

Znaczenie nawozowe międzyplonów w uprawie pszenicy

Tadeusz Zajac

*Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin
Akademia Rolnicza im. H. Kollątaja w Krakowie
al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków
e-mail: rkszur@ar.krakow.pl*

Słowa kluczowe: Nawozy zielone, międzyplony ścierniskowe, wsiewki poplonowe, gatunki, pszenica ozima

Dobór gatunków i mieszanek uprawianych na zielony nawóz w międzyplonach ścierniskowych i wsiewkach poplonowych

W ostatnich latach panuje zgodna opinia co do celowości uprawy międzyplonów ścierniskowych i wsiewek śródplonowych w gospodarstwach nie posiadających zwierząt lub w których udział zbóż w strukturze zasiewów jest nadmiernie wysoki. Oba te czynniki, oddzielnie lub niestety często we wzajemnej interakcji, prowadzą do wystąpienia ujemnego bilansu materii organicznej w glebie, co w konsekwencji prowadzi do jej „odpróchnicowania” i obniżenia żyzności [2, 16, 20]. Problemem w uprawie międzyplonów – zagadnienia z pozoru szeroko znanego praktyce rolniczej – jest dobór gatunków i odmian, sposobów siewu oraz terminów przyorania nadziemnej biomasy. Rolnictwo zachodniej półkuli intensywnie wprowadza do struktury zasiewów rośliny motylkowate, głównie strączkowe, uprawiane jako zielony ugór [4, 27, 28, 29, 35]. Lansuje także siew pasowy [13] oraz wdraża uprawę wsiewek [1, 33]. W naszym kraju względy ekonomiczne – zasadzające się na niskiej cenie nasion roślin krzyżowych, w połączeniu z dużą dynamiką wzrostu gatunków z tej grupy botanicznej – sprawiły, że współcześnie dominują one w tego typu zasiewach. Zdecydowanie zmniejszył się natomiast udział gatunków roślin strączkowych oraz gryki, co ze względów agroekologicznych jest niewłaściwe.

Zgodnie z definicją nawozami zielonymi są niedojrzałe rośliny lub ich części, przyorywane w celu użyczenia gleby [24]. Polska w porównaniu z większością krajów UE dysponuje mierną jakością rolniczej przestrzeni produkcyjnej, dlatego nasze

rolnictwo boryka się głównie z niedoborem przyswajalnych form składników pokarmowych – N, P i K, a nie ich nadmiarem. Można rokować z dużym stopniem prawdopodobieństwa, że rozwinięcie uprawy międzyplonów i wsiewek na cele nawozowe jest posunięciem właściwym, z uwagi na konieczność modyfikacji agrotechniki pszenicy oraz dobro środowiska rolniczego w ramach „Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich”, co jest tożsame z zasadami zrównoważonego rolnictwa [11].

Wiadomo że wczesny termin siewu, czyli w drugiej połowie lipca, sprzyja uzyskaniu wysokiego plonu międzyplonów ścierniskowych, co ma podstawowe znaczenie, gdy ta masa roślinna jest przeznaczana na źródło biogenów dla zbóż, a w szczególności dla pszenicy ozimej [9]. Skinder i Sypniewski [30] zaznaczają, że rośliny uprawiane jako międzyplon ścierniskowy mają inne warunki wzrostu niż wysiewane wiosną, ponieważ w pełni lata, w terminie nietypowym dla ich właściwości biologiczno-rolniczych, rozwój przypada na długi dzień, temperatura gleby i powietrza w tym okresie jest wysoka, często występują okresy suszy glebowej, które ograniczają kiełkowanie wysianych nasion oraz spowalniają wzrost, a przyspieszają rozwój roślin, co niekorzystnie rzutuje na wielkość plonu nadziemnej biomasy. Prawdopodobnie większą wierność i stabilność plonowania międzyplonów ścierniskowych można uzyskać poprzez uprawę mieszanek, które należy siać jak najwcześniej, przy uproszczonej uprawie przedsewnej, stosowanej w celu ograniczenia strat wody w glebie i przyspieszenia terminu siewu [30, 40]. Wojciechowski [37] uważa jednak, że o powodzeniu uprawy – które mierzy się wielkością plonu biomasy – tego typu zasiewów decyduje korzystny dla ich wzrostu i rozwoju przebieg pogody we wrześniu i październiku, co może być istotne tylko przy ich przeznaczeniu nawozowym dla zbóż jarych lub roślin okopowych. Modyfikacja technologii uprawy pszenicy, poprzez włączenie do niej międzyplonów ścierniskowych i wsiewek jako źródła azotu i innych makropierwiastków, może być lepsza pod względem agrotechnicznym i przyrodniczym niż uproszczona uprawa. W podsumowaniu nawozowego wykorzystania biomasy międzyplonów w uprawie zbóż ozimych Zajac [41] stwierdza, że w gospodarstwach bez inwentarza żywego, względnie ograniczających hodowlę zwierząt, świadomie należy dążyć do zastępowania obornika biomasą międzyplonów i wsiewek przeznaczonych na przyoranie, traktując je jako rekompensatę za utraconą powierzchnię dobrych przedplonów (motylkowate w tym strączkowe, okopowe), a do nauki należy zweryfikowanie ich plonotwórczego oddziaływania na wielkość i jakość plonu ziarna pszenicy ozimej. Demidowicz i Gonet [9] oraz Ziółek [42] podkreślają, że rozszerzenie uprawy międzyplonów, złożonych z jednorocznych roślin, różniących się szeregiem właściwości biologiczno-rolniczych, pozwalało dawniej na zwiększenie produkcji zielonej masy dla przeżuwaczy, zwłaszcza przy wysiewie po roślinach wczesnie schodzących z pola, głównie po rzepaku ozimym i jęczmieniu, czyli w końcu lipca lub na początku sierpnia. Dawne i współczesne oceny przydatności gatunków i odmian do uprawy w międzyplonach ścierniskowych dokonywane są na podstawie dynamiki wzrostu roślin, zdolności do szybkiego ocienienia powierzchni

gleby przez tworzącą się powierzchnię liści oraz dynamiki gromadzenia masy [7, 18, 19, 40], a także nawozowego znaczenia przyoranych resztek pozbiorowych czy całej biomasy i ich wpływu na plonowanie pszenicy jako rośliny następczej [15, 28, 35, 39].

