

INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA
W PUŁAWACH

Alina Bochniarz

**PLONOWANIE I EFEKTYWNOŚĆ PRODUKCJI
PSZENICY OZIMEJ W RÓŻNYCH SYSTEMACH
GOSPODAROWANIA**

Praca doktorska wykonana
w Zakładzie Systemów i Ekonomiki Produkcji Roślinnej
IUNG w Puławach
pod kierunkiem prof. dr. hab. Jana Kusia

Puławy, 2004 r.

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP I CEL BADAŃ	3
2. PRZEGLĄD PIŚMIENNICTWA.....	5
3. ZAKRES I METODYKA BADAŃ	19
3.1. Charakterystyka doświadczenia	19
3.2. Sposób zbierania materiału.....	21
3.3. Ocena ekonomiczna produkcji pszenicy ozimej.....	23
3.4. Ocena efektywności energetycznej produkcji pszenicy ozimej	24
3.5. Warunki pogodowe	25
4. OMÓWIENIE WYNIKÓW	28
4.1. Plon ziarna pszenicy ozimej	28
4.2. Obsada roślin pszenicy ozimej	29
4.2.1. Obsada roślin po wschodach	29
4.2.2. Obsada roślin po wiosennym wznowieniu wegetacji.....	30
4.3. Struktura plonu pszenicy ozimej	31
4.3.1. Obsada kłosów	31
4.3.2. Masa tysiąca ziarn	32
4.3.3. Liczba ziarniaków w kłosie	33
4.4. Architektura łanu pszenicy ozimej	34
4.5. Porażenie pszenicy ozimej przez choroby	36
4.5.1. Choroby podstawy źdźbła	36
4.5.2. Choroby liści	38
4.6. Zachwaszczenie łanu pszenicy ozimej	40
4.7. Opłacalność produkcji pszenicy ozimej	41
4.8. Nakłady energetyczne i efektywność energetyczna produkcji pszenicy ozimej	45
5. DYSKUSJA	49
5.1. Plon ziarna pszenicy ozimej i cechy jego struktury	49
5.2. Architektura łanu pszenicy ozimej	53
5.3. Porażenie pszenicy ozimej przez choroby	54
5.4. Zachwaszczenie łanu pszenicy ozimej	57
5.5. Efektywność produkcji pszenicy ozimej	59
6. WNIOSKI	65
7. LITERATURA	68

1. WSTĘP I CEL BADAŃ

Zagadnienia dotyczące systemów gospodarowania zajmują istotną pozycję w programach badawczych różnych placówek naukowych. Dostarczają one zarówno danych szczegółowych na temat możliwości plonowania poszczególnych upraw, koniecznych nakładów, jakości uzyskiwanych ziemiopłodów, jak i informacji o wzajemnych zależnościach między badanymi sposobami produkcji. Ich wyniki są wykorzystywane do oceny opłacalności produkcji, zasadności zmiany dotychczasowego systemu gospodarowania oraz stanowią ważny element przy planowaniu działań polityczno-administracyjnych dotyczących rozdysponowania funduszy na rolnictwo i ochronę środowiska. W ostatnim okresie duży nacisk kładzie się na doskonalenie systemu ekologicznego. Mimo iż bazuje on na tradycyjnej agrotechnice, wymaga jednak rozwiązania wielu problemów powstających w procesie przystosowywania go do rzeczywistości przyrodniczo-ekonomicznej.

Wzajemne relacje między systemami w dużym stopniu zależą od intensywności wyjściowego poziomu produkcji, najczęściej przyjmowanego jako układ odniesienia. W związku z tym rezultaty uzyskane w innych krajach są mało przydatne w naszych warunkach przyrodniczych i ekonomiczno-organizacyjnych.

Badania dotyczące porównania różnych systemów gospodarowania stwarzają również wiele problemów metodycznych. W klasycznych badaniach rolniczych wykorzystywanych w rolnictwie konwencjonalnym dominuje podejście analityczne. Poszczególne elementy są analizowane oddzielnie, a następnie powstaje synteza, która na użytek praktyki rolniczej powinna tworzyć całościowe rozwiązanie, jakim jest technologia produkcji. W rolnictwie ekologicznym nie można natomiast poszczególnych zjawisk i elementów analizować oddzielnie, w postaci poszczególnych składowych, gdyż gospodarstwo ekologiczne stanowi organiczną całość. W związku z tym badania nad porównaniem systemów gospodarowania najczęściej prowadzi się w specjalnych doświadczeniach, zwykle o powierzchni kilku hektarów. Pole doświadczalne dzieli się na części, z których każda jest prowadzona zgodnie z zasadami danego systemu. Zakłada się, że każda z wydzielonych części pola tworzy pewnego rodzaju eksperymentalne gospodarstwo (Vereijken i in. 1992, Vereijken i in. 1994). W podobny sposób są zorganizowane badania w Stacji Doświadczałnej IUNG w Osinach, gdzie przeprowadzono badania zaprezentowane w niniejszej rozprawie.

Jako obiekt do badań wybrano pszenicę ozimą, którą uprawiano we wszystkich porównywanych systemach. Pszenica jest rośliną uprawną o największym znaczeniu gospodarczym w Polsce, niezależnie od systemu produkcji. Założono również, że plonowanie i efektywność produkcji pszenicy może stanowić ważne kryterium oceny dostosowania systemu produkcji do warunków przyrodniczo-ekonomicznych.

Celem badań jest ocena wpływu konwencjonalnego, integrowanego i ekologicznego systemu produkcji na występowanie czynników ograniczających plonowanie pszenicy ozimej oraz kształtowanie się nakładów energetycznych i kosztów jej produkcji.

2. PRZEGLĄD PIŚMIENNICTWA

Realizacja głównego celu rolnictwa, jakim jest produkcja żywności, zachodzi we wzajemnym oddziaływaniu warunków przyrodniczych i ekonomiczno-organizacyjnych. Odbicie tych związków znalazło miejsce w kryteriach wyróżnienia rolnictwa konwencjonalnego, integrowanego i ekologicznego (biologicznego, organicznego). Często używa się tych określeń w połączeniu z pojęciem „system produkcji”, mimo węższego jego zakresu znaczeniowego. Taki podział jest szeroko przyjęty, jednak podkreśla się konieczność uwzględniania specyfiki regionalnej przy charakterystyce poszczególnych jego wariantów (Krasowicz 1996).

Rolnictwo konwencjonalne nie jest pojęciem uniwersalnym, a pochodną poziomu rozwoju rolnictwa w danym kraju lub rejonie (Krasowicz 1996). W uprawie roślin utożsamia się je z produkcją intensywną, nastawioną na maksymalizację plonów, ściśle związaną z wykorzystywaniem przemysłowych produktów agrochemii – nawozów mineralnych i środków ochrony roślin. Umożliwia on uzyskanie doraźnie dużych plonów, ułatwia produkcję i dostosowanie wytworzonych surowców do wymagań przemysłu (Łuczka-Bakuła, Mądrzak 2003). Wieloletnie stosowanie takich metod produkcji doprowadziło w krajach Europy Zachodniej do niekorzystnych zmian w agrocenozach. Chemizacja rolnictwa naruszyła naturalne mechanizmy ułatwiające roślinom pobieranie składników pokarmowych i chroniące je przed patogenami (Grosch, Schuster 1993, Tyburski 1993), co wymusiło zwiększanie dawek nawozów i środków ochrony roślin. Produkcja wymagała coraz większych nakładów na przeciwdziałanie spadkowi plonów, przynosiła mniejsze dochody i była w coraz większym stopniu uzależniona od przemysłu. Rolnictwo zaczęło być postrzegane jako zagrożenie dla środowiska, na dużych obszarach doprowadziło do degradacji gleb, zanieczyszczenia wód i nasilenia erozji. Duży udział w powstawaniu zagrożeń miał niedostosowany do możliwości środowiska fermowy chów zwierząt. Dochodziło do nadprodukcji żywności, a jednocześnie zachwiania zaufania konsumentów do jakości surowców rolniczych (Majewski 2003).

W Polsce niekorzystne zmiany nie są tak nasilone (Kuś 1995a), ponieważ niewiele gospodarstw osiągnęło poziom intensywny. Świadczą o tym duże różnice w plonowaniu roślin w doświadczeniach COBORU i produkcji, np. w przypadku pszenicy ozimej dochodzące w latach 2000–2001 do blisko 290% (Sulek 2003). Znacznie mniejsze niż w Europie Zachodniej jest też zużycie

nawozów mineralnych i środków ochrony roślin. W raporcie sporządzonym w 1991 roku dla Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa stwierdzono, że rolnictwo polskie na ogromnej większości swoich obszarów zachowuje pełną zdolność do produkcji tzw. żywności bezpiecznej, spełniającej wymogi stawiane przez FAO i WHO (Rolnictwo ekologiczne..., 2003a). Według danych GUS w 2001 r. liczba próbek surowców roślinnych z stwierdzonymi nadmiernymi pozostałościami pestycydów nie przekraczała kilku procent badanych, a ich poziom był tylko nieznacznie wyższy niż dopuszczają, bardziej rygorystyczne niż w UE, normy polskie (Ochrona..., 2003).

W analizach porównawczych w Polsce jako konwencjonalne traktowane są gospodarstwa typowe dla badanego regionu. Zagrożenia dla środowiska, jakie stwarzają wynikają z reguły nie z intensywności produkcji, a z braków w infrastrukturze technicznej oraz z popełnionych błędów w stosowaniu i przechowywaniu pestycydów. Rozwój gospodarstw konwencjonalnych w Polsce może być stymulowany wymaganiami przemysłu przetwórczego. W wielu przypadkach tylko intensywne technologie produkcji umożliwiają uzyskanie surowców o określonej jakości, a konieczność ich stosowania wynika często z umów kontraktacyjnych (Nowacki 2004, Rothkaehl 2004).

Pewne zagrożenia mogą powstawać w związku ze wzrostem udziału zbóż w strukturze zasiewów. W takich warunkach, głównie w regionach o lepszych glebach – Dolny Śląsk, Żuławy i południowo-wschodnia Lubelszczyzna, następuje koncentracja uprawy pszenicy (Harasim 2003). Duże, najczęściej bezinwentarzowe, specjalistyczne gospodarstwa zbożowe stosują intensywne technologie produkcji, a pszenica, jako roślina przynosząca największe zyski, często wysiewana jest w monokulturze. Taki sposób uprawy jest możliwy tylko w systemie konwencjonalnym, ponieważ wymaga dużych dawek nawozów mineralnych i intensywnej ochrony chemicznej (Podolska 2001). Duże nakłady tylko częściowo ograniczają spadki plonów wywołane nasilającym się zachwaszczeniem i porażeniem przez choroby i nie są w stanie zapobiec niekorzystnym zmianom w środowisku glebowym.

Względy ekologiczne i ekonomiczne oraz naciski społeczne w Europie Zachodniej wymusiły działania mające na celu ograniczenie negatywnych skutków intensywnej produkcji rolnej. Jedną z koncepcji było wprowadzenie systemu integrowanego. Według definicji IOBC* integrowany system produkcji rolnej jest sposobem prowadzenia gospodarstwa, który zapewnia uzyskanie wysokiej

* IOBC – International Organisation of Biological Control

jakości plonów, środków spożywczych i innych produktów przy zabezpieczeniu opłacalności produkcji oraz przy wykorzystaniu środków naturalnych i mechanizmów samoregulujących w miejsce środków produkcji zagrażających środowisku, a nie będących wytworem gospodarstwa (ElTiti – cyt. za Pruszyński 1994). W produkcji roślinnej zakłada się m.in. przestrzeganie zasad właściwego zmianowania i bilansowanie dawek nawozów mineralnych zgodnie z zapotrzebowaniem roślin (Jadczyszyn, Grabiński 2003), co ma zapobiegać skażeniom gleby i wód biogenami. Ważnym elementem są integrowane programy ochrony roślin. Podstawą decyzji o podjęciu zwalczania agrofagów jest określenie progu ich szkodliwości, czyli takiego stanu zagrożenia plantacji, poniżej którego nieuzasadnione i nieopłacalne jest wykonanie zabiegu środkami chemicznymi (Majewski 2003, Wolny 2004). Wymusza to opracowanie sposobów monitoringu i lustracji upraw (Olszak i in. 2003), a konieczność analizy dużej ilości danych wymaga tworzenia komputerowych systemów wspierania decyzji (Lipa 2003). Środki ochrony roślin stosuje się interwencyjnie, często w zmniejszonych dawkach, z substancjami wspomagającymi ich działanie. W regulacji zachwaszczenia oraz ograniczaniu porażenia roślin przez choroby i szkodniki w pierwszym rzędzie wykorzystuje się metody fizyczne i biologiczne. Duży nacisk kładzie się na poprawność i terminowość zabiegów agrotechnicznych. W zasadzie są to od dawna znane zalecenia dla rolnictwa, dlatego w opinii wielu specjalistów rolnictwo integrowane nie jest odrębnym systemem produkcji, a jedynie kierunkiem rozwoju rolnictwa konwencjonalnego wymuszonym przez względy ekonomiczno-ekologiczne (Pruszyński 1994). W porównaniu z technologiami intensywnymi dochodzi do spadku plonów, szacowanego na 5–15%, ale jednocześnie zmniejszają się nakłady na ich wytworzenie. Majewski (2003) podkreśla, że chociaż integrowana produkcja bazuje na istniejących dokonaniach nauki i praktyki rolniczej, to jednak wprowadza do organizacji i agrotechniki nowe elementy, zwiększające stopień ryzyka produkcyjnego i stawiające zwiększone wymagania w stosunku do wiedzy, kwalifikacji i postaw etycznych producentów. Być może jest to jedną z przyczyn, dla których skala wdrożeń tego systemu w praktyce rolniczej jest jeszcze ograniczona. W UE wyrażane są poglądy, że integrowana produkcja powinna stać się w niedługim czasie powszechnie obowiązującym standardem gospodarowania, a przykłady z Holandii, Niemiec, Hiszpanii czy Włoch świadczą o możliwości upowszechniania się tej koncepcji (Majewski 2003).

W Polsce model rolnictwa integrowanego traktowany jest jako wzorzec, do którego należy dążyć, i jako taki znajduje miejsce w programach rządowych. Ważnym elementem jego upowszechniania jest Kodeks Dobrych Praktyk Rolniczych. Zdaniem Majewskiego (2003) produkcja integrowana jest systemem, który może i powinien być powszechnie wdrożony w rolnictwie polskim, co przyczyniłoby się do zwiększenia ekologicznego bezpieczeństwa produkcji rolniczej, podniesienia jakości produktów rolniczych i poprawy ogólnego wizerunku polskiego rolnictwa. Realizacja założeń rolnictwa integrowanego i przezwyciężanie barier jego rozwoju w Polsce powinno być łatwiejsze niż w Europie Zachodniej, ponieważ w naszych warunkach będzie łączyło się to z pewnym wzrostem intensywności produkcji, a nie z jej ograniczeniem. Uważa się, że w Polsce nie ma potrzeby ograniczania zużycia środków ochrony roślin, a w niektórych uprawach należy zwiększyć ich wykorzystanie, by zachować zasady dobrych praktyk rolniczych (Lipa 2003). Podobne poglądy reprezentowane są w stosunku do zużycia nawozów mineralnych (Fotyma i in. 2000).

