarna kukurydzy jako rośliny następczej. Również zaoranie koniczyny i dokonanie siewu tradycyjnego było mniej korzystne. Niższe plony ziarna kukurydzy uzyskano również w sytuacji zbioru międzyplonu na siano i to niezależnie od sposobu siewu kukurydzy.

## PODSUMOWANIE

W podsumowaniu należy podkreślić celowość uprawy w międzyplonach roślin bobowatych w południowo-wschodnich stanach USA. Przyczyniają się one do wzrostu plonowania roślin następczych, ograniczając koszty produkcji poprzez zmniejszenie lub zaniechanie nawożenia azotem. Uprawy te hamują również wymywanie azotu do wód gruntowych oraz wzbogacają glebę w materię organiczną i zmniejszają erozję wodną gleb. Międzyplony bobowate szczególnie nadają się do uprawy w systemie bezorkowym. Pozostawiony przez nie mulcz zmniejsza bezproduktywne parowanie wody z gleby, co jest istotne dla roślin następczych, wolno zakrywających powierzchnię pola. Zbiór na zielonkę lub siano zmniejsza korzystne działanie międzyplonów. Również niewskazane jest rzędowe stosowanie herbicydów do niszczenia międzyplonów, gdyż pozostawione rośliny między rzędami rośliny następczej konkurują z nią, a przez to obniżają jej plonowanie, w porównaniu do opryskiwania całej powierzchni. Ponadto należy podkreślić, że o powodzeniu stosowania międzyplonów ozimych decyduje termin ich siewu, a zwłaszcza termin siewu roślin następczych.

## PIŚMIENNICTWO

1. Anderson, J. R., Hubbard, N.L., Shaw, F.D., Smith, F.W. 1990. Managing winter-annual legumes as nitrogen sources for no-tillage corn on sandy coastal plain soils. Proc. 13<sup>th</sup> Southern Cons. Till. Conf., 16–17 July 1990, Raleigh, NC: 104–107.
2. Balkcom, K.S., Reeves, D.W. 2005. Sunn-hemp utilized as a legume cover crop for corn production. *Agron. J.* 97: 26–31.
3. Bauer, P.J., Reeves, D.W. 1999. A comparison of winter cereal species and planting dates as residue cover for cotton grown with conservation tillage. *Crop Sci.* 39: 1824–1830.
4. Breitenbeck, G.A., Hutchinson, R.L. 1994. Influence of tillage and winter cover crop on nitrogen status of cotton. Proc. 17<sup>th</sup> Southern Cons. Till. Conf., 7–9 June 1994, Columbia, SC: 50–55.
5. Clark, A.J., Meisinger, J.J., Decker, A.M., Mulford, F.R. 2007. Effects of a grass-selective herbicide in a vetch-rye cover crop system on corn grain yield and soil moisture. *Agron. J.* 99: 43–48.
6. Collins, H.P., Delgado, J.A., Alva, A.K., Follett, R.F. 2007. Use of nitrogen-15 isotopic techniques to estimate nitrogen cycling from a mustard cover crop to potatoes. *Agron. J.* 99: 27–35.
7. Frye, W.W., Blevins, R.L. 1989. Economically sustainable crop production with legume cover crops and conservation tillage. *J. Soil Water Conserv.* 44: 57–60.
8. Hoyt, G.D. 1990. Choosing a legume cover crop for no-till corn. Proc. 13<sup>th</sup> Southern Cons. Till. Conf., 16–17 July 1990, Raleigh, NC: 94–97.
9. Jones, J.N., Moody, J.E., Lillard, J.H. 1969. Effects of tillage, no-tillage and mulch on soil water and plant growth. *Agron. J.* 61: 719–721.
10. Mc Cracken, D.V., Hargrove, W.L., Box, J.E., Cabrera, M.L., Johnson, J.W., Raymer, P.L., Harbers, G.W., Johnson, A.D. 1993. Influence of tillage and cover cropping on nitrate leaching. Proc. 16<sup>th</sup> Southern Cons. Till. Conf., 15–17 June 1993, Monroe, LA: 11–15.
11. Moldenhaus, W.C., Langdole, G.W., Frye, W., Cool, D.K., Papendick, R.J. 1983. Conservation tillage for erosion control. *J. Soil Water Conserv.* 38: 144–151.
12. Ott, S.L., Dabney, S.M. 1989. Corn production and profitability as influenced by tillage, winter cover and nitrogen fertilizer. Proc. 12<sup>th</sup> Southern Cons. Till. Conf., 12–13 July 1989, Tallahassee, FL: 29–33.
13. Oyer, L.J., Touchton, J.T. 1988. Nitrogen fertilizer requirements for corn with no-tillage and cropping systems. Proc. 11<sup>th</sup> Southern Cons. Till. Conf., 10–12 August 1988, Tupelo, MS: 38–40.
14. Pudełko, J., Wright, D.L., Wiatrak, P. 1994. Stosowanie ograniczeń w uprawie roli w Stanach Zjednoczonych AP. *Post. Nauk Rol.* 1: 153–160.
15. Raper, R.L., Reeves, D.W., Burmester, C.H., Schwab, E.B. 2000. Tillage depth, tillage timing, and cover crop effects on cotton yield, soil strength, and tillage energy requirements. *Appl. Eng. Agric.* 16: 379–385.