Wdrożona w krajach UE „dyrektywa azotanowa” wymusza niemal całoroczną obecność roślin na polu. Realizowana jest ona głównie poprzez uprawę wsiewek śródplonowych oraz różnych gatunków międzyplonów, tak aby nie dochodziło do wypłukiwania związków azotu i zanieczyszczania nimi wód gruntowych i powierzchniowych. Spełnienie agroekologicznych uwarunkowań jest możliwe poprzez uprawę różnych botanicznie gatunków jako wsiewek śródplonowych oraz w formie międzyplonów ścierniskowych lub ozimych.

Biomasa międzyplonów jako „nawozów zielonych” istotnym źródłem możliwości poprawienia stanowisk dla pszenicy

Ograniczenie powierzchni uprawy innych grup użytkowych roślin rolniczych na rzecz zbóż, unaocznia dlatego w zaistniałej sytuacji należy rozwinąć uprawę międzyplonów, jako „nawozów zielonych”, traktowanych w obecnej sytuacji jako istotny czynnik poprawiający wartość nawozową stanowisk dla zbóż, głównie pszenicy. Ta tendencja nakłada się na współcześnie rozwijające się zainteresowanie nauki i praktyki rolniczej nowymi, bardziej proekologicznymi metodami w produkcji roślinnej, w tym zwłaszcza uprawą międzyplonów, które mogą doprowadzić do wzrostu znaczenia w wykorzystaniu do nawożenia pszenicy biomasy roślinnej udanych międzyplonów ścierniskowych i wsiewek, traktowanych jednocześnie jako źródło substancji organicznej i azotu. Pierwszym który to wykazał był Bochniarz [7], podkreślając na podstawie badań przeprowadzonych na terenie Polski, że resztki poźniwne (pozbiorowe) udanych międzyplonów ścierniskowych wywierają dodatni wpływ na plon roślin następczych, a najwyższe efekty, oceniane na 150–300 kg ziarna z ha uzyskuje się w pierwszym roku po zebraniu międzyplonu ścierniskowego, ponieważ w dalszych latach to oddziaływanie na plon roślin następczych było niewidoczne.

Roślinna substancja organiczna wpływa na różnorodne właściwości gleby, a w konsekwencji na jej żyzność. Na podstawie przeglądu literatury Wojciechowski [37] uważa międzyplony ścierniskowe za istotny element zmianowania, ponieważ wiąże się to z podniesieniem produktywności gleb, poprzez dostarczenie masy roślinnej jako substratu do przemian biologiczno-chemicznych, a także lepiej jest chronione środowisko rolnicze, z uwagi na ograniczoną erozję wietrzną i wodną gleby. W krajach Europy, zwłaszcza w Polsce, gatunki roślin z rodziny kapustnych (krzyżowych) uzyskały dominującą rolę w tego typu uprawach z uwagi na stabilność plonowania, niskie koszty uprawy, wiążące się z niską ceną materiału siewnego oraz powszechnie uznaną i docenianą rolą fitosanitarną [10, 25, 30]. Jednak plonowanie międzyplonów

zmienia się w szerokich granicach w klimatycznie różnych sezonach wegetacji, a przeciwdziałanie tym tendencjom upatruje się w uprawie mieszanek roślin strączkowych z krzyżowymi [40, 42].

Oceniając skutki następcze przyorania całej nadziemnej biomasy międzyplonów lub ich resztek pozbiorowych na glebę, Andrzejewska [2] – na podstawie przeglądu wyników różnych prac naukowych – podkreśla, że w ich konsekwencji zmieniają się jej właściwości biologiczne, chemiczne i fizyczne. Biomasa międzyplonów jest głównie źródłem węgla organicznego, azotu, potasu i wapnia, udostępnianych stopniowo roślinom następczym. Bis i in. [5] na podstawie szczegółowej analizy liczebności mikroorganizmów i intensywności przeprowadzanych przez nie procesów biochemicznych stwierdzili, że najlepszymi właściwościami mikrobiologicznym charakteryzowała się ryzosfera pszenicy ozimej uprawianej na stanowiskach po międzyplonie: gorczycy białej, gryki i bobiku, natomiast ryzosfera pszenicy jarej – po życicy wielokwiatowej, gorczycy białej i bobiku.

Uwalnianie pierwiastków z biomasy nawozowej międzyplonów przebiega z różną szybkością ponieważ masa roślin motylkowatych rozkłada się szybciej niż masa organiczna gatunków niemotylkowych [17]. Dlatego z rolniczego punktu widzenia, mając na uwadze akumulację azotu w nadziemnym plonie biomasy, w międzyplonach ścierniskowych lepiej jest uprawiać proste mieszanki, do których obok gorczycy białej i bobiku można także włączać peluszkę, grykę i rzodkiew oleistą [39, 40, 42]. Kulig i in. [21] proponują, aby stanowisko dla pszenic – ozimej lub jarej po bobiku (roślinie pozostawiającej duże ilości azotu w glebie) było przesiane rzodkwią oleistą, która może być wysiana w tę roślinę strączkową jako wsiewka w drugiej dekadzie lipca (przedplon dla pszenicy ozimej) lub wysiew rzodkwi oleistej jako międzyplonu ścierniskowego może być dokonany w terminie późniejszym, po jego zbiorze na nasiona. Przewodnim przesłaniem takiego postępowania jest dążenie do ograniczenia strat azotu, poprzez jego wymywanie w okresie jesienno-zimowo-wiosennym, kiedy pobieranie tego pierwiastka przez pszenicę ozimą jest małe, a azot pozostaje w częściach (trudnych do ilościowego określenia) sukcesywnie rozkładającej się biomasy rzodkwi. W referowanych badaniach za okres trzechlecia plony suchej masy nadziemnych części rzodkwi oleistej uprawianej jako wsiewka w bobik i przyorywanej w drugiej dekadzie września (14–18.09) wyniosły $2216 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ o zawartości azotu – 2,94% s.m. Przeznaczenie dla pszenicy jarej wsiewki oraz międzyplonu rzodkwi oleistej spowodowało przedłużenie okresu ich jesiennej wegetacji i wzrost plonu części nadziemnych tego gatunku, który wynosił odpowiednio 3008 i $3302 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Uzyskany plon nadziemnych części roślin należy ocenić jako wysoki, zwłaszcza w odniesieniu do wsiewki, na której uprawę poniesiono bardzo małe nakłady. W tych badaniach wykazano, że przyorana biomasa rzodkwi oleistej, uprawianej jako wsiewka w bobik lub jako międzyplon ścierniskowy po jego zbiorze nie różnicowała zawartości węgla organicznego (C-org.) w warstwie próchnicznej zdegradowanego czarnoziemu w ciągu jednego sezonu wegetacyjnego, chociaż stwierdzono duże różnice

zawartości C-org. między terminami poboru prób, a największa wystąpiła na początku czerwca.