Bardziej rygorystyczną drogą odchodzenia od rolnictwa intensywnego jest idea rolnictwa ekologicznego. Jego rozwój łączy się z ogólną tendencją powrotu do natury i troski o środowisko wyrażaną w działaniach społeczno-politycznych. Rolnictwo ekologiczne jest systemem na tyle odrębnym, że wymagał oddzielnych uregulowań prawnych, dotyczących środków i warunków produkcji oraz identyfikacji i oznakowania produktów.

Według definicji IFOAM* rolnictwo ekologiczne jest zbiorem różnych szczegółowych koncepcji gospodarowania rolniczego zgodnie z wymogami gleby, roślin i zwierząt, a jego nadrzędnym celem jest produkcja żywności wysokiej jakości, przy równoczesnym zachowaniu w jak największym stopniu równowagi biologicznej w środowisku przyrodniczym (Runowski 1998). Te założenia wykluczają użycie wysokoprzetworzonych nawozów mineralnych i przemysłowych środków ochrony roślin. Produkcja roślinna ma się opierać na wykorzystaniu naturalnego potencjału siedliska, regulowanego właściwym zmianowaniem roślin. Stosuje się głównie nawozy naturalne i organiczne oraz stwarza warunki do intensywnego wiązania azotu cząsteczkowego przez drobnoustroje symbiotyczne i wolnożyjące. W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się użycie nie poddanych przemysłowej obróbce nawozów ze źródeł naturalnych (zmielone skały). Składniki pokarmowe są udostępniane roślinom dzięki działalności mikroflory glebowej. Ochrona roślin przed agrofagami opiera się

* IFOAM – International Federation of Organic Agriculture Movements

na profilaktyce, czyli zachowaniu równowagi w biocenozie, która nie dopuszcza do powstania warunków nadmiernego rozwoju agrofagów. W ochronie roślin lub w celu zwiększania ich odporności wykorzystuje się preparaty biologiczne lub substancje pochodzenia roślinnego (wyciągi i wywary roślinne) oraz nieliczne środki chemiczne (np. związki miedzi, siarkę, mydło potasowe). W bezpośredniej regulacji zachwaszczenia stosuje się metody fizyczne.

Przy takim sposobie uprawy uzyskuje się znacznie mniejsze plony, dlatego system ekologiczny jest traktowany jako jedno z narzędzi ekstensyfikacji produkcji. W latach 90. w krajach Unii Europejskiej nastąpiło znaczne ożywienie zainteresowania rolnictwem ekologicznym. Za główną przyczynę przyjmuje się wprowadzenie w 1991 r. Rozporządzenia Rady EWG i uregulowanie prawnego statusu rolnictwa ekologicznego. Powierzchnia upraw wzrosła od tego momentu pięciokrotnie, a liczba gospodarstw czterokrotnie. W 2002 r. uprawy ekologiczne w UE zajmowały ponad 4 mln ha, z tego prawie 1/3 przypadła na Niemcy, Wielką Brytanię i Włochy. Liczba gospodarstw osiągnęła w 2002 r. 139 tysięcy, najwięcej we Włoszech, Austrii, Hiszpanii i Niemczech. Mimo dominującego wpływu regulacji legislacyjnych dużą rolę odgrywają też czynniki społeczno-ekonomiczne (Żakowska-Biemans, Gutkowska 2003). O praktycznym znaczeniu rolnictwa ekologicznego w danym kraju mówi jego udział w ogólnej powierzchni UR. W Europie Zachodniej wskaźnik ten jest największy (6–10%) w krajach o gorszych warunkach naturalnych do produkcji rolnej. W takiej sytuacji, wspierane dopłatami rolnictwo ekologiczne może być konkurencyjne dla systemów intensywnych (Kuś, Stalenga 2003). Do zapewnienia odpowiedniego poziomu dochodów produkcja ekologiczna wymaga subsydowania przez państwo oraz wyższych cen zbytu ziemiopłodów. Dopłaty dla rolników gospodarujących ekologicznie traktowane są jako rekompensata za spadek produkcji lub też opłata za świadczenia rolnika na rzecz utrzymania stabilności środowiska przyrodniczego (Liro 2003, Małyszek, Szmidt 2003). Jednym z głównych elementów warunkujących rozwój rolnictwa ekologicznego jest popyt na jego produkty. W początkowym okresie żywności ekologicznej poszukiwali przede wszystkim ludzie dobrze sytuowani, o dużej świadomości ekologicznej, akcentujący rolę takiego rodzaju produkcji w ochronie środowiska. Ostatnio większego znaczenia nabiera grupa konsumentów, dla których decydujące znaczenie ma jej wartość prozdrowotna (Żakowska-Biemans, Gutkowska 2003).

Produkty rolnictwa ekologicznego, uważane za lepsze jakościowo, są z reguły droższe. Według badań ankietowych przeprowadzonych w Europie Zachodniej konsumenci są w stanie zaakceptować większe ich ceny nawet o ok. 25%. Obecnie rynek żywności ekologicznej rozwija się bardzo dynamicznie, jednak niektórzy autorzy uważają, że w najbliższej przyszłości popyt na nią nie będzie się istotnie zwiększał, a wzrost zainteresowania jest raczej deklaracyjny niż rzeczywisty. Szansą rozwoju może być zmniejszenie cen lub zdarzenia losowe ograniczające zaufanie konsumentów do żywności konwencjonalnej (Łuczka-Bakuła, Mądrzak 2003).

Warunkiem wzrostu popytu jest łatwy dostęp do towaru. W początkowym okresie przeważała sprzedaż bezpośrednia produktów ekologicznych w gospodarstwach lub w specjalistycznych sklepach detalicznych. Taka koncepcja została uznana za błędną, bo wymuszała tworzenie nowej infrastruktury dla wąskiej grupy odbiorców, bez wykorzystania profesjonalnej obsługi marketingowej. Dlatego w ostatnich latach, w związku z uregulowanym prawnie systemem znakowania, produkty ekologiczne wkraczą do sieci supermarketów, co znacznie zwiększa krąg ich odbiorców (Łuczka-Bakuła, Mądrzak 2003).

Jedną z przesłanek wprowadzania rolnictwa ekologicznego było dążenie do uzyskania żywności o jak najwyższej jakości. Przyjmuje się, że o właściwościach produktu decydują warunki jego wytwarzania. Tradycyjne analizy oceniające skład chemiczny nie zawsze dostarczają jednoznacznych argumentów, że produkty rolnictwa ekologicznego mają wyższą wartość, chociaż zawierają mniej azotanów i tylko sporadycznie stwierdza się w nich pozostałości pestycydów (Makosz i in. 1995). Z reguły posiadają większą zawartość mikroelementów, witamin i metabolitów wtórnych, a także lepsze walory smakowe (Rembiałkowska 2002). W ocenie wartości biologicznej żywności metodami holistycznymi (pomiar emisji biofotonów, wyznaczanie wartości P, testy przechowalnicze, metody biokrystalizacji) produkty ekologiczne uzyskują lepsze notowania (Stalenga 2004). Może to tłumaczyć wyniki badań, według których taka dieta zapobiega chorobom cywilizacyjnym, zwiększa odporność organizmu i poprawia wskaźniki płodności (Lundengardh 2002).

W Polsce początek rozwoju rolnictwa ekologicznego jest obserwowany od połowy lat 80., jeżeli nie brać pod uwagę nielicznych prób gospodarowania biodynamicznego podejmowanych w okresie międzywojennym (Runowski 1998). Zaawansowanie procesu powstawania gospodarstw ekologicznych w Polsce

jest w związku z tym znacznie mniejsze niż na zachodzie Europy. W roku 2002 było ich 1977 i zajmowały ok. 40 tys. ha UR. Zgodnie z założeniami Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi do 2009 r. gospodarstwa ekologiczne w Polsce powinny wykorzystywać około 3% UR (Wawiernia 2003).

Według Górnego rolnictwo ekologiczne nie tylko powinno być zalecane, lecz jako jedyne dozwolone na obszarach chronionych (Popławski, Gawroński 2003), które stanowią ponad 30% powierzchni Polski. Podstawowym celem wydzielania takich obszarów jest utrzymanie naturalnych procesów przyrodniczych, stabilności ekosystemów, a w szczególności zachowanie bioróżnorodności, czyli założenia podobne jak w rolnictwie ekologicznym. Rolnictwo ekologiczne, z zasady reprezentuje kierunki produkcji bardziej pracochłonne, jest więc szansą na pewne złagodzenie problemu utajonego i jawnego bezrobocia na wsi. Rezerwy zasobów pracy ludności zatrudnionej w rolnictwie indywidualnym, niezależnie od przyjętego kryterium badania aktywności ekonomicznej, sięgają 19–23% ogółu pracujących (Myszczyżyn 2000). Jednym z mikroekonomicznych mechanizmów ich wykorzystania może być rozwój produkcji i przetwórstwa żywności ekologicznej. Badania wykazały, że nakłady pracy w gospodarstwach ekologicznych są o 30–40% większe niż w konwencjonalnych i częściej zachodzi w nich konieczność korzystania z sezonowego najmu siły roboczej (Runowski 1998, Kuś i in. 2000, Jończyk 2003). Rolnictwo ekologiczne wspiera wielofunkcyjny rozwój wsi nie tylko przez bezpośrednie tworzenie miejsc pracy, ale również dzięki konieczności istnienia oddzielnych przetwórci i linii produkcyjnych, sieci handlowych, miejsc produkcji i dystrybucji materiału siewnego, sadzeniakowego i środków produkcji dozwolonych w tym systemie (Rolnictwo ekologiczne... 2003). Rolnictwo ekologiczne jest też nieodzownym elementem rozwoju agroturystyki. Dostęp do prozdrowotnej żywności i urozmaicony krajobraz znacznie zwiększają atrakcyjność turystyczną obszarów wiejskich (Klima, Szarek 2003, Bobrecka-Jamro, Jarecki 2003).

Barierą rozwoju rolnictwa ekologicznego w Polsce może być ograniczony popyt na jego produkty. Decyduje o nim niski poziom dochodów znacznej części potencjalnych konsumentów i brak złych skojarzeń z krajową żywnością produkowaną metodami konwencjonalnymi. Większość konsumentów skłonna jest zaakceptować ceny produktów ekologicznych większe o najwyżej 5–10% (Żakowska-Biemans, Gutkowska 2003).

Mała liczba gospodarstw, ich rozproszenie i duże odległości od największych rynków zbytu stwarzają problemy w zorganizowanym handlu produktami rolnictwa ekologicznego. Dlatego jako jeden z najważniejszych problemów rolnicy ekologiczni wymieniają opłacalną sprzedaż wytworzonych produktów (Runowski 1998, Krasowicz 1996).

Działające w Polsce gospodarstwa ekologiczne mają korzystną strukturę obszarową i znacznie lepszy niż średnio w kraju rozłóg gruntów – tylko 16% posiada więcej niż 5 działek. Jest to ważny element zmniejszający kontakt gospodarstwa z sąsiednimi terenami, na których stosuje się inne metody produkcji. Ograniczenia w produkcji i doborze roślin może stwarzać jakość gruntów, gdyż gleby dobre (klasy I–III) stanowią zaledwie 14% powierzchni ich UR (Grykień 1997). Gospodarstwa ekologiczne w Polsce prowadzą w większości ludzie młodzi, w okresie największej aktywności zawodowej i społecznej. Jako grupa charakteryzują się wyższym niż średnio w Polsce poziomem wykształcenia i wykazują dużą aktywność w zdobywaniu i aktualizacji umiejętności (samokształcenie, kontakty z ośrodkami doradczymi i naukowymi); (Gotkiewicz 1999).

Rolnictwo polskie, w związku z gorszymi warunkami środowiskowymi, nie może konkurować w intensywniej produkcji rolniczej z krajami Europy Zachodniej. Polską specjalnością eksportową mogą stać się produkty ekologiczne, szczególnie te ziemiopłody, których zmechanizowanie cyklu produkcyjnego jest trudne. Mogą one zdobywać rynki zbytu ze względu na asortyment, dobrą jakość i niższe ceny (Małyszek, Schmidt 2003). Prowadzenie gospodarstw ekologicznych w Polsce może być opłacalne pod warunkiem korzystania ze wsparcia budżetu państwa, zbilansowania produkcji roślinnej i zwierzęcej w ramach gospodarstwa oraz wypracowania dobrej pozycji na lokalnym rynku (Kuś i in. 2000, Jończyk 2003).

Technologia produkcji pszenicy ozimej jest od dawna opracowana. Jest ona modyfikowana w związku z wprowadzaniem postępu biologicznego (nowe odmiany) i technicznego (nowe środki ochrony roślin, inne formułacje nawozów mineralnych oraz nowoczesna technika rolnicza) lub też zmianą wymagań przemysłu młynarskiego i piekarniczego. Wiele zaleceń jest wspólnych dla wszystkich systemów, jednak specyficzne wymagania rolnictwa ekologicznego stworzyły konieczność wypracowania nowych sposobów zapewnienia roślinom wystarczającej ilości składników pokarmowych, ochrony przed zachwaszczeniem, chorobami i szkodnikami.

W rolnictwie ekologicznym w związku z zakazem stosowania łatwo rozpuszczalnych, szybko działających wysoko przetworzonych nawozów mineralnych proces zaopatrywania roślin w składniki pokarmowe musi być rozpatrywany w dłuższym okresie czasu, jako zachowanie żyzności gleby.

Według niektórych autorów uzyskanie opłacalnego plonu rośliny tak wymagającej jak pszenica nie jest możliwe przy nawożeniu zgodnym z założeniami systemu ekologicznego, a spadki plonu mogą nawet przekraczać 60% (Kaczor 1996). Również Malicki (1992) ostrzega, że problemy z zaopatrzeniem roślin w składniki pokarmowe w rolnictwie ekologicznym zaczną się nasilać po wyczerpaniu zasobów glebowych zgromadzonych w latach stosowania nawożenia mineralnego. Przy regularnym stosowaniu nawozów organicznych nie powinno być problemów z zaopatrzeniem roślin w mikroelementy, natomiast mogą pojawiać się niedobory azotu, fosforu i potasu.

Zdaniem Siebeneichera (1997) na glebach bardzo zasobnych do zapewnienia pszenicy odpowiedniej ilości azotu wystarczą resztki poźniwne mieszanki koniczyny z trawami lub rzepaku uzupełnione nawozami organicznymi. Jednak w warunkach Polski niedobór azotu jest zazwyczaj czynnikiem ograniczającym plonowanie pszenicy. W badaniach prowadzonych przez Stalengę (2001) w systemie ekologicznym pszenica wykazywała deficyt azotu już w fazie strzelania w źdźbło. Zaopatrzenie w azot można nieco polepszyć przez zastosowanie, jesienią lub wczesną wiosną, dojrzałego kompostu w dawce 10 t/ha (Kuś, Jończyk 2003). W zaleceniach niemieckich dopuszcza się stosowanie gnojówki lub gnojowicy w tym terminie, a także w okresie poprzedzającym fazę strzelania w źdźbło (Siebeneicher 1997).