16. Rosolem, C.A., Foloni, J.S.S., Tiritan, C.S. 2002. Root growth and nutrient accumulation in cover crops as affected by soil compaction. *Soil Tillage Res.* 65: 109–115.
17. Saini, M., Price, A.J., Van Santen, E. 2005. Winter weed suppression by winter cover crops in a conservation-tillage corn and cotton rotation. *Proc. 27<sup>th</sup> Southern Cons. Till. Conf.*, 27–29 June 2005, Florence, SC: 124–130.
18. Schomberg, H.H., Endale, D.M. 2004. Cover crop effects on nitrogen mineralization and availability in conservation tillage cotton. *Biol. Fertil. Soils.* 40: 398–405.
19. Schomberg, H.H., McDaniel, R.G., Mallard, E., Endale, D.M., Fisher, D.S., Cabrera, M.L. 2006. Conservation tillage and cover crop influences on cotton production on a southeastern U.S. Coastal Plain Soil. *Agron. J.* 98: 1247–1256.
20. Terra, J.A., Shaw, J.N., Reeves, D.W., Raper, R.L., Van Santen, E., Mask, P. 2004. Soil carbon relationships with terrain attributes, electrical conductivity surveys, and soil map units in a Coastal Plain Landscape. *Soil Sci.* 169: 819–831.
21. Thomas, G.W., Philips, R.F. 1979. Consequences of water movement in macropores. *J. Envir. Qual.* 8: 149–152.
22. Touchton, J.T., Gardner, W.R., Hargrove, W.L., Duncan, R.R. 1982. Reseeding crimson clover as a N source for no-tillage grain sorghum production. *Agron. J.* 74: 283–287.
23. Varco, J.J., Marshall, L.K. 1988. Cover cropping and N fertilization for no-tillage corn production in Mississippi. *Proc. 11<sup>th</sup> Southern Cons. Till. Conf.*, 10–12 August 1988, Tupelo, MS: 47–48.
24. Wagger, M.G. 1989. Time of desiccation effect on residue composition and subsequent nitrogen release from several winter annual cover crops. *Agron. J.* 81: 236–241.
25. Wiatrak, P.J., Wright, D.L., Pudelko, J.A., Majchrzak L. 2002. Weed control programs in conservation-till planted cotton. *Soil Crop. Sci. Soc. Florida Proc.* 61: 41–45.
26. Wiatrak, P.J., Wright, D.L., Marois, J.J., Koziara, W., Pudelko, J.A. 2005. Tillage and nitrogen application impact on cotton following wheat. *Agron. J.* 97: 288–293.

J. PUDELKO, J. SZUKAŁA

## WINTER COVER CROP ON NO TILLAGE SYSTEM IN SOUTH-EASTERN STATES OF USA

### Summary

In the last decades of XX century in south-eastern states of USA increase of are of papilionaceous plant as winter cover crop was observed. The reasons to return of winter cover crop were the U.S. Congress act from 1985 to prohibit fall ploughing on soil exposed to erosion, increase prices of energy-intensive nitrogen fertilization and introduction no tillage system which allow to leaving mulch. Winter cover crop of papilionaceous allows to limitation or renunciation nitrogen fertilization following plants.

Mulch decrease of erosion, evaporation of soil and increase of humidity and activity of soil micro-organism contributing to growth of following plants.

Positive influence of winter cover crop depending on sowing date, especially earlier sowing following plants. The effect of winter cover crop on yielding following plants depending on interrupts of their vegetation. Application of desiccants on whole surface is advantageous than rows application. Harvest on green matter or hay decrease positive effect of winter cover crops.

---

Prof. dr hab. Jerzy Pudelko

Katedra Uprawy Roli i Roślin

Akademia Rolnicza

ul. Mazowiecka 45/46, 60-623 Poznań

kurr@au.poznan.pl