Badania przeprowadzone przez Gondka i Zająca [14] wykazały, że przyoranie biomasy różnych międzyplonów również nie różnicowało istotnie zawartości azotu ogólnego i węgla organicznego w poziomie próchnicznym gleby, lecz pod wpływem tego zabiegu następował w niej istotny wzrost niskopolimeryzowanych frakcji związków próchnicznych, który ujawnił się zwłaszcza pod wpływem przyorania masy roślinnej wsiewki koniczyny czerwonej oraz międzyplonów ścierniskowych: gorczyca białej i gryki. W tych badaniach stwierdzono także, że najwięcej kwasów huminowych wystąpiło w obiektach z przyoraną biomasą koniczyny czerwonej i bobiku, a kwasów fulwowych po przyoraniu słomy jęczmienia ozimego i gryki. Ocena wartości technologicznej ziarna pszenicy ozimej 'Sakwa', przeprowadzona przez Gambuś i in. [12], a uprawianej po obiektach przedstawionych w tabeli 1 (z wyjątkiem mieszanek), wykazała poprawę jakości pszenicy, a najbardziej odpowiednimi dla niej przedplonami okazały się: wsiewka koniczyny czerwonej oraz międzyplony ścierniskowe bobiku i owsa, a także przyorana słoma jęczmienia ozimego.

W pracy Zająca i Witkowicza [39] wykazano, że wielkość nagromadzenia makroskładników w częściach nad- i podziemnych śródplonowej wsiewki koniczyny czerwonej odm. 'Nike' była bardziej zależna od plonu ściernianki niż od ich procentowej zawartości. Zawartość N, P, K, Ca, Mg i Na bez względu na wymiary roślin (małe, duże) była podobna, co pokazuje, że wzrost ich nagromadzenia w biomacie wynika tylko z maksymalizacji plonowania związanej głównie z dobozem i agrotechniką rośliny ochronnej i przebiegiem pogody w czasie wegetacji. W badaniach przeprowadzonych we wschodniej Kanadzie Abdin i in. [1] porównywali dwa terminy siewu 12 międzyplonów, złożonych głównie z gatunków roślin motylkowatych i traw. Wcześniejszy wysiew umożliwił ponadto uzyskanie wyższego plonu nadziemnej biomasy o 17,5–32%, a także lepsze pokrycie roślinnością powierzchni gleby niż siew późniejszy. Należy podkreślić fakt, że w warunkach rolnictwa USA i Kanady często wsiewki roślin motylkowatych wykorzystywane są jako źródło masy nawozowej i azotu dla roślin następczych, głównie pszenicy i kukurydzy [1, 33]. Gospodarcza konieczność polepszenia stanowisk dla zbóż w stanie Wisconsin była przedmiotem badań, które przeprowadzili Stute i Posner [33]. Z wielu porównywanych rozwiązań agrotechnicznych, jako najlepsze do tego celu zalecają dwa: uprawę koniczyny czerwonej w formie wsiewki śródplonowej i międzyplon mieszanki owsa z wyką kosmatą, których biomasa można jesienią przyorać, względnie pozostawić przez okres zimy jako mulcz roślinny. Poszukując w obrębie roślin motylkowatych gatunków alternatywnych do uprawy w warunkach chłodnego klimatu Szwecji jako wsiewki śródplonowe, za przydatne do tego celu uznano między innymi komonicę zwyczajną (*Lotus corniculatus* L.) i koniczynę rozdętą (*Trifolium fragiferum* L.) [18].

Wojciechowski [38] podkreśla, że zastosowanie nawozów zielonych pochodzących z międzyplonu ścierniskowego złożonego z peluszki, wyki jarej, owsa

Tabela 1. Wpływ doboru gatunków wsiewek i międzyplonów ścierniskowych na ich plonowanie oraz ilość nagromadzonego azotu podczas przyorania z uwzględnieniem oddziaływania na powierzchnię liści oraz plon ziarna pszenicy ozimej jako rośliny następczej [40]

Obiekty wsiewek i międzyplonów ścierniskowych	Plon suchej masy obiektów [t · ha ⁻¹]	Nagromadzenie azotu w nadziemnej biomasie obiektów [kg · ha ⁻¹]	Powierzchnia blaszek liści żdźbła pszenicy w fazie kłoszenia [cm ²]	Plon ziarna pszenicy – rośliny następczej [t · ha ⁻¹]
Samosiew po zaoranej ścierni jęczmienia oz.	0,74 ± 0,661 a*	15,76 ± 12,71a	62.02 a	5,03 a
Samosiew po zaoranej słomie jęczmienia oz.	0,90 ± 0,904 a	21,81 ± 22,14 ab	61.81 a	5,77 abc
Wsiewka życicy wielokwiatowej	4,01 ± 3,070 b	61,08 ± 89,97 abc	67.59 ab	4,90 a
Wsiewka koniczyny czerwonej	4,93 ± 1,885 b	97,34 ± 95,03 abc	69.01 ab	5,29 ab
Owies	3,65 ± 1,810 b	82,22 ± 55,75 abc	71.56 ab	5,64 abc
Gryka	6,14 ± 1,243 bc	97,86 ± 39,72 abc	73.55 ab	6,15 bcd
Bobik	4,28 ± 1,643 b	135,13 ± 49,64 c	75.37 ab	6,38 cd
Gorczyca biała	7,12 ± 1,860 c	117,29 ± 62,86 bc	67.96 ab	6,03 bcd
Mieszanka bobik 50 + gorczyca 50%	5,79 ± 1,441 bc	115,91 ± 25,71 bc	77.07 ab	6,10 bcd
Mieszanka krzyżowych**	7,10 ± 3,277 c	121,01 ± 54,87bc	71.52 ab	6,31 cd
Mieszanka strączkowych***	3,97 ± 0,901 b	141,53 ± 25,50 c	83.25 b	6,95 d

* Średnie w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się między sobą istotnie.