W gospodarstwach ekologicznych o zrównoważonym obiegu składników pokarmowych nie powinno być problemów z pokryciem zapotrzebowania roślin na fosfor. Analizy prowadzone przez Stalengę (2001) wykazały jednak, że po kilku latach uprawy ekologicznej może wystąpić niedostateczne zaopatrzenie pszenicy w ten pierwiastek, chociaż w mniejszej skali niż w przypadku azotu czy potasu. W rolnictwie ekologicznym dopuszcza się w uzasadnionych przypadkach zastosowanie mączek fosforytowych (Założenia..., 1993). Przyswajalność fosforu zwiększa się przez dodawanie tego nawozu do kompostu lub obornika albo odpowiednio wcześniejsze (przed orką siewną), dobre wymieszanie go z glebą (Kuś, Jończyk 2003).

W gospodarstwach ekologicznych, szczególnie produkujących dużą ilość warzyw na sprzedaż, może dochodzić do wyczerpania potasu z gleby. W cytowanych wcześniej badaniach Stalengi pszenica wysiewana po koniczynie z trawami traktowanej jako produkcja towarowa, wykazywała niedostateczne zaopatrzenie w potas. Według wytycznych IFOAM w gospodarstwach ekologicznych, po konsultacji z jednostką certyfikującą, można stosować minerały zawierające potas (Założenia..., 1993).

Pszenica w uprawie ekologicznej ze względu na mniejsze zagęszczenie ładu i gorsze zaopatrzenie w azot jest mniej narażona na niektóre choroby (Kąkol 2001, Odorfer i Pommer 1997). Rozwój *Gaeumannomyces graminis*, *Pseudocercospora herpotrichoides* i patogenicznych grzybów z rodzaju *Fusarium* może być ograniczany przez potencjał fitosanitarny gleby (Markiewicz i in. 1979). Decyduje o nim zespół drobnoustrojów o działaniu antagonistycznym w stosunku do patogenów. Jest on aktywizowany przez wielostronne zmianowanie, uprawę międzyplonów, stosowanie nawozów organicznych (Fortuna 1993). Opisywane są różne mechanizmy prowadzące do ograniczenia rozwoju grzybów patogenicznych. Podstawowym jest konkurencja o niszę ekologiczną, która może zachodzić między szczepami tego samego gatunku lub gatunków spokrewnionych. Na przykład saprofityczny grzyb *Phialophora graminicola* (stadium doskonałe – *Gaeumannomyces cylindrosporus*) ogranicza rozwój patogenicznych szczepów *Gaeumannomyces graminis* (Martyniuk 1986). Żółtańska i Woźna (2000) podają, że gatunek *Rhizoctonia solanii* zasiedlając tkanki porażone przez *Fusarium* zdobywa przewagę i hamuje rozwój pierwotnych kolonizatorów, natomiast sam powoduje mniejsze zagrożenie dla pszenicy. Ochronę pszenicy przed chorobami grzybowymi mogą stanowić też aktywne substancje wydzielane przez mikroorganizmy saprofityczne. Paszkowski (2001) stwierdził, że antybiotyki produkowane przez niektóre obecne w ryzosferze pszenicy szczepy *Pseudomonas fluorescens* hamują rozwój *Pseudocercospora herpotrichoides*. Drobnoustroje glebowe mogą też bezpośrednio oddziaływać na roślinę uprawną np. wywołując zwiększenie produkcji fungistatycznych fitoaleksyn.

Duży problem stanowi ochrona pszenicy przed chorobami aparatu asymilacyjnego. Jedną z metod zwiększania odporności roślin jest ich opryskiwanie preparatami kwasu krzemowego. Mechanizm działania tych związków nie jest do końca wyjaśniony, ale przypuszczalnie duże znaczenie ma ich wysokie pH.

Przyjmuje się również, że krzem wysyca tkanki okrywowe roślin utrudniając wnikanie i rozwój grzybów patogenicznych (Fortuna 1993). Szafranek i in. (1999) podają, że rolnicy używają także do ochrony pszenicy wyciągi ze skrzy-
pu, pokrzywy czy mniszka lekarskiego, jednak brak pełniejszych informacji na temat skali stosowania tych zabiegów w praktyce i ich skuteczności. Również wykorzystanie fungistatycznego preparatu Biosept 33SL produkowanego na bazie wyciągu z miąższu i nasion grejpfruta jest jeszcze w fazie doświadczeń (Solarska, Jończyk 2003).

Występowanie chorób pszenicy przenoszonych przez nasiona (głównie, śnie-
cie) można ograniczać przez dezynfekcję materiału siewnego. Wykorzystuje się między innymi grzybobójcze działanie nadmanganianu potasu zaprawiając nim nasiona na sucho lub mokro (stężenie roztworu do 2%); (Siebeneicher 1997). Zalecana jest również, znana od dawna (Lansade 1950), metoda polegająca na moczeniu ziarna w wodzie o ściśle określonej temperaturze. Ponieważ może ono powodować osłabienie wigoru nasion, bada się obecnie możliwość zastąpienia wody strumieniem powietrza gorącego i suchego oraz chłodnego i wilgotnego lub parą wodną. Zaleca się również wybieranie do siewu grubszych frakcji ziarna, które są w mniejszym stopniu porażane przez grzyby z rodzajów *Septoria* i *Fusarium* (Köpke 1989). W odkazaniu i kondycjonowaniu materiału siewnego pszenicy wykorzystuje się także metody radiacyjne, jednak możliwość stosowania niektórych z nich w rolnictwie ekologicznym budzi kontrowersje (Capała 1998, Orzeszko-Rywka 2004).

Podjęmuje się również badania nad zaprawianiem nasion: wapnem palonym, szkłem wodnym, popiołem drzewnym, wyciągami lub naparami roślinnymi, gnojowicą bydlęcą lub końską (Söllinger i in. 1997). Dobre efekty uzyskuje się dzięki otoczkowaniu ziarna mlekiem w proszku. Zabieg ten pobudza rozwój bakterii *Bacillus subtilis* antagonistycznych w stosunku do grzybów wywołujących śnieć cuchnącą i głównie pylącą pszenicy (Capała 1998, Siebeneicher 1997). Bada się także możliwość wykorzystania wyselekcjonowanych mikroorganizmów konkurencyjnych w stosunku do patogenów atakujących siewki, jednak istnieje obawa, że ich zastosowanie może spowodować zachwianie równowagi w glebie (Orzeszko-Rywka 2004).

Duże możliwości ograniczania strat powodowanych przez choroby stwarza wysiew odmian o zwiększonej odporności. Obecnie hodowlę prowadzi się w warunkach konwencjonalnej agrotechniki, dlatego też należy dodatkowo

przetestować przydatność odmian do uprawy w gospodarstwach ekologicznych (Kuś, Jończyk 2003, Siebeneicher 1997). Prawdopodobnie rozwinie się również hodowla, w której już materiał wyjściowy będzie uprawiany metodami ekologicznymi i oceniany pod względem przydatności do tego typu produkcji. Rozpatruje się także możliwość rejestracji odmian lokalnych, uodpornionych na dominujące na danym terenie patogeny (Orzeszko-Rywka 2004).

Nie ma potrzeby utrzymywania łąnów pszenicy całkowicie wolnych od chwastów. Roślinność segetalna odgrywa w systemie ekologicznych znaczącą rolę, może bezpośrednio lub pośrednio wpływać korzystnie na plonowanie upraw (Duer 1995, Trzcńska-Tacik 2003). Niektóre rzadkie i zagrożone wyginięciem chwasty związane z uprawami pszenicy mają możliwość przetrwać tylko w tym systemie (Sobisz, Ratuszniak 2003).

Zwalczanie chwastów w zasiewach zbóż ogranicza się w zasadzie do bronowania. We wcześniejszych fazach wzrostu pszenicy stosuje się brony zębowe, później brony chwastowniki. Skuteczność tego zabiegu wynosi 40–90% i jest większa w przypadku chwastów drobnonasiennych i będących we wczesnych stadiach rozwojowych (Duer 1994). Wadą bronowania jest uzależnienie możliwości jego wykonania od wilgotności gleby, niebezpieczeństwo uszkodzenia pszenicy i zwiększenia jej wrażliwości na przymrozki. Innym sposobem ochrony mechanicznej jest stosowanie opielaczy, możliwe przy pasowym siewie zbóż, który w Polsce raczej nie jest wykorzystywany (Kuś, Jończyk 2003). Występujące w łąnie pszenicy pojedyncze skupiska dużych chwastów można usuwać ręcznie. Ma to szczególne znaczenie w przypadku ostrożenia polnego i ostów, ponieważ umożliwia ich zniszczenie we właściwej fazie rozwojowej (Duer 1994).

Konkurencyjność pszenicy w stosunku do chwastów można zwiększać przez selekcję materiału siewnego. Z dorodnych ziarniaków wyrastają siewki o dużym wigorze i większej powierzchni liści (Köpke 1989). Ważny jest też pokrój roślin, gdyż wykazano, że odmiany o dużych liściach, mocno odchylonych od źdźbła lepiej zacieniają glebę i hamują rozwój chwastów. Preferowane są również odmiany o długiej słomie (Girtler 2004). Stwierdzono na przykład, że w tworzonych przez nie łąnach miotła zbożowa wytwarzała znacznie mniej nasion (Praczyk, Adamczewski 1994).

Rośliny uprawiane w systemie ekologicznym, głównie ze względu na zmiany morfologiczne i anatomiczne wywołane niedoborem azotu, stanowią mniej atrakcyjny pokarm dla owadów (Girtler 2004, Grosch, Schuster 1993). Dużą rolę

w ograniczaniu liczebności szkodliwej entomofauny pól pszenicy przypisuje się chrząszczom z rodziny biegaczowatych. Na polu doświadczalnym w Osinach stwierdzono, że w systemie ekologicznym jest ich zdecydowanie więcej niż przy uprawie konwencjonalnej, nieco odmienny jest też skład gatunkowy ich populacji (Szeplińska i in. 2003, Grabarkiewicz 2003). Chrząszcze te są z reguły polifagiczne, ale podstawowym pożywieniem niektórych gatunków są mszyce i to zarówno jaja, larwy, jak i postacie dorosłe. Zjadają też muchówki i zarodniki grzybów (Sunderland 1975). Dużą rolę w zwalczaniu szkodników odgrywają również biedronki, bzygowate i złotooki. Obliczono, że biedronka siedmiokropka może w ciągu doby pożreć blisko 70 dorosłych mszyc, larwa bzygowatych zjada ich około 80 dziennie, a larwa złotooka – ponad 30 (Ignatowicz 2004). Mszycami odżywiają się również skorki, chociaż ich głównym pożywieniem jest roślinna materia organiczna (Sunderland 1975). Biedronki i złotooki niszczą też jaja i larwy skrzypionek. W razie konieczności owady pożyteczne można przywabić do miejsc szczególnie zagrożonych dzięki dostępnym w handlu środkom feromonowym (Kuś, Jończyk 2003). W zwalczaniu mszyc mogą znaleźć zastosowanie także tzw. feromony alarmu, które sprawiają, że owady przerywają żerowanie i spadają na ziemię (Ignatowicz 2004, Jaśkiewicz, Bartoszek 1995). W gospodarstwach ekologicznych zwiększaniu liczebności pożytecznej entomofauny, obok wyeliminowania chemicznych zabiegów ochrony roślin, sprzyja większa różnorodność uprawianych roślin oraz występowanie zadrzewień i zakrzaczeń śródpolnych (Górny 1993, Fortuna 1993).

W literaturze brak jednoznacznych informacji dotyczących jakości ziarna pszenicy z upraw ekologicznych. Badania Cacak-Pietrzak i in. (2003) prowadzone na materiale roślinnym z doświadczenia w Osinach wykazały, że cechy fizyczne i wartość przemiałowa ziarna oraz wodochłonność mąki, a także stałość i rozmiękczenie ciasta nie zależały od systemu produkcji. Uprawa ekologiczna nie pogorszyła również smaku, objętości i porowatości miękiszu chleba. Lonkhuysen i in. (1984) nie stwierdzili także istotnych różnic w zawartości wapnia, cynku, magnezu i żelaza oraz kwasów fitynowych w ziarnie z upraw ekologicznych i konwencjonalnych. Prawidłowością jest istotnie obniżona zawartość białka, a więc i glutenu, w pszenicy uprawianej metodami ekologicznymi. Nie ogranicza to jej przydatności do produkcji pieczywa gruboziarnistego, jednak może stwarzać problemy przy zbycie pszenicy ekologicznej, która pod względem zawartości białka nie spełnia norm jakościowych skupu.

Podolska i Stypuła (2002) stwierdzili, że nie można uzyskać dobrej jakości ziarna bez ochrony chemicznej zasiewów. Jednak ich wniosek dotyczy przypadku, gdy stosowano pozostałe elementy konwencjonalnej technologii produkcji.

W związku z zakazem chemicznego zwalczania chorób w ekologicznych uprawach pszenicy pojawiają się obawy dotyczące skażenia ziarna mikotoksynami (Bartnik 1996). Wytwarzające je grzyby z rodzaju *Fusarium* powszechnie zasiedlają rośliny zbożowe i ich wyeliminowanie stanowi duży problem również w zasiewach konwencjonalnych (Korbas, Ławecki 2003). W badaniach monitoringowych prowadzonych w Niemczech nie stwierdzono przekroczenia dopuszczalnego poziomu zawartości mikotoksyn w ziarnie pszenicy z upraw ekologicznych (Backes i in. 1997). Dodatkowym sposobem zabezpieczenia jest sortowanie ziarna (Fornal i in. 2004) – stwierdzono, że największe ziarniaki zawierają wielokrotnie mniej aflatoksyn niż poślad.

W literaturze spotyka się wiele pozycji dotyczących ograniczania zużycia nawozów mineralnych i środków ochrony roślin w uprawie pszenicy ozimej oraz analizy jej aspektów środowiskowych. Są to zagadnienia związane z rolnictwem integrowanym, często jednak badane są jako oddziaływania pojedynczych czynników. Wyniki takich doświadczeń nie zawsze mogą być więc interpretowane jako odzwierciedlające wpływ systemu integrowanego na roślinę. Również przydatność wyników prac dotyczących mechanicznych i biologicznych metod zwalczania agrofagów w pszenicy ozimej musi zostać przetestowana w warunkach uwzględniających wszystkie zasady systemu ekologicznego.

3. ZAKRES I METODYKA BADAŃ

3.1. Charakterystyka doświadczenia

Badania przeprowadzono na doświadczeniu polowym założonym jesienią 1993 r. w Stacji Doświadczalnej IUNG w Osinach. Zlokalizowano je na glebie płowej, w niewielkich fragmentach czarnej ziemi zdegradowanej, o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego lub mocnego przechodzącego w glinę lekką. Na powierzchni pola dominowały kompleksy pszenney dobry i żytni bardzo dobry. Pełniejszą charakterystykę gleby przedstawiono w tabeli 1. Doświadczenie założono na glebie silnie zakwaszonej, jednak w kolejnych latach jej odczyn doprowadzono do stanu zbliżonego do optymalnego (pH_{KCl} 6,5–7,0).

Tabela 1. Charakterystyka warunków glebowych

Wyszczególnienie	System			
	ekologiczny	integrowany	konwencjonalny	
			K zmianowanie	M monokultura
Skład granulometryczny	piasek gliniasty lekki lub mocny na glinie lekkiej			
Typ	gleby płowe, w niewielkich fragmentach czarne ziemie zdegradowane			
Kompleks rolniczej przydatności gleb	w przewadze pszenney dobry i żytni bardzo dobry			
Zawartość (mg/100 g gleby)				
P ₂ O ₅	11,1	12,8	14,4	9,6
K ₂ O	7,3	8,1	10,3	8,0
Mg	3,8	4,4	7,2	3,7
Próchnica (%)	1,53	1,39	1,38	1,24
pH _{KCl}	5,6	5,7	5,9	5,5

W dwóch kolejnych latach poprzedzających założenie doświadczenia na polu tym wysiewano pszenicę ozimą.

Doświadczenie jest prowadzone w 1 powtórzeniu, polami wszystkich roślin równocześnie, a powierzchnia każdego z pól wynosi ok. 1 ha, co umożliwia uprawę w warunkach zbliżonych do istniejących na polach produkcyjnych.

Praca dotyczy plonowania pszenicy ozimej w okresie od II do VII roku prowadzenia doświadczenia i obejmuje: plon ziarna, cechy jego struktury, cha-

rakterystykę łanu, zachwaszczenie, nasilenie chorób oraz efektywność ekonomiczną i energetyczną produkcji. W opracowaniu pominięto wyniki uzyskane w 1997 r., gdyż z uwagi na duże szkody zimowe pszenicę ozimą na polu ekologicznym przesiano jarą. Agrotechnikę pszenicy w porównywanych systemach opisano w tabeli 2. We wszystkich systemach stosowano jednakowe terminy i ilość wysiewu pszenicy, natomiast uprawa roli była dostosowana do ogniwa zmianowania przedplon–pszenica ozima. W latach 1994, 1995 wysiewano pszenicę odmiany Almari, zaś w pozostałych Kobrę.

Tabela 2. Elementy agrotechniki pszenicy ozimej

Wyszczególnienie	System			
	ekologiczny	integrowany	konwencjonalny	
			K zmianowanie	M monokultura
Zaprawy nasienne	–*	+	+	+
Nawozy mineralne (kg/ha)				
N	–	85	140	140 + 30
P ₂ O ₅	–	55	80	80
K ₂ O	–	65	100	100
Bronowanie pielęgnacyjne	3–4x	1x	1x	1x
Herbicydy	–	1–2x	1–3x	1–3x
Fungicydy	–	1–2x	2–3x	2–3x
Antywylegacz	–	0–1x	0–2x	0–2x

* ew. nadmanganian potasu

Pole doświadczalne podzielone jest na 3 części, które odpowiadają porównywanym systemom produkcji roślinnej: ekologicznemu, integrowanemu i konwencjonalnemu występującemu w 2 wariantach (uproszczone zmianowanie i monokultura pszenicy ozimej). W każdym systemie stosuje się inny płodozmian i całokształt agrotechniki dostosowany do jego specyfiki:

System ekologiczny obejmuje rozbudowane zmianowanie: ziemniak – jęczmień jary z wsiewką koniczyny czerwonej z trawami* – koniczyna czerwona z trawami użytkowana 2 lata – pszenica ozima + międzyplon ścierniskowy (mieszanka roślin krzyżowych ze strączkowymi). W systemie tym nawożenie ograniczone jest do kompostu (30 t/ha) i biomasy międzyplonu ścierniskowego. Nie stosuje się również chemicznych środków ochrony roślin z wyjątkiem Nowodoru do zwalczania stonki ziemniaczanej (preparat dopuszczony do stosowania w rolnictwie ekologicznym). Odchwaszczanie pszenicy ozimej ogranicza się do

* zycica trwała + kostrzewa łąkowa

3–4-krotnego zastosowania brony. W pierwszym terminie jest to brona zębowa, a w następnych brona chwastownik.

System integrowany prowadzony jest w zmianowaniu: ziemniak – jęczmień jary + międzyplon ścierniskowy z gorczycy białej – bobik (w latach 1995 i 1996 koniczyna czerwona z wsiewki w jęczmień) – pszenica ozima + międzyplon z gorczycy białej. System ten zakłada racjonalizację zużycia nawozów mineralnych i środków ochrony roślin. Dawki fosforu i potasu określane są według pobrania składnika z plonem średnio w rotacji zmianowania. Dawki azotu obniża się o 30–40% w stosunku do systemu konwencjonalnego, w niektórych latach są one również korygowane na podstawie zawartości N mineralnego w glebie wczesną wiosną. Chemiczne środki ochrony roślin są, w miarę możliwości, stosowane w sytuacji przekroczenia przez agrofagi progów szkodliwości, w przypadku chwastów jako uzupełnienie pielęgnacji mechanicznej. Jeden raz w rotacji, pod ziemniak, stosuje się kompost (30 t/ha) i przyoruje biomasę poplonów ścierniskowych.

System konwencjonalny w I wariacie (w pracy okreśłany jako konwencjonalny – K) prowadzi się w uproszczonym zmianowaniu: rzepak ozimy – pszenica ozima – jęczmień jary. Wszystkie rośliny uprawiane są według intensywnych technologii produkcji zalecanych przez IUNG, charakteryzujących się wysokimi dawkami nawozów mineralnych i pełnym wykorzystaniem środków ochrony roślin w walce z agrofagami i wyleganiem. Nawożenie organiczne ogranicza się do przyorywania słomy rzepaku i pszenicy.

System konwencjonalny w II wariacie (w pracy okreśłany jako monokultura – M) dotyczy pszenicy ozimej wysiewanej w monokulturze. Uprawia się ją według intensywniej technologii, podobnie jak w wariacie I, a jako nawóz organiczny stosuje się słomę przyorywaną co drugi rok.

3.2. Sposób zbierania materiału

W czasie wegetacji notowano daty wschodów, krzewienia, strzelania w źdźbło, kłoszenia, dojrzałości mleczej, woskowej i pełnej. Obserwacje wykorzystano do opisu wpływu pogody na rozwój pszenicy.

W celu określenia przezimowania liczono rośliny po wschodach i po wiosennym ruszeniu wegetacji w tych samych miejscach, na odcinku 1 metra bieżącego rzędu w 12 punktach na każdym polu. Obsadę roślin jesienią przyjęto za 100%.

Zachwaszczenie łąnu oznaczano przed zbiorem metodą ilościowo-wagową. Próbki pobierano z powierzchni 0,5 m² w 4–5 powtórzeniach na każdym polu. Określano liczebność poszczególnych gatunków i powietrznie suchą masę chwastów.

Elementy struktury plonu (obsada kłosów, liczba ziarn w kłosie, MTZ) określano na podstawie próbek pobranych z powierzchni 0,5 m² w 6 powtórzeniach na każdym polu.

W celu oznaczenia architektury łąnu pobierano z każdego pola w 3 powtórzeniach, z miejsc o wyrównanym łąnie, próbki liczące po około 100 roślin. Następnie źdźbła dzielono na 3 grupy: niskie, średnie i wysokie, ustalając wartości przedziałów oddzielnie dla każdego obiektu. Następnie dla każdej z wydzielonych grup określano: masę ziarna z kłosa, MTZ i liczbę ziarn w kłosie.

Analizę stanu fitosanitarnego pszenicy ozimej przeprowadzano w fazie dojrzałości mleczno-woskowej na próbkach liczących po około 300 losowo pobranych roślin z każdego pola. Na roślinach tych oceniano:

a) nasilenie chorób podstawy źdźbła

Po usunięciu pochw liściowych z podstawy źdźbła pędy dzielono na cztery grupy:

- zdrowe (0) – bez charakterystycznych plam chorobowych (zbrunatnień) u podstawy źdźbła;
- porażone w stopniu słabym (1) – plamy chorobowe obejmujące mniej niż 1/3 obwodu źdźbła;
- porażone w stopniu średnim (2) – rozlewające się plamy chorobowe obejmujące więcej niż 1/3, ale nie obejmujące obwodu całego źdźbła;
- porażone w stopniu silnym (3) – plamy chorobowe obejmujące źdźbło dookoła.

Dodatkowo określono również dominujące gatunki grzybów uszkadzających podstawę źdźbła pszenicy. W celu łatwiejszej interpretacji uzyskanych wyników, możliwości oceny za pomocą jednej wartości liczbowej, wyliczono indeks porażenia stosując wzór Nilsona:

$$I = \frac{\sum x_i f_i}{kn} \times 100\%$$

gdzie: x_i – stopień porażenia (0–3)

f_i – liczba roślin o danym stopniu porażenia

n – liczba badanych pędów (liści itp.)

k – liczba wydzielonych stopni porażenia.

b) nasilenie chorób aparatu asymilacyjnego pszenicy ozimej oceniano na tych samych roślinach określając stopień uszkodzenia przez choroby grzybowe liści podflagowego i flagowego. Oznaczając stopień porażenia liści korzystano z graficznej skali zalecanej przez IOR, a następnie wyliczano indeks porażenia wg wzoru Nilsona.

– Plon pszenicy określano na podstawie masy ziarna zebranego kombajnem z parcel próbnych. W latach 1995, 1996 było ich 6 o powierzchni ok. 150 m² każda, w dwóch następnych latach w związku z wprowadzeniem wariantu odmianowego liczbę parcel zwiększono do 12, a ich powierzchnię zmniejszono do ok. 30 m². Wyniki przeliczono na 1 ha i wilgotność ziarna równą 15%.

W opracowaniu statystycznym wyników wykorzystano analizę wariancji dla układu kompletnej randomizacji. Istotność różnic określono za pomocą testu Tukeya dla $\alpha = 0,05$.

3.3. Ocena ekonomiczna produkcji pszenicy ozimej

Jako uproszczoną miarę oceny ekonomicznej produkcji przyjęto wielkość nadwyżki bezpośredniej, która stanowi różnicę pomiędzy wartością produkcji z 1 ha i bezpośrednimi kosztami ponoszonymi na jej wytworzenie. Nadwyżkę bezpośrednią wyliczono według metodyki stosowanej w IER (Augustyńska-Grzymek i in. 2000). Do kosztów bezpośrednich zaliczono: materiał siewny, nawozy mineralne (NPK) i chemiczne środki ochrony roślin (zaprawy, herbicydy, fungicydy, insektycydy i retardanty). Z uwagi na bardzo zróżnicowane ceny, zarówno ziarna pszenicy, jak i zużytych środków produkcji, a także zmienną stopę inflacji w latach prowadzenia badań (1995–1999) wielkość nadwyżki bezpośredniej wyrażono w mierniku finansowym (zł/ha) i naturalnym (kg ziarna pszenicy/ha).

Wartość plonu = wielkość plonu × cena ziarna w danym roku (jednakowa dla wszystkich obiektów) bezpośrednio po zbiorze.

Koszty bezpośrednie = faktyczne zużycie środków produkcji w każdym z systemów (ustalone na podstawie dokumentacji prowadzonych doświadczeń) × cena rynkowa w okresie ich zastosowania. W podobny sposób postąpiono z materiałem siewnym, który pochodził z zakupu i jego ceny były znacznie wyższe niż pszenicy konsumpcyjnej. Ceny środków produkcji ustalano na podstawie dostępnych informacji rynkowych (Aktualności..., 1994–1999). Następnie

wyliczono ilość ziarna pszenicy pokrywającą w danym roku koszty nabycia poszczególnych środków produkcji.

3.4. Ocena efektywności energetycznej produkcji pszenicy ozimej

W analizie energetycznej w nakładach wyróżniono 4 strumienie energii:

- I – bezpośrednie nośniki energii (paliwo, energia elektryczna)
- II – surowce i materiały (ziarno siewne, nawozy, środki ochrony roślin)
- III – środki inwestycyjne (zużycie maszyn i narzędzi, części zamienne)
- IV – nakłady pracy żywej.

Efektywność energetyczną (E_e) obliczono ze wzoru:

$$E_e = \frac{\text{wartość energetyczna plonu}}{\text{wielkość nakładów energetycznych}}$$

Dane dotyczące przebiegu prac, zużycia materiałów i plonów pochodziły z arkuszy dokumentacyjnych doświadczenia. Wyniki przedstawiono na podstawie średniej z lat badań. W obliczeniach pominięto słomę – zarówno jej wartość energetyczną, jak i nakłady na zbiór. Do wyrażenia potrzebnych wartości w MJ przyjęto przeliczniki zamieszczone w pracach Harasima oraz Hulsberga i Kalka (cyt. za Kuś 2002).

Nawozy mineralne N	40 MJ/kg
P_2O_5	14 MJ/kg
K_2O	10 MJ/kg
Chemiczne środki ochrony roślin (substancja aktywna)	300 MJ/kg
Ziarno pszenicy (sucha masa)	18,6 MJ/kg
Olej napędowy (1 kg = 1,2 l)	45 MJ/kg
Zużycie ciągników i maszyn rolniczych	112 MJ/cnh
Części zamienne	80 MJ/cnh
Robocizna	40 MJ/rbh

3.5. Warunki pogodowe

Po wysiewie pszenicy jesienią 1994 nadmiar opadów (104 mm we wrześniu i 84 mm w październiku) wskutek zlewności gleby pogorszył jakość wschodów. Dalsza wegetacja pszenicy jesienią przebiegała już w korzystnych warunkach. Zima była łagodna i rośliny dobrze przezimowały. Wiosenne wznowienie wegetacji nastąpiło na początku kwietnia, jednak okresowe spadki temperatury hamowały wzrost pszenicy. Wysokie temperatury i korzystnie rozłożone opady w maju i czerwcu sprzyjały wegetacji. Upalny lipiec i brak opadów ($k = 0,7$), szczególnie w dwóch ostatnich dekadach, spowodował przyspieszenie dojrzewania pszenicy (tab. 3, 4).

Przed zimą 1995 roku stan pszenicy ozimej był dobry na wszystkich obiektach. Zahamowanie wegetacji nastąpiło pod koniec października i utrzymywało się do marca. Przezimowanie było dobre, jedynie stagnująca woda spowodowała

Tabela 3. Średnie miesięczne temperatury powietrza (t) i sumy opadów (o) w Osinach

Miesiąc	1994/95		1995/96		1997/98		1998/99	
	t	o	t	o	t	o	t	o
IX	15,4	104,1	13,3	107,4	12,8	65,9	13,1	36,3
X	6,8	84,0	9,8	8,0	5,9	53,6	7,6	47,5
XI	3,6	33,3	-0,2	18,8	3,1	40,1	-1,7	31,6
XII	0,4	54,9	-5,1	14,0	-0,6	30,2	-3,0	19,9
I	-1,6	13,4	-6,0	7,5	0,3	24,7	0,2	15,3
II	3,0	48,8	-5,9	16,0	3,3	27,4	-1,3	41,2
III	2,9	38,1	-2,1	19,7	1,2	28,7	4,4	17,0
IV	7,9	46,5	7,9	14,2	10,2	70,4	9,8	96,6
V	12,4	49,3	15,5	95,7	14,4	57,0	12,2	38,4
VI	17,2	70,8	16,9	37,9	18,0	70,4	18,5	147,7
VII	20,2	44,6	16,7	67,0	18,3	99,1	20,4	51,2
VIII	18,1	51,2	18,3	88,9	16,6	87,1	17,8	45,1

Tabela 4. Wartości współczynnika hydrotermicznego Sielianałowa (k) dla Osin

Miesiąc	1995	1996	1998	1999
IV	2,0	0,6	2,3	3,3
V	1,3	2,0	1,3	1,0
VI	1,4	0,8	1,3	2,7
VII	0,7	1,3	1,7	0,8

lokalne wypadanie roślin w mikroobniżeniach terenu. Wznowienie wegetacji nastąpiło w I dekadzie kwietnia. Optymalne warunki termiczno-wodne utrzymujące się w maju i na początku czerwca sprzyjały wegetacji. Częste opady w drugiej połowie czerwca i mokry, chłodny lipiec opóźnił dojrzewanie i spowodował porastanie ziarna. Pszenicę zebrano dopiero w drugiej połowie sierpnia.