** Mieszanka krzyżowych = gorczyca biała 33% + rzodkiew oleista 33% + facelia 33%

*** Mieszanka strączkowych = bobik 33% + peluszka 33% + wyka jara 33%

i słońca umożliwiło uzyskanie wysokiego plonu ziarna pszenicy – $5,91 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Pozostałe objekty w tych badaniach czyli międzyplon rzepaku ozimego i uprawa tradycyjna spowodowały obniżenie plonu ziarna, odpowiednio o $0,35$ i $0,67 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Autor zaznacza jednak, że w latach o suchym okresie letnio-jesiennym pszenica wysiana na stanowisku po międzyplonach plonowała gorzej o $0,13 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ w porównaniu z uprawą tradycyjną. W literaturze spotyka się różne opinie odnośnie efektu plonotwórczego dla zbóż (roślin następczych), uprawianych w stanowiskach po przyoranych międzyplonach, począwszy od stwierdzeń wykazujących wzrost plonu ziarna o $0,2$ – $0,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, poprzez brak wykazania istotnego wpływu na plonowanie, co jednak odnosi się do słabo plonujących wsiewek koniczyny czerwonej i seradeli, po doniesienia o spadku plonowania w następstwie przyorania międzyplonowych wsiewek traw [2]. Ocena tych zależności w aspekcie produkcyjnym, pokazuje że tylko wysokopienne fitocenozy międzyplonów i wsiewek mogą stanowić dobry przedplon dla zbóż. Duża liczba różnorodnych badań przeprowadzonych w latach osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku, wykazała że współcześnie międzyplony traktowane są jako element agrotechniki mający poważne znaczenie w specjalistycznym zmianowaniu zbóż oraz chroniący glebę przed erozją i wymywaniem z niej azotu w okresie jesienno-zimowo-wiosennym. Znacznie szersza dokumentacja tej aktualnej dla rolnictwa problematyki zawarta jest w pracach przeglądowych Andrzejewskiej [2] i Wojciechowskiego [37].

Kościelniak [20] zauważa że do intensyfikacji uprawy międzyplonów ścierniskowych, traktowanych jako przerywniki w zmianowaniu między dwiema roślinami zbożowymi, niezbędne są nowoczesne maszyny: kombajny zbożowe z szarpaczami słomy, kultywatory podorywkowe, agregaty uprawowo-siewne, które umożliwią terminowy i agrotechnicznie poprawny ich wysiew. Andrzejewska [2] podkreśla, że celowe jest kontynuowanie prac nad poszukiwaniem odpowiednich gatunków i odmian przydatnych do uprawy jako międzyplony oraz prac agrotechnicznych nad niezawodnymi sposobami siewu, a także nad terminami i sposobami ich przyorania. Nowatorskie i odmienne tendencje zarysowały się w Szwecji, gdzie Karlsson-Strese i in. [18] w szeroko zakrojonych badaniach, ocenili ponad 1000 form wywodzących się z 134 gatunków i podkreślają, że rośliny przeznaczone do uprawy jako międzyplony powinny odznaczać się następującymi cechami i właściwościami biologiczno-rolniczymi: wolny początkowy wzrost, znaczny wigor w drugiej połowie sezonu wegetacyjnego, odporność na mróz, choroby i szkodniki, brak rozmnażania generatywnego i wegetatywnego w roku siewu. W wyniku tych prac jako najbardziej perspektywiczne do dalszych badań wytypowano *Cichorium intybus* L., *Lotus corniculatus* L., *Trifolium fragiferum* L. oraz ozime formy rodzaju *Brassica*, a także niektóre gatunki z rodzaju *Lolium*. Dla cieplejszych rejonów Anglii Keatinge i in. [19] przeprowadzili badania międzyplonów złożonych z aklimatyzowanych gatunków subtropikalnych, jako potencjalnie plenniejszych, których reakcję fotoperiodyczną i plonowanie odnoszono do roślin motylkowatych, czyli – bobiku, wyk, koniczyny perskiej i łubinu zmiennego.

Porównując problematykę badawczą dotyczącą uprawy międzyplonów w USA, Kanadzie, Anglii, Skandynawii i w Polsce trzeba stwierdzić, że ilość, zakres podjętych i przeprowadzonych w kraju opracowań nawozowego wykorzystania biomasy wsiewek i międzyplonów dla pszenicy, wykazuje, że sfera badań nie nadąża za szybko zmieniającymi się warunkami we współcześnie prowadzonej produkcji roślin zbożowych. Bardziej intensywnie poszukiwano substytutów obornika w uprawie warzyw i roślin okopowych. Wadas [36] ustaliła, że efekt plonotwórczy przyoranej biomasy facelii i bobiku na plonowanie ziemniaków i kapusty w warunkach gleby lekkiej był analogiczny jak obornika, natomiast przyoranie wyki i żyta było pod tym względem lepsze w porównaniu do tego nawozu organicznego. W dobrych warunkach glebowych (kompleksy pszenne) uprawa międzyplonów ścierniskowych, przeznaczonych do nawożenia ziemniaków, powoduje zwiększenie wielkości plonu suchej masy roślin, zwłaszcza gorczycy białej, dlatego współcześnie w kraju ten gatunek jest niejako synonimem międzyplonu przeznaczonego na cele nawozowe [10].

Znaczenie przedplonu w uprawie pszenicy

Pszenica zwyczajna jest najważniejszą rośliną rolniczą świata z uwagi na dostarczanie w plonie ziarna, wykorzystywanego jako pożywienie dla ludzi, największej ilości kalorii. Podobne tendencje występują także w Polsce. Od dawna wiadomo, że spośród roślin zbożowych pszenica zwyczajna ma największe wymagania glebowe i nawozowe, których zaspokojenie dla współczesnej praktyki rolniczej jest coraz trudniejsze z uwagi na rezygnacje w wielu gospodarstwach z klasycznego zmianowania, wypracowanego przez nauki rolnicze oraz ugruntowanego przez praktykę rolniczą w ciągu ubiegłego wieku [8, 23]. Konfrontacja wartości przedplonowej stanowisk po zbożach i potrzeb nawozowych pszenicy ozimej, zwłaszcza w odniesieniu do azotu, wskazuje na celowość wykorzystania na zielony nawóz głównie roślin dwuliściennych, a szczególnie motylkowatych, które akumulują na drodze biologicznej znaczne ilości tego pierwiastka, deponowanego w plonie nad- i podziemnej masy.