Jesienią 1996 roku warunki wschodów i początkowej wegetacji pszenicy ozimej były korzystne, jednak w grudniu i styczniu wystąpiły duże spadki temperatury przy braku okrywy śnieżnej. W konsekwencji pszenica ozima na wszystkich obiektach była przerzedzona. W systemie ekologicznym, aby nie dopuścić do nadmiernego zachwaszczenia pola przesiano ją pszenicą jarą. W pozostałych obiektach uzyskano plony ziarna na poziomie 4–5 t/ha. W związku z tym dane z tego roku pominięto przy opracowaniu wyników.

W 1997 roku z uwagi na duże opady deszczu w ostatnich dniach września nie udało się wysiać pszenicy na wszystkich obiektach w jednakowym terminie. Na polu ekologicznym i konwencjonalnym (wariant I) siew przeprowadzono w optymalnych warunkach, natomiast na pozostałych dwóch obiektach z opóźnieniem około 10 dni. Na polach tych wilgotność gleby w okresie siewu była zbyt wysoka, co pogorszyło równomierność wschodów. Jesienna wegetacja pszenicy została przerwana w ostatnich dniach października, na początku fazy krzewienia. Dwie ostatnie dekady lutego były ciepłe, co spowodowało ruszenie wegetacji. W okresie tym uległy zatarciu różnice pomiędzy obiektami spowodowane terminem siewu. W kwietniu i maju 1998 r. przebieg pogody sprzyjał wegetacji pszenicy ozimej, gdyż opady były częste i dobrze rozłożone. Jedynie w fazie kłoszenia, w I połowie czerwca nastąpił przejściowy niedobór wody na skutek kilkudniowego okresu wysokich temperatur i braku opadów.

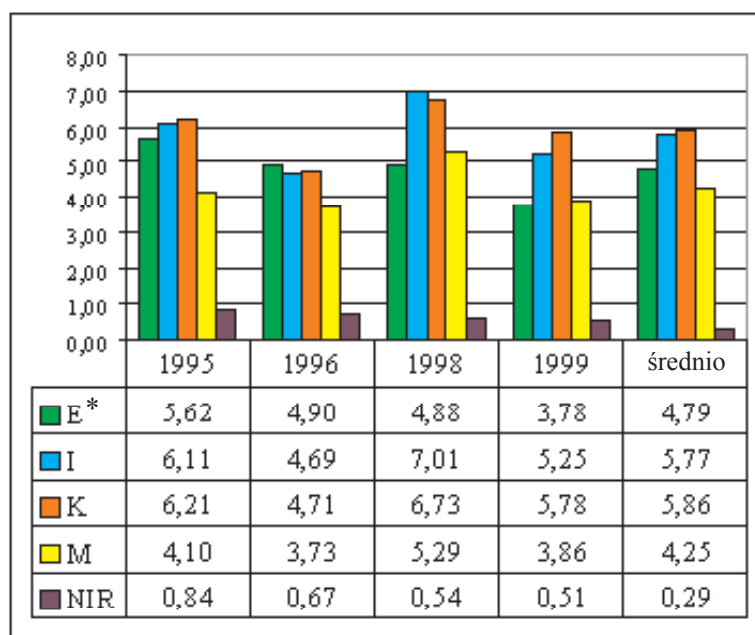
W 1998 roku wysiew pszenicy nastąpił w dobrych warunkach, jedynie na polu konwencjonalnym (wariant I) doszło do przesuszenia wierzchniej warstwy gleby wskutek intensywnego wzrostu samosiewów rzepaku, co utrudniało dobre doprowadzenie roli. Jednak korzystny rozkład opadów i ciepła pogoda sprzyjały uzyskaniu na wszystkich obiektach dobrych i wyrównanych wschodów. Przezimowanie pszenicy pomimo okresowo utrzymujących się dużych spadków temperatury było dobre. Ruszenie wegetacji nastąpiło w pierwszych dniach marca, a przebieg pogody w kolejnych miesiącach był korzystny dla wzrostu i rozwoju ozimin. Jednak w drugiej połowie czerwca wystąpiły bardzo duże

opady deszczu (ok. 150 mm), a wartość współczynnika hydrotermicznego wynosiła aż 2,7. Taki przebieg pogody sprzyjał bardzo silnemu rozwojowi chorób grzybowych liści i kłosa pszenicy, szczególnie szybko opanowały one rośliny na polu ekologicznym i w monokulturze. W konsekwencji na obiektach tych masa 1000 ziarn była bardzo mała.

4. OMÓWIENIE WYNIKÓW

4.1. Plon ziarna pszenicy ozimej

W systemie ekologicznym plon ziarna pszenicy ozimej wysiewanej po mieszanke koniczyny czerwonej z trawą (użytkowanej przez okres 2 lat) i uprawianej bez stosowania przemysłowych środków produkcji (nawozów mineralnych i chemicznych środków ochrony roślin) wyniósł, średnio za cztery lata, 4,79 t/ha, zaś w poszczególnych latach wahał się od 3,78 do 5,62 t/ha (rys. 1). Plon ziarna pszenicy w tym obiekcie był, średnio za 4 lata, mniejszy o 1,07 t/ha (18%) niż w systemie konwencjonalnym (K), gdzie zboże to wysiewano po rzepaku ozimym w warunkach stosowania intensywnej technologii produkcji. W poszczególnych latach różnica ta wahała się od +4% w 1996 r. do -35% w 1999 r. W systemie integrowanym pszenica ozima wysiewana w płodozmianie typu norfolckiego po roślinach motylkowatych, mimo mniejszego zużycia przemysłowych środków produkcji, plonowała na zbliżonym poziomie jak w systemie konwencjonalnym. Pszenica ozima uprawiana w monokulturze (od 4 do 9 roku monokulturowej uprawy), pomimo stosowania intensywnej technologii produkcji, plonowała średnio o 0,54 t/ha (11%) niżej niż w systemie ekologicznym. W porównaniu z systemem konwencjonalnym wydajność monokultury była,



Rys. 1. Plon ziarna pszenicy ozimej (t/ha)

* Oznaczenia stosowane w tabelach i na rysunkach: E – system ekologiczny, I – system integrowany, K – system konwencjonalny (zmianowanie), M – system konwencjonalny (monokultura)

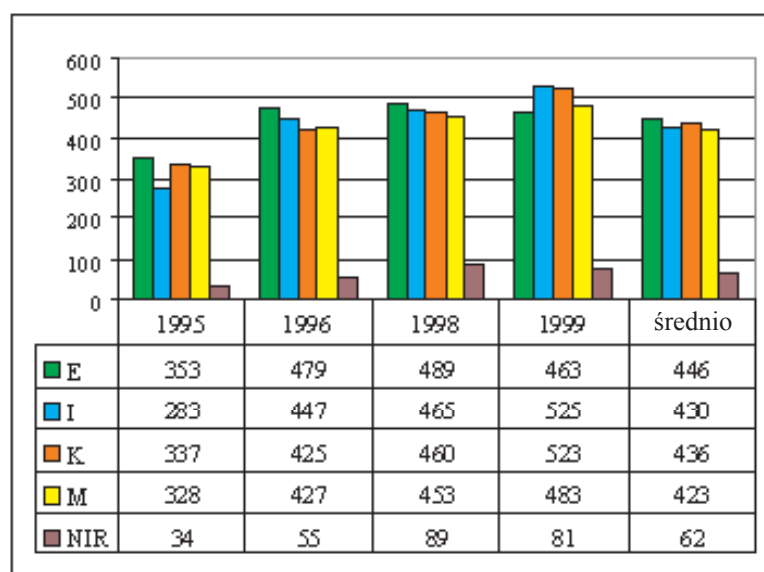
średnio za cztery lata, mniejsza o 1,61 t/ha (27%), a w poszczególnych latach różnica ta wahała się od 0,98 t/ha (21%) w 1996 r. do 2,11 t/ha (34%) w 1995 r.

Wystąpiło duże zróżnicowanie wielkości plonu na poszczególnych obiektach w latach. W latach 1995 i 1996 plony pszenicy uzyskiwane w uprawie ekologicznej oraz w systemach integrowanym i konwencjonalnym nie różniły się istotnie, natomiast zdecydowanie niższą jej wydajność uzyskiwano w monokulturze. W latach 1998 i 1999 w uprawie ekologicznej i monokulturze plony pszenicy były istotnie mniejsze niż w systemach integrowanym i konwencjonalnym. O zróżnicowaniu wydajności pszenicy świadczy również to, że w poszczególnych latach najwyższe plony uzyskiwano na różnych obiektach. W latach 1995 i 1999 w systemie konwencjonalnym, w 1996 r. w uprawie ekologicznej, a w 1998 r. w systemie integrowanym. Natomiast najmniejszy plon w latach 1995 i 1996 uzyskano w monokulturze, zaś w pozostałych dwóch latach w systemie ekologicznym.

4.2. Obsada roślin pszenicy ozimej

4.2.1. Obsada roślin po wschodach

Na wszystkich obiektach wysiewano jednakową ilość nasion pszenicy, w związku z tym stwierdzano małe różnice w obsadzie roślin po wschodach. Średnio za 4 lata liczba roślin w tej fazie wahała się od 446 w systemie ekologicz-

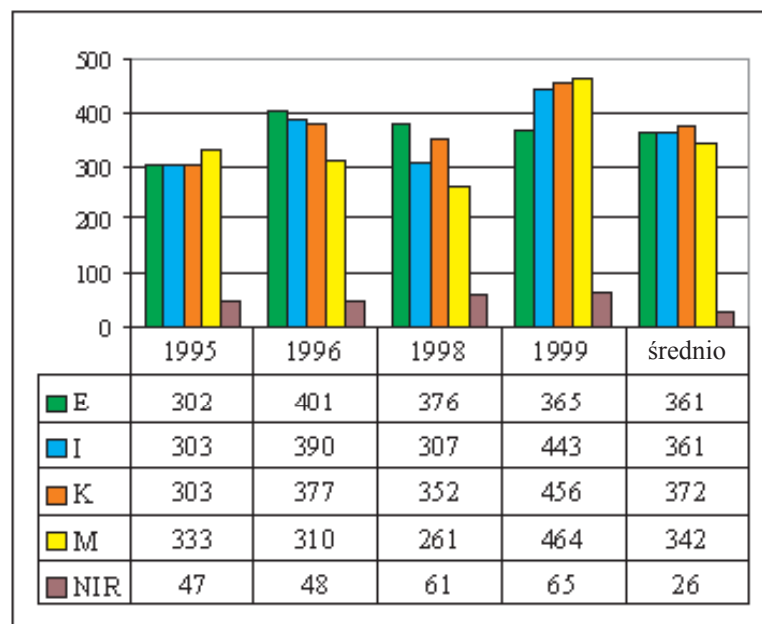


Rys. 2. Liczba roślin pszenicy ozimej po wschodach (szt./m²)

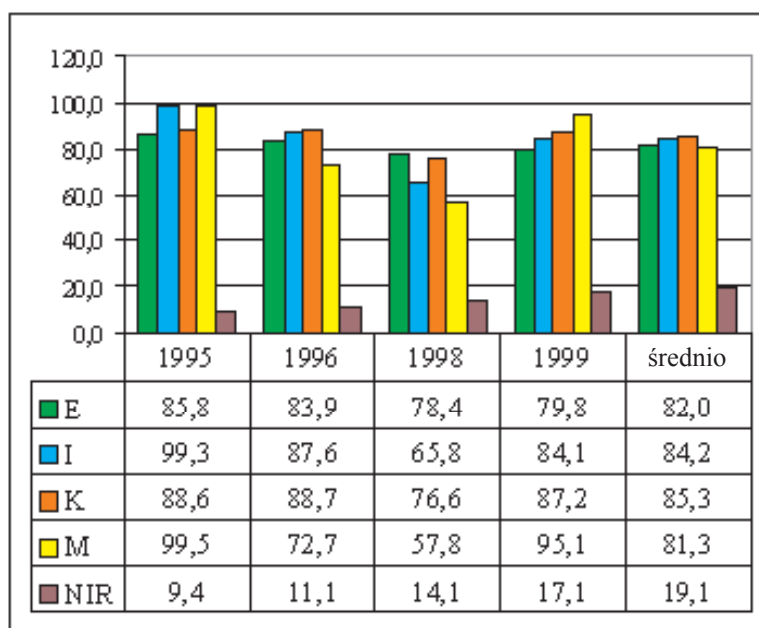
nym do 423 szt./m² w monokulturze (rys. 2). W latach zróżnicowanie pomiędzy obiektami było większe, co mogło być spowodowane wysiewem pszenicy ozimej w każdym z systemów po innym przedplonie, a tym samym w glebę o różnej wilgotności. Generalnie można jedynie stwierdzić tendencję do kształtowania się nieco niższej obsady roślin po wschodach w monokulturze pszenicy. Ogólnie mniejsza obsada roślin po wschodach w 1995 r. była prawdopodobnie spowodowana nadmiarem opadów po wysiewie pszenicy (104 mm we wrześniu i 84 mm w październiku) i ujawniającymi się w tych warunkach objawami zlewności gleby.

4.2.2. Obsada roślin po wiosennym wznowieniu wegetacji

Najmniejszą obsadę roślin w tej fazie rozwojowej, średnio za 4 lata, odnotowano w monokulturze – około 340 szt./m², natomiast na pozostałych obiektach liczba roślin po wiosennym ruszeniu wegetacji wynosiła 360–370 szt./m² (rys. 3). W okresie zimy najmniej roślin, w analizowanym czteroleciu, wypadało w systemie integrowanym i konwencjonalnym (K) 15%, natomiast w uprawie ekologicznej i monokulturze 18–19% (rys. 4). Obserwowano spore różnice między obiektami w latach, gdyż w systemie ekologicznym ubytki te wahały się od 14 do 22%, natomiast w monokulturze od 1 do 42%.