Dane odnoszące się do plonu biomasy wsiewek i międzyplonów ścierniskowych i ilości zgromadzonego w niej azotu, zamieszczone w tabeli 1 wykazują, że w dobrych warunkach siedliska (kompleks pszenno-żytniowy bardzo dobry) na stanowisku po jęczmieniu ozimym międzyplony ścierniskowe są lepszym źródłem biomasy nawozowej i azotu niż wsiewki śródplonowe, czy pozostawienie nieobsianej zaoranej roli. Spośród porównywanych gatunków gorczyca biała jako międzyplon ścierniskowy, uprawiana w czystym siewie lub w dwu- i trójgatunkowych mieszankach plonuje wysoko i jej nadziemna biomasa stanowi wydajne źródło azotu dla rośliny następczej – pszenicy ozimej. Uprawa bobiku w mieszance z roślinami strączkowymi – peluszką i wyką jarą umożliwiła uzyskanie wyższej zawartości azotu w plonie suchej masy, dlatego ten sposób siewu bobiku jest lepszy i zarazem tańszy niż jego uprawa indywidualna (siew

czysty). Owies w uprawie międzyplonowej nie jest równie dobrym przedplonem dla pszenicy ozimej jak gorczyca biała lub bobik, względnie ich dwu- i trójgatunkowe mieszanki. Z rolniczego punktu widzenia, mając na uwadze akumulację azotu w nadziemnym plonie biomasy, na cele nawozowe dla pszenicy ozimej w międzyplonach ścierniskowych lepiej jest uprawiać mieszanki, w których obok gorzycy białej i bobiku, występują peluszka, wyka, rzodkiew oleista i facelia. Najwięcej azotu pod pszenicę wprowadza się w międzyplonie mieszanki strączkowej – 141,5 kg na 1 ha, z uwagi na dużą zawartość tego pierwiastka w masie roślinnej [40].

Rozwój powierzchni blaszek liści roślin i łanu pszenicy w fazie kłoszenia był istotnie uzależniony od doboru roślin międzyplonowych, stanowiących dla pszenicy (rośliny następczej i zarazem testującej), główne źródło azotu. Obiekty kontrolny i z przyoraną słomą jęczmienia ozimego miały mniejszą łączną powierzchnię blaszek liści, zwłaszcza w porównaniu z mieszanką strączkowych – międzyplonu ścierniskowego złożonego z bobiku, peluszki i wyki siewnej, w biomacie którego jesienią wprowadzono najwięcej azotu. Wielkość i zakres wartości dla cech związanych z ulistnieniem wskazują, że azot z biomasy wsiewek i międzyplonów wpłynął w oczekiwanym stopniu na rozwój blaszek liści i w konsekwencji na ulistnienie łanu roślin pszenicy [40].

Międzyplony, w których biomacie wprowadzono do gleby stosunkowo dużą ilość azotu spowodowały znaczny przyrost plonu ziarna w odniesieniu do kontroli, głównie w konsekwencji podniesienia obsady kłosów, cechy silnie rzutującej na plonowanie. Szafranski i Kulig [34] w prowadzonych badaniach w tym samym miejscu, tych samych latach i z tą samą odmianą pszenicy ozimej – ‘Sakwa’, uprawianą na stanowisku po bobiku, otrzymali plon ziarna wynoszący $8,13 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, a więc o tonę więcej niż uzyskano po najlepszym międzyplonie ścierniskowym, czyli mieszance strączkowej. Bezpośrednie porównanie tych danych unaocznia, że udane międzyplony ścierniskowe, wykorzystane jako przedplony, mogą skutecznie stabilizować plonowanie pszenicy, jednak nie mogą w tym względzie równać się z bobikiem uprawianym na nasiona.

Z danych własnych i piśmiennictwa wynika, że o wyborze konkretnego międzyplonu do uprawy w gospodarstwie, decydują wielorakie uwarunkowania pochodzenia ekonomicznego (cena nasion) i agrobiologicznego, spośród których pierwszoplanowe znaczenie mają wielkość i stabilność plonu w klimatycznie różnych latach wegetacji, a także zawartość i gromadzenie azotu. Rośliny zielonego ugoru oraz międzyplonów ścierniskowych i wsiewek plonują zmiennie w szerokich granicach, co sprawia że ich wartość przedplonowa jest odmienna w latach. Dlatego dotychczas tradycyjne zasiewy jednogatunkowe tak charakterystyczne dla aktualnego sposobu uprawy międzyplonów ścierniskowych i wsiewek śródplonowych powinny zostać zastąpione przez stabilniej plonujące siewy mieszane, będące propozycją ekologicznie doskonałą i bardziej zbieżną z dobrą praktyką rolniczą. Warto podkreślić także „pozaprodukcyjne” funkcje roślin uprawianych w międzyplonach, a związane z intensywnością i długością ich kwitnienia w czasie którego są cennym pożytkiem dla pszczoły

miodnej i dzikich pszczołowatych, dlatego niezależnie od uwarunkowań agrotechnicznych rośliny oleiste i gryka obok facelii i bobiku są konieczne w zasiewach mieszanych fitocenozy międzyplonów ścierniskowych. W dobrych warunkach glebowych południowej Polski, plonowanie pszenicy ozimej uprawianej w stanowisku po jęczmieniu ozimym można znacząco zwiększyć, umieszczając uprawę międzyplonów pomiędzy tymi zbożami.

Uzyskiwanie w ciągu XX wieku coraz wyższych plonów ziarna aktualnie zrejonizowanych odmian pszenicy ozimej było możliwe poprzez wprowadzenie właściwego zmianowania, związanego z wykorzystaniem odpowiednich przedplonów, stosowaniem nawozów organicznych i mineralnych, a w niedalekiej przeszłości również z włączeniem do technologii uprawy środków ochrony roślin, regulatorów wzrostu i nawozów dolistnych. Harasim [15] na podstawie badania 17 zmiennych, determinujących produktywność pszenicy ozimej na 235 polach produkcyjnych Polski podkreśla, że wysokość plonu ziarna najsilniej determinuje przedplon, a następnie termin i ilość wysiewu ziarna oraz liczba zabiegów chemicznej ochrony roślin. Kuś i Krasowicz [25] wyrazili pogląd, graniczący z pewnością, że drastyczne ograniczenie dawek NPK w nawożenia roślin rolniczych, w połączeniu z niską zasobnością gleb Polski w przyswajalne formy tych pierwiastków, spowodowało widoczny w połowie lat dziewięćdziesiątych wyraźny spadek plonów ziarna. Krauss [22] podaje, że na początku lat dziewięćdziesiątych ugruntowała się w produkcji rolniczej w skali całego kontynentu, stała tendencja do stosowania coraz mniejszych dawek nawożenia mineralnego. Odejście od wysokiego nawożenia mineralnego w krajach Europy Środkowej wywołały reformy polityczne i ekonomiczne, które legły u podstaw transformacji gospodarki narodowej. W Europie Zachodniej zmniejszenie nawożenia mineralnego spowodowało wdrożenie metod zintegrowanej uprawy roślin, połączone z coraz większą dbałością o stan środowiska rolniczego. Równocześnie doszło do dużego wzrostu powierzchni zasiewów zbóż i ograniczenia uprawy roślin dwuliściennych – motylkowate, okopowe, kapustne, stanowiących dobre i uznane przez naukę i praktykę rolniczą przedplony dla pszenicy. Krzymuski [23] podkreśla, że struktura zasiewów roślin rolniczych w Polsce systematycznie pogarszała się w dość długim okresie, wskutek coraz większego udziału zbóż, a ponadto w wielu gospodarstwach nie przestrzegano podstawowych zaleceń agrotechnicznych dotyczących zmianowania. Budzyński i Szempliński [8] stwierdzili, że zaistniały kierunek przemian spowodował przebudowę struktury zasiewów, w której dominują zboża zajmujące w różnych regionach kraju 71–76% powierzchni, a lokalnie w Polsce wschodniej aż 80–90%. Skutkiem tych zmian jest wszechobecna dominacja w produkcji rolniczej czynników ekonomiczno-organizacyjnych nad przyrodniczymi i agrotechnicznymi, co sprawia że obserwuje się wchodzenie z uprawą pszenicy po zbożach, a takie postępowanie ogranicza wykorzystanie potencjalnej produktywności odmian tego gatunku. Sytuacja, jaka się aktualnie wytworzyła w obszarze produkcji roślinnej jest tym trudniejsza, że na uproszczenia uprawowe dodatkowo nałożyło się zmniejszenie poziomu