Rys. 3. Liczba roślin pszenicy ozimej po wiosennym ruszeniu wegetacji (szt./m²)



Rys. 4. Przezimowanie pszenicy ozimej (%)

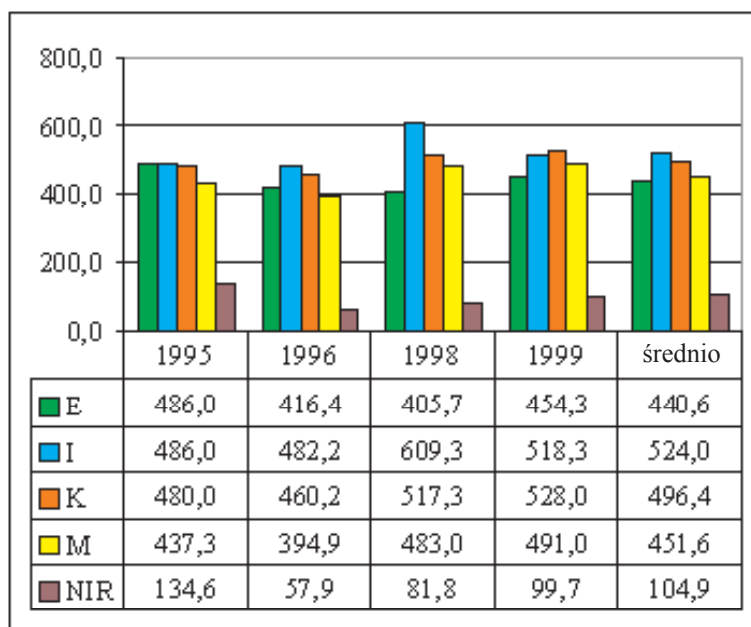
Najmniej roślin wypadło w okresie zimy 1994/95, bo przeciętnie dla wszystkich obiektów 7%, z wahaniami od 1% w systemie integrowanym i monokulturze do 14% w uprawie ekologicznej. Małe szkody zimowe tego roku można wiązać z mniejszą obsadą roślin po wschodach oraz wybitnie korzystnym przebiegiem pogody w okresie zimowym (tab. 3). Z kolei w okresie zimy 1997/98 ubyło średnio aż 30% roślin pszenicy, od 22% w systemie ekologicznym do 42% w monokulturze. Było to prawdopodobnie spowodowane bardzo zmiennym przebiegiem pogody w całym okresie zimowym, gdyż kilkudniowe okresy utrzymywania się dodatnich temperatur przeplatały się ze znacznymi spadkami temperatury. W sumie średnia dobową temperatura powietrza w okresie zimy była wysoka, bo jedynie dla grudnia odnotowano temperaturę ujemną ($-0,6^{\circ}\text{C}$).

4.3. Struktura plonu pszenicy ozimej

4.3.1. Obsada kłosów

Zwartość łanu pszenicy ozimej, pomimo stosowania jednakowej ilości wysiewu ziarna na wszystkich obiektach, była wyraźnie zróżnicowana. Większą obsadę kłosów pszenicy, średnio za 4 lata, obserwowano w systemach integrowanym i konwencjonalnym niż w uprawie ekologicznej i monokulturze. W sys-

temie ekologicznym obsada kłosów pszenicy przed zbiorem w poszczególnych latach wahała się od 406 szt./m² w 1998 r. do 486 szt./m² w 1995 r. i z reguły była wyraźnie mniejsza niż w systemach konwencjonalnym i integrowanym, gdzie stwierdzano od 460 do 609 kłosów/m². W monokulturze zwartość łanu pszenicy, w poszczególnych latach oraz średnio za cały okres, była zbliżona do systemu ekologicznego (rys. 5). Natomiast mniejsza obsada kłosów, niezależnie od obiektu, w latach 1995 i 1996 wiąże się prawdopodobnie z uprawą odmiany Almari o dłuższym źdźble.

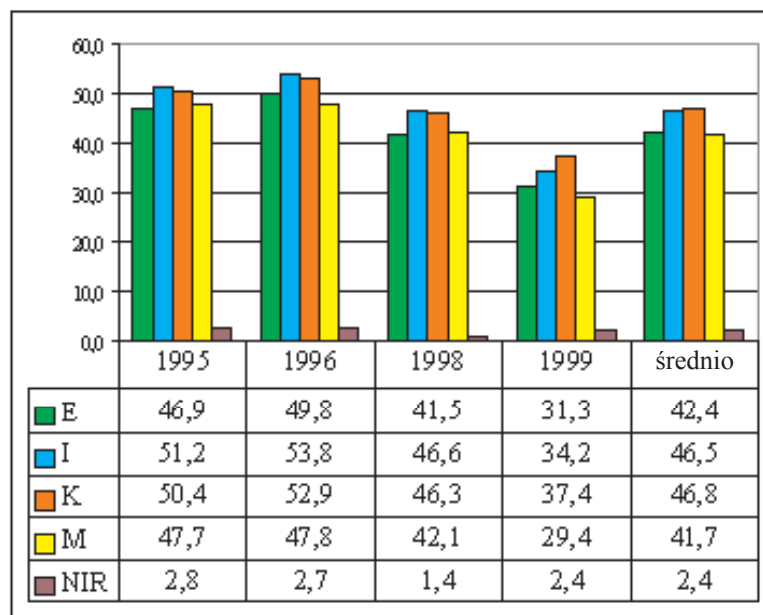


Rys. 5. Obsada kłosów pszenicy ozimej (szt./m²)

4.3.2. Masa tysiąca ziarn

Zdecydowanie gorszą dorodność ziarna pszenicy odnotowano w systemie ekologicznym, gdzie nie stosowano żadnych chemicznych środków ochrony roślin i w monokulturze, pomimo intensywnej ochrony roślin przed agrofagami (rys. 6). Na obiektach tych masa 1000 ziarn, średnio za 4 lata, wynosiła około 42 g, podczas gdy w systemie integrowanym i konwencjonalnym przekraczała 46 g, czyli była o około 10% większa. Zróżnicowanie tej cechy było stosunkowo małe w latach 1995 i 1996, w których MTZ wahała się od 47 do 54 g, co prawdopodobnie wiąże się z korzystnym przebiegiem pogody w okresie wypełniania ziarna pszenicy oraz specyfiką odmiany Almari. Natomiast szcze-

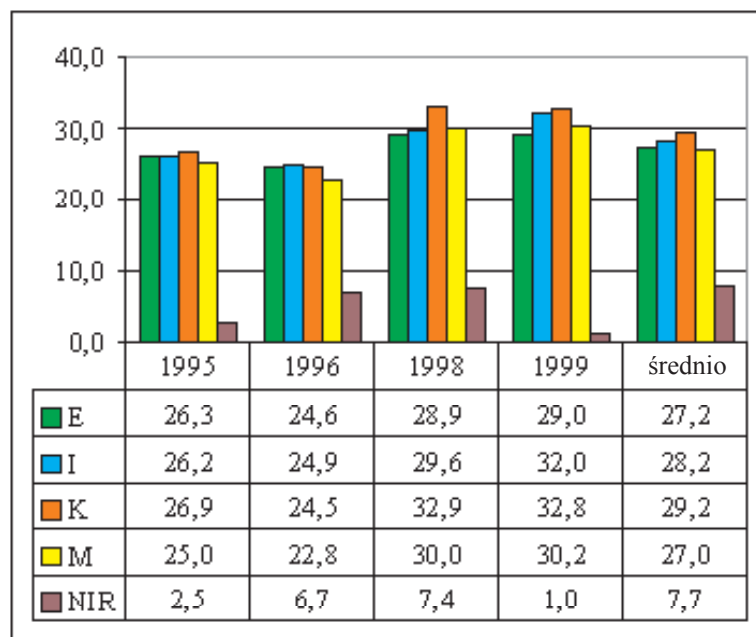
gólnie słabą dorodność ziarna pszenicy odnotowano w 1999 r., co było spowodowane bardzo dużymi opadami deszczu w drugiej połowie czerwca – 148 mm (tab. 3) i bardzo silnym rozwojem chorób liści i kłosa na wszystkich obiektach. W systemie ekologicznym i monokulturze masa tysiąca ziarn wynosiła w tym roku tylko około 30 g (zebrano praktycznie pośląd), a w systemie konwencjonalnym i integrowanym około 34–37 g.



Rys. 6. Masa tysiąca ziarn pszenicy ozimej (g)

4.3.3. Liczba ziarniaków w kłosie

Liczba ziarniaków w kłosie, podobnie jak zwartość łanu, najniższe wartości osiągała w systemie ekologicznym i w monokulturze (rys. 7). Na obiektach tych, średnio za 4 lata, uzyskiwano po około 27 ziarniaków z kłosa, podczas gdy w systemie konwencjonalnym wartość tej cechy przekraczała 29, a nawet dochodziła do 33. Duże zróżnicowanie liczby ziarniaków w kłosie obserwowano w latach, co prawdopodobnie było następstwem doboru uprawianych odmian. Mniejszą ich liczbę stwierdzano w latach 1995 i 1996, a szczególnie w 1996 r. (23–27 ziarniaków w kłosie), kiedy wysiewano pszenicę odmiany Almari, zaś zdecydowanie większą w latach 1998 i 1999 (powyżej 30 ziarniaków w kłosie), przy uprawie odmiany Kobra.



Rys. 7. Liczba ziarniaków w kłosie pszenicy ozimej

4.4. Architektura łanu pszenicy

Charakterystykę architektury łanu, czyli pionowego rozmieszczenia kłosów w łanie oraz ich plenności podano w tabeli 5. Jednoznaczna interpretacja uzyskanych wyników jest trudna, ponieważ z uwagi na bardzo duże zróżnicowanie stanowisk, w jakich wysiewano pszenicę ozimą oraz różną jej agrotechnikę (dawki nawozów azotowych, stosowanie retardanta itp.) dla każdego obiektu przyjmowano inne długości pędów przy podziale ich na grupy. W tej sytuacji wystąpiło spore zróżnicowanie udziału poszczególnych grup pędów w latach, tak pomiędzy obiektami, jak również w ramach danego obiektu. Stwierdzono duże zróżnicowanie liczby ziarniaków w kłosie oraz ich dorodności, a w konsekwencji plonu z kłosa w zależności od wysokości źdźbła. Plon ziarna z kłosa, w zależności od obiektu, dla pędów niskich wynosił 0,7–0,9 g, dla średnich 1,2–1,6 g, a dla wysokich 1,7–2,0 g. Niższe wartości dotyczą pszenicy wysiewanej na polu ekologicznym i w monokulturze, zaś wyższe w systemie integrowanym i konwencjonalnym.

Ogólnie można stwierdzić, że najbardziej wyrównany łan tworzyła pszenica uprawiana w systemie integrowanym. Wprawdzie udział pędów zaliczonych do niskich (dolne piętro łanu) był na tym obiekcie stosunkowo wysoki, bo wynosił średnio za 4 lata 33%, a w poszczególnych latach wahał się od 17% w 1995 r.

Tabela 5. Architektura łanu i cechy struktury plonu pszenicy ozimej dla wydzielonych grup pędów

System	Rok	Pędy														
		niskie					średnie					wysokie				
		liczba ziarn	MTZ (g)	masa ziarna	udział w łanie (%)	udział w plonie (%)	liczba ziarn	MTZ (g)	masa ziarna	udział w łanie (%)	udział w plonie (%)	liczba ziarn	MTZ (g)	masa ziarna	udział w łanie (%)	udział w plonie (%)
Ekologiczny	1995	15,9	42,6	0,68	23	13,0	25,6	45,5	1,17	37	34,8	32,8	49,6	1,63	40	52,2
	1996	25,3	41,9	1,06	26	19,4	28,1	48,1	1,35	42	38,9	36,9	52,1	1,92	32	41,8
	1998	15,9	36,5	0,58	13	5,2	30,0	39,7	1,19	33	28,3	40,0	44,3	1,77	54	66,5
	1999	22,0	29,1	0,64	21	13,0	35,8	31,0	1,11	50	51,1	41,1	33,1	1,36	29	35,8
	średnio	19,8	37,5	0,74	21	12,7	29,9	41,1	1,20	40	38,3	37,7	44,8	1,67	39	49,1
Integrowany	1995	14,2	41,5	0,59	17	6,9	27,0	48,3	1,30	43	39,4	38,2	52,5	2,01	40	53,7
	1996	23,2	49,1	1,14	47	32,0	36,0	54,2	1,95	30	35,0	44,1	58,3	2,57	22	33,0
	1998	28,3	39,9	1,13	26	19,1	39,9	43,9	1,75	42	63,3	40,5	46,9	1,90	32	17,6
	1999	23,4	33,8	0,79	40	12,8	32,0	39,4	1,26	39	43,7	42,0	40,5	1,70	21	43,6
	średnio	22,3	41,1	0,91	33	17,7	33,7	46,5	1,57	39	45,4	41,2	49,6	2,05	29	37,0
Konwencjonalny	1995	13,7	43,4	0,59	21	9,5	25,7	49,1	1,26	42	39,2	35,4	52,7	1,87	37	51,3
	1996	24,4	47,5	1,16	34	20,5	32,2	53,1	1,71	39	43,1	40,6	56,4	2,29	28	36,4
	1998	17,8	40,4	0,72	17	9,4	30,5	43,6	1,33	37	35,1	37,3	48,5	1,81	46	55,6
	1999	13,1	33,5	0,44	20	13,2	48,3	40,2	1,94	36	56,8	45,8	45,0	2,06	45	30,0
	średnio	17,3	41,2	0,73	23	13,2	34,2	46,5	1,56	39	43,6	39,8	50,7	2,01	39	43,3
Monokultura	1995	12,7	41,2	0,52	36	17,1	27,1	46,3	1,26	34	35,2	33,6	51,3	1,73	30	47,7
	1996	27,6	43,1	1,19	40	27,6	36,8	51,3	1,89	39	42,8	43,1	56,1	2,42	21	29,6
	1998	33,3	32,5	1,08	21	16,4	40,6	37,7	1,53	58	60,6	41,1	39,9	1,64	21	23,0
	1999	9,9	22,2	0,22	22	7,5	40,6	29,3	1,19	43	42,5	52,6	32,9	1,73	35	50,1
	średnio	20,9	34,8	0,75	30	17,2	36,3	41,2	1,47	44	45,3	42,6	45,1	1,88	27	37,6

do 47% w 1996 r., jednak kłosy tworzące to piętro łanu zawierały średnio ponad 22 ziarniaki, a ich MTZ przekraczało 41 g. W tej sytuacji uzyskiwano plon z kłosa, średnio za 4 lata, powyżej 0,9 g ziarna, a w 1996 r. i 1998 r. nawet ponad 1,1 g. W całkowitym plonie udział ziarna z kłosów niskich wynosił 18%, ze średnich 45%, a z wysokich 37% (tab. 5).

W systemie konwencjonalnym i ekologicznym bardzo zbliżony był udział pędów zaliczanych do poszczególnych grup wysokości. W następstwie znacznie gorszej dorodności ziarniaków i mniejszej ich liczby w kłosie w uprawie ekologicznej uzyskiwano wyraźnie mniejszy plon z kłosa z pędów średnich i wysokich niż w systemie konwencjonalnym. Jednak w systemie ekologicznym kłosy górnego pietra dostarczały prawie połowę całkowitego plonu ziarna, a w systemie konwencjonalnym ich udział był wyraźnie mniejszy.

Najmniej korzystnie kształtowała się architektura łanu pszenicy wysiewanej w monokulturze. Stwierdzono tu stosunkowo duży udział pędów niskich oraz mały udział pędów wysokich. Ponadto w następstwie gorszej dorodności ziarna uzyskiwano mniejszy plon ziarna z kłosa z pędów średnich i wysokich niż w systemie konwencjonalnym i integrowanym. W warunkach ekstremalnie niekorzystnego przebiegu pogody w 1999 r. pędy niskie, które stanowiły na tym obiekcie 22%, praktycznie nie uczestniczyły w tworzeniu plonu, gdyż uzyskiwano z kłosa tylko 0,2 g pośladu. W systemie integrowanym z tej grupy pędów w tych samych warunkach uzyskano 0,8 g ziarna z kłosa.