nawożenia mineralnego, o czym wspomniano wcześniej, a którego rozmiary ograniczenia w Europie, a zwłaszcza w Polsce są znaczne. Dobitnie pod względem produkcyjnym znaczenie tych uwarunkowań potwierdza studium produkcji zbóż w wybranych gospodarstwach środkowowschodniej Polski wykonane przez Starczewskiego i Wielogórkę [31] które unaocznilo, że na tym terenie plony ziarna w największym stopniu są zależne od poziomu nawożenia mineralnego (NPK) i rolniczej jakości gleby. Wyniki tych badań potwierdziły ponadto także, że czynnikiem ograniczającym produktywność zbóż z jednostki powierzchni w tym obszarze kraju jest ich nadmierny udział w strukturze zasiewów, co ściśle koresponduje z brakiem odpowiednich dla nich przedplonów. Kościelniak [20] wykazał, że zmiany zachodzące w produkcji rolniczej na terenie województwa opolskiego, polegały na stałym zmniejszaniu się pogłowia zwierząt hodowlanych oraz równolegle przebiegających zmian w strukturze zasiewów (wzrost udziału zbóż), co spowodowało pogorszenie bilansu materii organicznej na gruntach ornych, który dla tego regionu jeszcze w roku 1984 był dodatni i wynosił $0,09 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, natomiast w 1994 r. był zdecydowanie ujemny, z deficytem wynoszącym $0,22 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Systematycznie i zarazem szybko zmniejszający się areal uprawy roślin strączkowych na nasiona sprawia, że w kraju marginalizuje się znaczenie przedplonowe tej grupy roślin rolniczych, tradycyjnie uznawanej za niezwykle przydatną dla zbóż, głównie pszenicy [2, 3, 6, 8, 15, 27, 28, 34]. Współczesne oszacowanie plonotwórczej efektywności azotu dla pszenicy, zawartego w resztkach pozbiorowych roślin motylkowatych potwierdza ich dobrą wartość przedplonową [6, 16].

W krajach trzeciego świata, jak również w rolnictwie północnoamerykańskim, zorientowanym na proekologiczne rozwiązania oraz niskie koszty produkcji zbóż i kukurydzy, podstawowym przesłaniem jest zwiększenie wykorzystania azotu wiązanego biologicznie do nawożenia roślin następczych [3, 4, 13, 29, 35]. Rośliny motylkowate mają dostarczyć więcej azotu i substancji organicznej dla gleby oraz wpływać na agrocenozy.

W produkcji roślinnej rolnictwa USA i Kanady do poprawy stanowisk dla pszenicy tradycyjnie wykorzystuje się soczewicę siewną, co do której wiadomo, że jej biomasa po zaoraniu dodatnio wpływa na szereg właściwości gleby jak: ciężar objętościowy, zawartość C-organicznego i N-NO₃ w warstwie gleby o głębokości 0,6–1,8 m [29]. Jednak wyniki uzyskane przez Biederbecka i in. [4] pokazują, że na czarnych ziemiach w suchych warunkach zachodnich prowincji Kanady, całkowity plon nadziemnej suchej masy gatunków roślin motylkowatych, uprawianych jako zielony ugór, był bardzo zmienny w latach i mieścił się w szerokim zakresie od 601 do 3961 kg · ha⁻¹. W tych badaniach plon (kg · ha⁻¹) suchej masy nadziemnej części dla porównywanych gatunków wynosił: 1669 – soczewica siewna, 1486 – groszek tangerski, 2230 – wyka ptasia i 3008 – peluszką, która plonowała najwyżej, co dowodzi że tradycyjna pozycja soczewicy jako podstawowego „nawozu zielonego” dla pszenicy ozimej może być zagrożona. Vigil i Nielsen [35] podają, że w posusznych rejonach

USA pszenica ozima była nawożona dawką N w przedziale $35\text{--}70 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, która jednak ze względów ekonomicznych w ostatnim czasie została ograniczona do 60% wyjściowej dawki. Substytutem dla zmniejszonego nawożenia azotowego w tych regionach stało się powszechne wysiewanie pszenicy po zielonym ugorze, złożonym z roślin motylkowatych – ozimej i jarej peluszki lub soczewicy siewnej. Wykazano, że w tych warunkach siedliska plonowanie pszenicy ozimej jako rośliny następczej w istotny sposób koresponduje z wcześniejszym zaoraniem masy zielonego ugoru roślin motylkowatych, ponieważ ich wegetacja trwająca do pełni lata prowadzi do nadmiernego przesuszenia gleby, co redukuje plon ziarna, szczególnie w stanowisku po soczewicy. Vigil i Nielsen [35] wykazali ponadto, że stanowiska po wysokopłennych jednorocznych roślinach motylkowatych, które – pomimo że dostarczają w przyoranej biomase duży ilości azotu – okazują się jednak mało przydatne dla pszenicy ozimej, ponieważ ich intensywny rozwój nadmiernie przesusza wierzchnią warstwę gleby, sprawiając że plon ziarna w tych warunkach zmniejsza się o $400\text{--}1050 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Jest to wynikiem braku wody w glebie, który ogranicza kiełkowanie wysianego ziarna pszenicy ozimej, co w konsekwencji redukuje obsadę roślin i kłosów.

Na zakończenie należy podkreślić fakt, że rośliny strączkowe gwałtownie rugowane z uprawy na nasiona w plonie głównym, nie mogą być współcześnie w kraju szeroko stosowanym dobrym przedplonem dla zbóż. Odwrócenie tych niekorzystnych tendencji mogłoby nastąpić jedynie przy wysiewie niektórych gatunków i odmian w formie międzyplonu ścierniskowego. W obecnym stanie organizacyjno-ekonomicznym produkcji roślinnej w kraju mało realna wydaje się ich uprawa w formie „zielonego ugoru” lub „siewów pasowych”, które obecnie nabierają znaczenia w północnoamerykańskiej dzielnicy rolniczej świata.

Podsumowanie

Uwarunkowania produkcyjno-ekonomiczne produkcji roślinnej oraz aspekty prawne i przyrodnicze ochrony środowiska rolniczego w Polsce, stały się znaczącym impulsem do rozwijania powierzchni uprawy międzyplonów ścierniskowych i wsiewek poplonowych. Współcześnie międzyplony ścierniskowe i wsiewki poplonowe traktowane są jako przerywniki w zmianowaniu między zbożami, które mogą dostarczyć znacznych ilości masy organicznej – do $8,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ i azotu – $141,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ oraz makropierwiastków dla pszenicy ozimej – rośliny następczej. Z rolniczego punktu widzenia, mając na uwadze akumulację azotu w nadziemnym plonie biomasy i dynamikę jego uwalniania, na cele nawozowe dla pszenicy ozimej w międzyplonach ścierniskowych lepiej jest uprawiać mieszanki, do których obok gorczycy białej i bobiku można także włączać peluszkę, grykę i rzodkiew oleistą. Międzyplon strączkowy (tab. 1), w którego biomase wprowadzono do gleby stosunkowo dużą ilość azotu spowodował znaczny przyrost plonu ziarna – $1,92 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ pszenicy ozimej w odniesieniu

do kontroli – $5,03 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, którą stanowiła zaorana ściern. Biomasa udanych międzyplonów ścierniskowych wprowadza do gleby stosunkowo dużą ilość masy roślinnej, powodując w konsekwencji zwiększenie w niej substancji organicznej, która po skomplikowanych przemianach biochemicznych przekształca się w próchnicę.

Literatura

- [1] Abdin O.A., Coulman B.E., Cloutier D.C., Faris M.A., Smith D.L. 1997. Establishment, development and yield of forage legumes and grasses as cover crops in grain corn in eastern Canada. *J. Agron. & Crop Sci.* 179: 19–27.
- [2] Andrzejewska J. 1999. Międzyplony w zmianowaniach zbożowych. *Post. Nauk Rol.* 1: 19–31.
- [3] Athar M., Mahmood A. 1997. Effect of peanut plants incorporated as green manure on the growth and grain yield of succeeding wheat. *J. Agron. & Crop Sci.* 179: 135–138.
- [4] Biederbeck V.O., Bouman O.T., Looman J., Slinkard A.E., Bailey L.D., Rice W.A., Janzen H.H. 1993. Productivity of four annual legumes as green manure in dryland cropping systems. *Agron. J.* 85: 1035–1043.
- [5] Bis H., Marcinowska K., Zając T. 2001. Intensywność mikrobiologicznych procesów zachodzących w ryzosferze pszenicy ozimej i jarej uprawianej po międzyplonach ścierniskowych. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Sesja Naukowa z. 85*: 45–52.
- [6] Bleharczyk A., Pudelko J., Skrzypczak G., Piechota T. 1998. Reakcja pszenicy ozimej na przedplon, nawożenie azotowe i uproszczenie uprawy roli. *Poznańskie Tow. Przyj. Nauk, Prace Komisji Nauk Rol. i Leś.* T 85: 11–16.
- [7] Bochniarz J. 1977. Warunki i możliwości uprawy poplonów ścierniskowych w Polsce. *IUNG Puławy, R.* 125: 118 ss.
- [8] Budzyński W., Szempliński W. 1999. Rośliny zbożowe. W: *Szczegółowa Uprawa Roślin*, red. Z. Jasińska i A. Kotecki. Wyd. AWA Wrocław t. I: 33–262.
- [9] Demidowicz G., Gonet Z. 1976. Bonitacja klimatu Polski dla uprawy poplonów ścierniskowych. *Pam. Pul.* 66: 202–213.
- [10] Duer I., Jończyk K. 1998. Nawożenie pod ziemniak uprawiany w gospodarstwach ekologicznych. *Frag. Agron.* XV: 85–95.
- [11] Faber A. 2005. Technologia jako element rozwoju zrównoważonego. W: *Mat. IX konf. Nauk. „Efektywne i bezpieczne technologie produkcji roślinnej”*. 1–2 czerwca Puławy: 5–7.
- [12] Gambuś H., Cygankiewicz A., Zając T. 2001. Wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej uprawianej po różnych przedplonach. *Żywność.* 2 (27): 78–91.
- [13] Ghaffarzadeh M., Garcia-Prechac F., Cruse R.M., Harbur M.M. 1998. Fertilizer and soil nitrogen use by corn and border crops in a strip intercropping system. *Agron. J.* 90: 758–762.
- [14] Gondek K., Zając T. 2003. Skład frakcyjny próchnicy czarnoziemiu zdegradowanego w zależności od gatunku przyoranych roślin poplonowych. *Acta Agr. Silv. ser. Agr.* 41: 3–12.