4.5. Porażenie pszenicy ozimej przez choroby

4.5.1. Choroby podstawy źdźbła

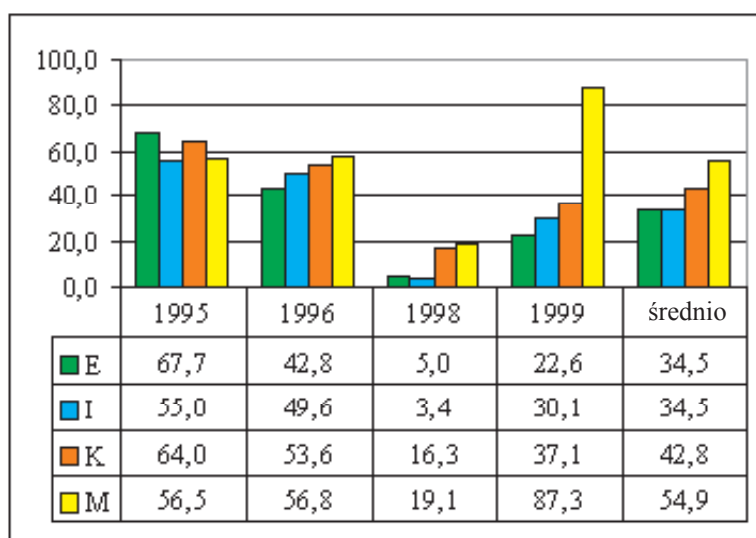
Nasilenie chorób podstawy źdźbła było różne w latach i systemach, gdyż wartości indeksu porażenia wynosiły od 3 do blisko 90%. Wynikało to z oddziaływania płodozmianu, stosowania chemicznych zbiegów ochronnych, poziomu nawożenia azotem i przebiegu pogody.

Indeks porażenia podstawy źdźbła pszenicy w poszczególnych latach, niezależnie od obiektu, wahał się od 11% w 1998 r. do 51% w 1996 i 61% w 1995 r. Niskie nasilenie tych chorób w 1998 r. było prawdopodobnie spowodowane niekorzystnym dla rozwoju patogenów grzybowych przebiegiem pogody, gdyż

w okresie kwiecień–czerwiec utrzymywały się wysokie temperatury, natomiast sumy opadów były zbliżone do przeciętnych z wielolecia (tab. 3). Pewien wpływ mógł mieć również dobór odmian, gdyż w latach 1995 i 1996 wysiewano Almari, a w pozostałych Kobrę.

W systemie ekologicznym, gdzie nie stosowano fungicydów, ale pszenicę wysiewano w bardzo dobrym stanowisku (po koniczynie z trawą użytkowanej przez okres dwóch lat) indeks porażenia podstawy źdźbła wynosił, średnio za 4 lata, 34%. W poszczególnych latach jego wartości wahały się od 5 do 68%. Zbliżoną przeciętną wartość indeksu stwierdzono w systemie integrowanym, gdzie pszenicę wysiewano w dobrym stanowisku (po roślinach motylkowatych w zmianowaniu typu norfolskiego) i stosowano selektywne fungicydy zwalczające łamliwość podstawy źdźbła. Większe nasilenie tej grupy patogenów wystąpiło w systemie konwencjonalnym na pszenicy wysiewanej po rzepaku w uproszczonym zmianowaniu zbożowym. Średnio za 4 lata wartość indeksu wynosiła w tym obiekcie około 43%, z wahaniami w latach od 16 do 64%. Najsilniejsze uszkodzenie podstawy źdźbła dotyczyło pszenicy uprawianej w monokulturze, pomimo stosowania intensywnej ochrony roślin przed chorobami. Średnia wartość indeksu wynosiła 55%, a w latach kształtowała się w zakresie 19–87%.

Z obserwacji dominujących gatunków grzybów wynika, że w systemie ekologicznym występowało więcej roślin z nekrozami powodowanymi przez *Pseudocercospora heptotrichoides*, natomiast na pozostałych obiektach, gdzie



Rys. 8. Indeks porażenia (%) podstawy źdźbła pszenicy ozimej w fazie dojrzałości mleczno-woskowej

łamlivość źdźbła zwalczano chemicznie, w większym nasileniu wystąpiły grzyby z rodzaju *Fusarium*.

4.5.2. Choroby liści

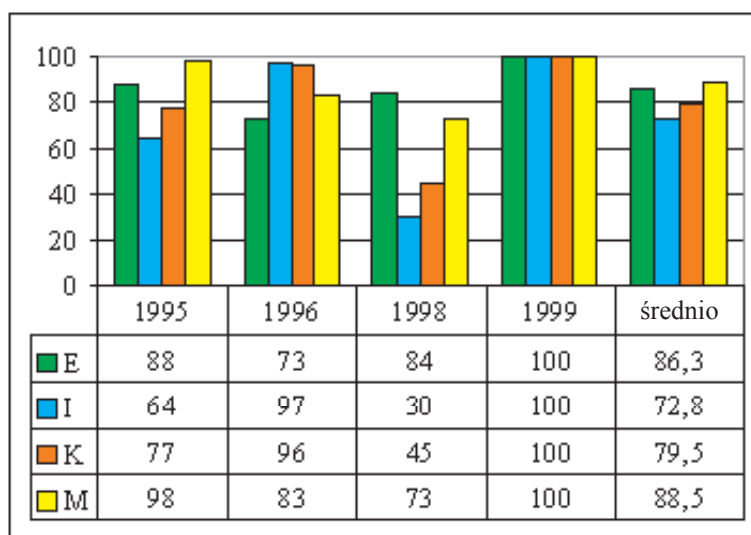
Stopień (indeks) uszkodzenia liści podflagowego i flagowego w fazie dojrzałości mleczno-woskowej pszenicy, w zależności od roku i obiektu, wahał się od 0 do 100%.

Tak duże zróżnicowanie wyników jest spowodowane równoczesnym oddziaływaniem kilku czynników: płodozmianu, nawożenia azotem, stosowania fungicydów, przebiegu pogody.

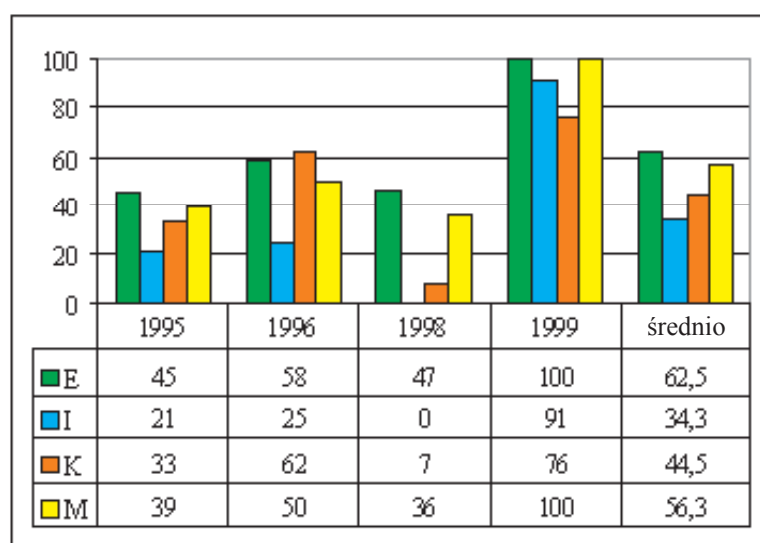
Liście flagowy i podflagowy w fazie dojrzałości mleczno-woskowej pszenicy były najsilniej uszkodzone przez choroby w uprawie ekologicznej, gdzie nie stosowano żadnych fungicydów oraz w monokulturze, pomimo intensywnej chemicznej ochrony roślin przed chorobami. Na obiektach tych, średnio za 4 lata, indeks porażenia liścia podflagowego wynosił ponad 85%, a liścia flagowego około 60%. Zdecydowanie mniejsze nasilenie objawów chorobowych, szczególnie na liściu flagowym, odnotowano w systemie konwencjonalnym i integrowanym. We wszystkich latach dominowały septoriozy oraz rdza brunatna pszenicy.

Duże zróżnicowanie w nasileniu chorób liści pszenicy notowano w latach. W 1999 r. w fazie dojrzałości mlecznej pszenicy ozimej na wszystkich obiektach nasilenie objawów chorobowych na liściu podflagowym było małe, a na liściu flagowym praktycznie ich nie stwierdzano. W drugiej połowie czerwca wystąpiło kilka dni z dużymi opadami deszczu (suma opadów za czerwiec 148 mm) przy utrzymujących się bardzo wysokich temperaturach. W tych warunkach w ciągu 10 dni w systemie ekologicznym i w monokulturze praktycznie wszystkie liście zaschły w następstwie bardzo szybkiego rozwoju chorób, głównie rdzy brunatnej. W systemie konwencjonalnym i integrowanym liść podflagowy został całkowicie zniszczony, a liść flagowy w 80–90%. W konsekwencji masa 1000 ziarn pszenicy w uprawie ekologicznej i monokulturze wynosiła około 30 g, a w pozostałych obiektach 34–37 g.

Z kolei w 1998 r. notowano duże zróżnicowanie pomiędzy obiektami przy ogólnie małym nasileniu chorób (rys. 9, 10). W systemie konwencjonalnym i integrowanym uszkodzenie liścia flagowego było znikome, a liść podflagowy



Rys. 9. Indeks porażenia (%) liścia podflagowego pszenicy ozimej w fazie dojrzałości mleczno-woskowej



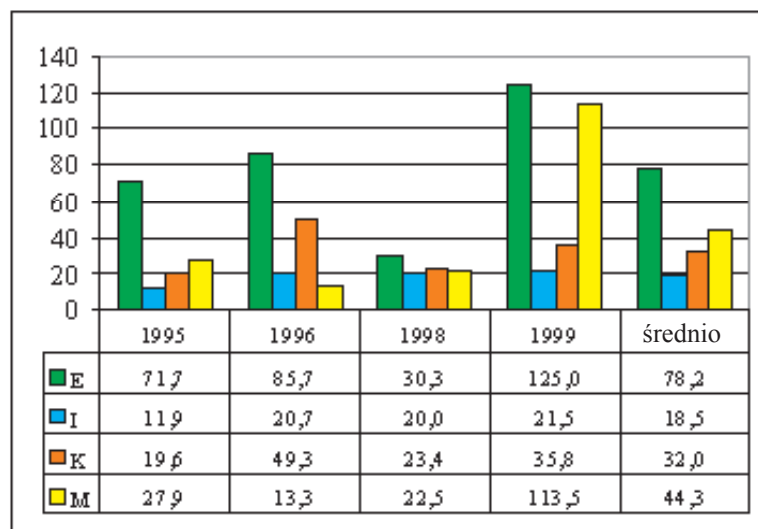
Rys. 10. Indeks porażenia (%) liścia flagowego pszenicy ozimej w fazie dojrzałości mleczno-woskowej

był uszkodzony w około 40%. Natomiast w uprawie ekologicznej i w monokulturze oba górne liście uległy znacznemu uszkodzeniu – liść podflagowy w 70–80%, a flagowy w 40–50%.

4.6. Zachwaszczenie ładu pszenicy ozimej

Największą powietrznie suchą masę i liczbę chwastów przed zbiorem pszenicy ozimej stwierdzano na polu ekologicznym, gdzie stosowano tylko mechaniczne zabiegi pielęgnacyjne. Sucha masa chwastów, średnio za 4 lata, wynosiła około 80 g/m², zaś w poszczególnych latach wahała się od 30 do 125 g/m² (rys. 11). Większą masę chwastów (125 g/m²) w 1999 r. należy wiązać ze specyficznym przebiegiem pogody. Duża wilgotność gleby w drugiej połowie czerwca tego roku oraz ograniczona konkurencyjność ładu pszenicy w następstwie zniszczenia liści przez choroby grzybowe stworzyła korzystne warunki wzrostu chwastów. Liczba chwastów na tym obiekcie, średnio za 4 lata przekraczała 200 szt./m², z wahaniami w latach od 60 do 370 szt./m² (tab. 6). Jednoznacznie dominowały gatunki dwuliścienne, których udział w ogólnej liczbie chwastów wynosił średnio 86%. Porównanie liczby i suchej masy chwastów oraz zebrane obserwacje wskazują, że przeważały drobne chwasty dolnego piętra ładu. Gatunkami dominującymi były komosa i gwiazdnica, jedynie w 1999 r. w większym nasileniu wystąpiły perz i przytulia.

Znikome zachwaszczenie we wszystkich latach badań stwierdzano w systemie integrowanym (tab. 6, rys. 11). W poprawnym zmianowaniu interwencyjnie zastosowany jednorazowy oprysk herbicydem pozwalał utrzymać suchą masę chwastów na poziomie nie przekraczającym znacząco 20 g/m², a ich liczebność wynosiła około 50 osobników/m². W systemie konwencjonalnym w pszenicy



Rys. 11. Powietrznie sucha masa chwastów (g/m²) w ładzie pszenicy ozimej przed żniwami

Tabela 6. Ogólna liczba chwastów (szt./m²) i udział chwastów jedno- i dwuliściennych (%) w łanie pszenicy ozimej przed żniwami

Rok	System											
	ekologiczny			integrowany			konwencjonalny			monokultura		
	liczba	jl	dl	liczba	jl	dl	liczba	jl	dl	liczba	jl	dl
1995	216	0	100	58	8	92	114	0	100	66	34	66
1996	370	14	86	53	19	81	100	43	57	77	37	63
1998	64	0	100	44	49	51	114	0	100	38	19	81
1999	198	43	57	42	47	53	82	13	87	250	72	28
średnio	212	14	86	49	31	69	103	14	86	108	40	60

jl – jednoliścienne

dl – dwuliścienne

ozimej wysiewanej w uproszczonym zmianowaniu (rzepak oz. – pszenica oz. – jęczmień j.) ujawniało się zjawisko kompensacji gatunków chwastów bardziej odpornych na zastosowane herbicydy (*Viola arvensis*, *Apera spica-venti*). W tej sytuacji skuteczne ograniczenie zachwaszczenia wymagało w większości lat dwukrotnego stosowania herbicydów (opryski jesienią i wiosną). W sumie liczebność chwastów na tym obiekcie nie przekraczała 80–115 osobników/m², a sucha masa 50 g/m² (rys. 11, tab. 6). Jeszcze trudniejsze było ograniczenie zachwaszczenia w monokulturze, gdyż bardzo przerzedzony łan pszenicy stwarzał korzystne warunki dla wzrostu chwastów, a w zasiewach pojawiał się również perz. Na obiekcie tym w latach 1998 i 1999 stosowano dodatkowo interwencyjnie w fazie strzelania w źdźbło pszenicy oprysk preparatem Apyros. Tak intensywna chemiczna ochrona pozwalała ograniczyć suchą masę chwastów do 20–30 g/m², tylko w 1999 r. zachwaszczenie było większe (ponad 110 g/m²) w wyniku nietypowego przebiegu pogody.