- [15] Harasim A. 1995. Wpływ niektórych czynników na plonowanie i pracochłonność uprawy pszenicy ozimej w warunkach produkcyjnych. *Pam. Pul.* 106: 35–45.
- [16] Harasimowicz-Herman G. 2002. Wpływ mikroelementów na plon łubinu żółtego i seradeli, wartość następczą stanowiska dla pszenicy ozimej oraz wybrane elementy żyzności gleby. ATR Bydgoszcz, Rozprawy nr 106: 132 ss.
- [17] Jensen E.S. 1992. The release and fate of nitrogen from catch crop materials decomposition under field conditions. *J. Soil Sci.* 43: 335–345.
- [18] Karlson-Strese E.M., Umaerus M., Rydberg I. 1996. Strategy for catch crop development. I. Hypothetical ideotype and screening of species. *Acta Agric. Scand. B. Soil and Plant Sci.* 46: 106–111.
- [19] Keatinge, J.D.H., Aiming Qi, Wheeler T. R., Ellis R.H., Summerfield R. J. 1998. Effects of temperature and photoperiod on phenology as a guide to the selection of annual legume cover and green manure crops for hillside farming systems. *Field Crops Res.* 57: 139–152.
- [20] Kościelniak W. 1997. Uprawa poplonów ścierniskowych na nawozy zielone w województwie opolskim. W mat. konf. „Nawozy roślinne w integrowanym systemie produkcji rolniczej”; Boguchwała 24–25 września: 19–27.
- [21] Kulig B., Szafranski W., Zając T. 2004. Plonowanie międzyplonu w stanowisku po bobiku oraz zawartość węgla organicznego w glebie w zależności od przebiegu pogody. *Acta Agrophysica* 3(2): 307–315.
- [22] Krauss A. 2000. Current trends in global food production and fertilizer use. W Zbilansowane nawożenie rzepaku. Poznań: 11–22.
- [23] Krzymuski J. 1998. Zmiany w strukturze zasiewów i wartości przedplonów zbóż w latach 1971–1995. *Rocz. Nauk Rol. ser. A*, 113: 9–20.
- [24] Krzywy E. 1996. Współdziałanie nawozów mineralnych i organicznych. W: Nawożenie Mineralne Roślin Uprawnych, red. R. Czuba, wyd. Zakłady Chemiczne „Police” S.A.: 247–265.
- [25] Kuś J., Jończyk K. 2000. Regenerująca rola międzyplonów w zbożowych członach zmianowania. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z.* 470: 59–65.
- [26] Kuś J., Krasowicz S. 1996. Możliwości produkcyjne rolnictwa na tle badań środowiskowych i technologicznych. *Frag. Agron. z.* 1: 39–51.
- [27] McGuire M.A., Bryant D.C., Denison R.F. 1998. Wheat yields, nitrogen uptake, and soil moisture following, winter legume cover crops vs. fallow. *Agron. J.* 89: 404–410.
- [28] Nelson J.B., King L.D. 1996. Green manure as a nitrogen source for wheat in the southeastern United States. *Amer. J. Alter. Agric.* 11: 182–189.
- [29] Pikul J.L., Jr.; Aase J.K., Cochran V.L. 1997. Lentil green manure as fallow replacement in the semiarid northern Great Plains. *Agron. J.* 89: 867–87.
- [30] Skinder Z., Sypniewski J. 1999. Międzyplony. W: Szczegółowa Uprawa Roślin, red. Z. Jasińska i A. Kotecki. Wyd. AWA Wrocław t. II: 329–359.
- [31] Starczewski J., Wielogórska G. 2004. Stan obecny i możliwości produkcji zbóż w wybranych gospodarstwach środkowowschodniej Polski. *Frag. Agron. z.* 2: 80–90.
- [32] Stopes C., Millington S., Woodward L. 1996. Dry matter accumulation by three leguminous green manure species and the yield of a following wheat crop in an organic production system. *Agric. Ecosyst. & Environ.* 57: 189–196.
- [33] Stute J.K., Posner J. L. 1993. Legume cover crop options for grain rotation in Wisconsin. *Agron. J.* 85: 1128–1132.

- [34] Szafrński W., Kulig B. 2001. Plonowanie pszenicy ozimej w stanowisku po bobiku w siewie czystym i z wsiewką w zależności od terminu siewu, z uwzględnieniem zawartości azotu w glebie. *Acta Agr. Silv. ser. Agr.* 39: 73–83.
- [35] Vigil M.F., Nielsen D.C. 1998. Winter wheat yield depression from legume green fallow. *Agron. J.* 90: 727–734.
- [36] Wadas W. 1997. Plonotwórcze działanie nawozów zielonych i słomy w uprawie warzyw. *Frag. Agron.* XIV, 3: 63–71.
- [37] Wojciechowski W. 1998. Międzyplony ścierniskowe jako czynnik zapobiegający negatywnym skutkom wysycenia struktury zasiewów zbożami. *Post. Nauk Rol.* 5: 29–36.
- [38] Wojciechowski W. 1997. Wpływ międzyplonów ścierniskowych oraz zróżnicowanego poziomu nawożenia mineralnego na plonowanie pszenicy ozimej. W mat. konf. „Nawozy roślinne w integrowanym systemie produkcji rolniczej”; Boguchwała 24–25 września: 13–18.
- [39] Zając T., Witkowicz R. 1996: Skład chemiczny biomasy wsiewki koniczyny czerwonej uprawianej na cele nawozowe. *Zesz. Nauk. AR Szczec. Rol.* 62: 553–559.
- [40] Zając T., Antonkiewicz J. Zawartość i nagromadzenie makropierwiastków w biomacie międzyplonów ścierniskowych i wsiewek śródplonowych w zależności od doboru gatunków i sposobu ich siewu. *Pam. Pul.* (w druku).
- [41] Zając T. 1997. Dobór roślin do uprawy na nawozy zielone wraz z produkcyjną weryfikacją. W: mat. konf. „Nawozy roślinne w integrowanym systemie produkcji rolniczej”; Boguchwała 24–25 września: 5–12.
- [42] Ziółek E. 1977. Ocena plonowania różnych gatunków roślin w poplonach ścierniskowych w świetle 7-letnich doświadczeń. *Acta Agr. Silv. ser. Agr.* 17: 101–116.

Green manure as a source of nutrients in wheat cultivation

Key words: green manure, stubble catch-crop, undersown crops, species, winter wheat

Summary

Economical-productive conditions of plant production as well as the legal and environmental aspects of agricultural nature preservation play an important role in development of undersown and stubble catch-crop areas in Poland. Nowadays, the stubble catch crop and undersowns are treated as interceptions in crop sequence between two cereals. They may supply soil with considerable amounts of organic matter – up to $8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, nitrogen – $141.5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ and other macroelements for winter wheat, as a successive crop. Taking into account the nitrogen accumulation in aboveground biomass and its releasing dynamism, it is better to cultivate in stubble catch crops the simple crop mixtures, as the fertilizers for winter wheat; such mixtures contain white mustard and faba beans as well as peas, buckwheat or radish. Leguminous intercrop (tab. 1), that supplies soil with quite large amounts of nitrogen, caused considerable increase of winter wheat gain yield (by $1.92 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$), comparing to control (ploughed stubble) – $5.03 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$.