4.7. Opłacalność produkcji pszenicy ozimej

Wielkość nadwyżki bezpośredniej uzyskiwanej z 1 ha pszenicy była bardzo zróżnicowana w zależności od systemu uprawy i roku (tab. 7, rys. 12). Wiąże się to z dużym zróżnicowaniem kosztów bezpośrednich oraz wydajności pszenicy i cen zbytu ziarna (tab. 8). Koszty bezpośrednie produkcji pszenicy ozimej w porównywanych systemach wyrażone w kilogramach ziarna, średnio za 4 lata, wahały się od 290 do ponad 2000 kg/ha. Najniższe koszty ponoszono

w systemie ekologicznym (290 kg ziarna pszenicy/ha), gdzie jedynym ich składnikiem był materiał siewny. W systemie integrowanym koszty te rekompensowało 1550 kg ziarna pszenicy/ha. W strukturze kosztów ponad 43% stanowiły środki ochrony roślin, głównie fungicydy i herbicydy. Na nawozy mineralne przypadało około 36%, w tym blisko połowę stanowiły nawozy azotowe. W systemie konwencjonalnym i monokulturze koszty bezpośrednie równoważyło około 2000 kg ziarna pszenicy/ha, z czego około 40% przypadało na nawozy mineralne, 45% na chemiczne środki ochrony roślin, a resztę na materiał siewny (tab. 7, 8, rys. 12).

Pomimo stosowania zbliżonej technologii produkcji pszenicy na poszczególnych obiektach w całym okresie badań ilość ziarna pokrywająca bezpośrednio koszty produkcji była bardzo zróżnicowana w latach, co wskazuje na występowanie dużych różnic w relacjach cen ziarna pszenicy do środków produkcji. W systemie integrowanym ilość ziarna pszenicy pokrywająca koszty środków produkcji wahała się od 0,97 w 1996 r. do 2,0 t/ha w 1999 r. W przypadku obiektów o intensywniejszej agrotechnice (system konwencjonalny i monokultura) w analogicznym porównaniu wartości te wynosiły odpowiednio 1,2 oraz 2,9 t ziarna/ha. Na takie zróżnicowanie największy wpływ miały nawozy azotowe i fosforowe oraz herbicydy i fungicydy. W roku 1999 na pokrycie ich kosztów trzeba było przeznaczyć ponad dwukrotnie więcej ziarna pszenicy niż w roku 1996 o korzystniejszym stosunku cen (tab. 8).

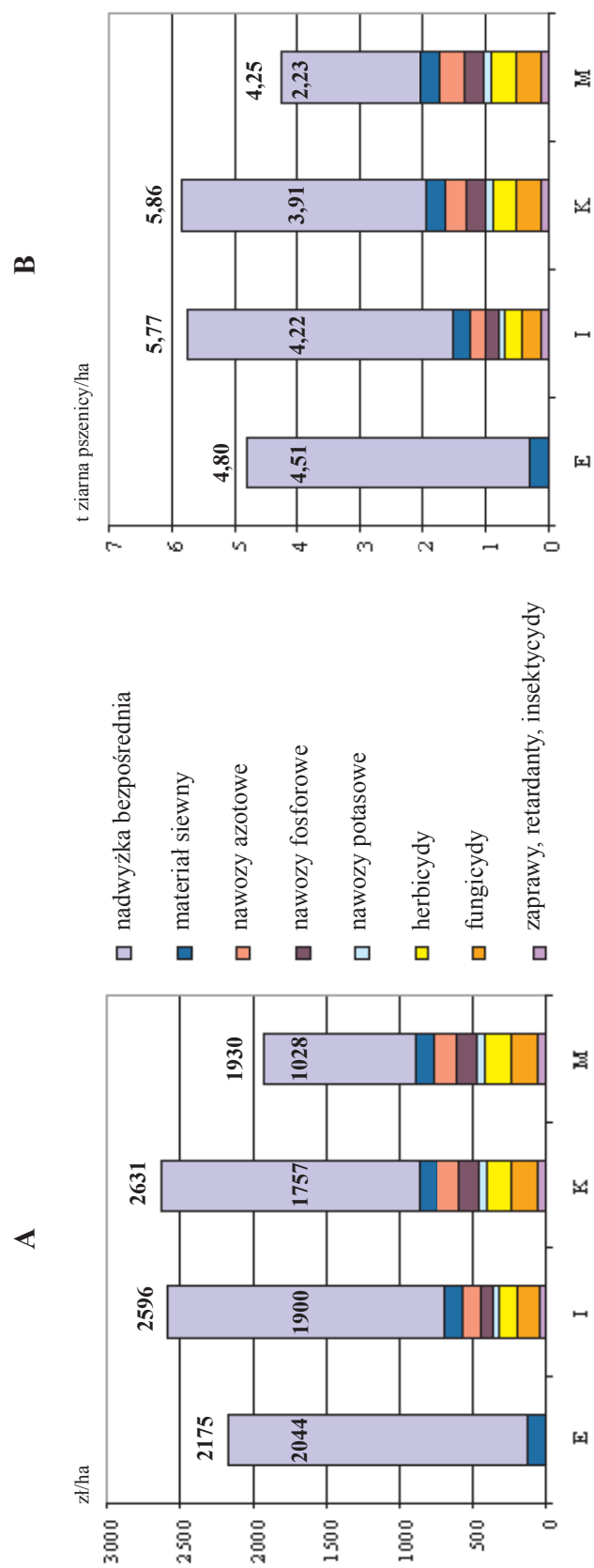
Największą nadwyżkę bezpośrednią, tak w ujęciu wartościowym, jak i w masie ziarna pszenicy, stwierdzono w uprawie ekologicznej (tab. 7). Nadwyżka ta wyrażona w masie ziarna pszenicy, średnio za 4 lata, wynosiła 4,5 t/ha, a w poszczególnych latach wahała się od 3,5 do 5,4 t/ha. Tak korzystny wynik jest następstwem bardzo niskich kosztów bezpośrednich (tylko materiał siewny), gdyż plony pszenicy w tym obiekcie były o ponad 1,0 t/ha mniejsze niż w systemie konwencjonalnym. Nieco gorsze wyniki uzyskano w systemie integrowanym i konwencjonalnym, gdzie wielkość nadwyżki bezpośredniej w ekwiwalencie ziarna pszenicy wynosiła średnio odpowiednio 4,2 oraz 3,9 t/ha. Lepszy wynik uzyskany w systemie integrowanym jest efektem mniejszego zużycia przemysłowych środków produkcji i w związku z tym mniejszymi o około 20% bezpośrednimi kosztami produkcji, co jest zgodne z założeniami tego systemu gospodarowania. Zdecydowanie najmniejszą nadwyżkę bezpośrednią uzyskiwano w przypadku uprawy pszenicy w monokulturze. Nadwyżka

Tabela 7. Nadwyżka bezpośrednia w produkcji pszenicy ozimej w ujęciu wartościowym (zł/ha) i naturalnym (t ziarna pszenicy/ha)

Rok	System											
	ekologiczny			integrowany			konwencjonalny			monokultura		
	wartość	nakłady	nadwyżka	wartość	nakłady	nadwyżka	wartość	nakłady	nadwyżka	wartość	nakłady	nadwyżka
zł/ha												
1995	1987,2	81,0	1906,2	2160,5	455,6	1704,9	2195,9	533,9	1662,0	1449,8	548,3	901,5
1996	2802,3	122,2	2680,1	2682,2	555,1	2127,1	2693,6	678,6	2015,0	2133,2	715,5	1417,7
1998	2285,3	183,0	2102,3	3282,8	894,8	2388,0	3151,7	1054,8	2096,9	2477,3	1069,6	1407,7
1999	1624,6	138,9	1485,7	2256,5	875,5	1381,0	2484,2	1229,2	1255,0	1659,0	1273,7	385,3
Średnio	2174,9	131,3	2043,6	2595,5	695,2	1900,3	2631,4	874,2	1757,2	1929,8	901,8	1028,0
t ziarna/ha												
1995	5,62	0,23	5,39	6,11	1,29	4,82	6,21	1,52	4,69	4,10	1,56	2,54
1996	4,90	0,21	4,69	4,69	0,97	3,72	4,71	1,17	3,54	3,73	1,24	2,49
1998	4,88	0,39	4,49	7,01	1,89	5,12	6,73	2,25	4,48	5,29	2,28	3,01
1999	3,78	0,32	3,46	5,25	2,03	3,22	5,78	2,86	2,92	3,86	2,97	0,89
Średnio	4,80	0,29	4,51	5,77	1,55	4,22	5,86	1,95	3,91	4,25	2,02	2,23

Tabela 8. Bezpośrednie koszty produkcji pszenicy ozimej w ujęciu wartościowym (zł/ha) i naturalnym (t ziarna pszenicy/ha)

Rok	Materiał siewny E, I, K, M	Nawozy mineralne										Środki ochrony roślin																					
		N					P ₂ O ₅					K ₂ O					zapr- wy I, K, M	fungicydy					herbicydy					insek- tycydy I, K, M	retardanty				
		I	K	M	I	K	M	I	K	M	I	K	M	I	K	M		I	K	M	I	K	M	I	K	M							
zł/ha																																	
1995	81,0	82,9	104,4	118,8	71,4	97,6	97,6	29,4	60,0	60,0	37,8	62,1	62,1	91,0	91,0	91,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
1996	122,2	92,4	139,7	140,6	75,6	93,6	93,6	34,8	54,0	54,0	45,2	66,0	105,0	104,0	118,9	118,9	155,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
1998	183,0	127,0	163,5	171,7	86,5	125,4	121,1	58,5	71,0	81,9	34,8	203,6	265,6	265,6	151,4	155,5	155,5	26,0	24,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0				
1999	138,9	173,0	222,7	252,0	113,4	181,4	181,4	51,0	81,6	81,6	27,8	225,0	279,0	279,0	128,4	267,8	283,0	-	18,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0				
Średnio	131,3	118,8	157,6	170,8	86,7	124,5	123,4	43,4	66,7	69,4	36,4	139,2	177,9	177,7	122,4	158,3	171,4	6,5	10,5	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0				
t ziarna pszenicy/ha																																	
1995	0,23	0,23	0,29	0,33	0,20	0,28	0,28	0,08	0,17	0,17	0,11	0,18	0,18	0,18	0,26	0,26	0,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
1996	0,21	0,16	0,24	0,25	0,13	0,16	0,16	0,06	0,09	0,09	0,08	0,12	0,18	0,18	0,21	0,21	0,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
1998	0,39	0,27	0,35	0,37	0,18	0,27	0,26	0,12	0,15	0,17	0,07	0,43	0,57	0,57	0,32	0,33	0,33	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06					
1999	0,32	0,40	0,52	0,59	0,26	0,42	0,42	0,12	0,19	0,19	0,07	0,52	0,65	0,65	0,30	0,62	0,66	-	0,04	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07					
Średnio	0,29	0,27	0,35	0,39	0,19	0,28	0,28	0,10	0,15	0,16	0,08	0,31	0,40	0,40	0,27	0,36	0,38	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03					



Rys. 12. Plon ziarna, koszty bezpośrednie i nadwyżka bezpośrednia w produkcji pszenicy ozimej w ujęciu wartościowym – A i ilościowym – B (wartości średnie z 4 lat badań)

ta, średnio za 4 lata, wynosiła około 1 tys. zł/ha lub niespełna 2,3 t/ha ziarna pszenicy, z wahaniami w latach od 0,9 do 3,0 t/ha. Tak niekorzystna sytuacja była następstwem uzyskiwania małych plonów (o 1,6 t/ha mniejszych niż w systemie konwencjonalnym) przy równoczesnym ponoszeniu bardzo wysokich kosztów bezpośrednich w następstwie dużego zużycia nawozów azotowych i chemicznych środków ochrony roślin.

Analizując uzyskane wyniki w latach ogólnie można stwierdzić, że wysokość nadwyżki bezpośredniej była bardzo wyraźnie związana z wielkością plonu pszenicy. Najwyższe jej wartości, niezależnie od obiektu, odnotowano w latach 1995 i 1998, kiedy średnie plony ziarna pszenicy przekraczały 5,5 t/ha. Najgorsza sytuacja wystąpiła w 1999 r. w warunkach małych plonów ziarna (średnio 4,7 t/ha) i niekorzystnych relacji jego cen w stosunku do środków produkcji.

W podsumowaniu należy stwierdzić, że wielkość nadwyżki bezpośredniej nie daje pełnego obrazu opłacalności produkcji, gdyż:

dochód rolniczy netto = nadwyżka bezpośrednia - koszty pośrednie rzeczywiste (paliwo, energia, remonty maszyn, ubezpieczenia, podatki itp.) - **koszty pośrednie szacunkowe** (amortyzacja maszyn, budynków, melioracji itp.).

W związku z tym, że w analizowanej sytuacji ustalenie wielkości kosztów pośrednich (rzeczywistych i szacunkowych) jest praktycznie niemożliwe, ograniczono się do omówienia nadwyżki bezpośredniej. Wielkość tę potraktowano jako wskaźnik oceny zdolności porównywanych obiektów do generowania dochodów rolniczych.

Z dużym prawdopodobieństwem można stwierdzić, że w uprawie pszenicy w monokulturze uzyskana nadwyżka bezpośrednia w niektórych latach (np. 1999) nie pokryje kosztów pośrednich, co oznacza straty dla gospodarstwa.

4.8. Nakłady energetyczne i efektywność energetyczna produkcji pszenicy ozimej

Analizując poszczególne strumienie nakładów energetycznych należy stwierdzić, że zużycie bezpośrednich nośników energii (strumień I – głównie paliwo) było zbliżone we wszystkich obiektach i wynosiło około 7–8 tys. MJ/ha (tab. 9). Niższą wartość tego wskaźnika odnotowano w systemie ekologicznym, gdyż nie stosowano w nim zabiegów agrochemicznych (wysiew nawozów mineralnych i aplikacja chemicznych środków ochrony roślin). Z tytułu amortyzacji maszyn

i narzędzi (III strumień) ponoszono nakłady energetyczne w wysokości od 4,3 tys. MJ/ha w systemie ekologicznym do 5,5 tys. MJ/ha w monokulturze. Zróżnicowanie to było spowodowane koniecznością korzystania z szerszego parku maszynowego (rozsiewacze nawozów, opryskiwacze) w systemie integrowanym i obu wariantach konwencjonalnego w porównaniu z uprawą ekologiczną. Nakłady robocizny (IV strumień) wynosiły w porównywanych systemach tylko 0,9–1,2 tys. MJ/ha, czyli ich udział w całkowitych nakładach energetycznych ponoszonych na produkcję pszenicy we wszystkich porównywanych obiektach był mały.

Porównywane systemy różniły się zasadniczo w zużyciu materiałów i surowców – strumień II (tab. 9, 10). W systemie ekologicznym do tej grupy zaliczono tylko nakłady na materiał siewny – 3,9 tys. MJ/ha. Natomiast w pozostałych obiektach dominującą pozycję stanowiły nawozy mineralne, których ekwiwalent energetyczny wynosił od około 4,8 tys. MJ/ha w systemie integrowanym do powyżej 8 tys. MJ/ha w monokulturze pszenicy ozimej. Ekwiwalent energetyczny chemicznych środków ochrony roślin był niski (0,8–1,0 tys. MJ/ha). Stosunkowo dużą jego wartość dla systemu integrowanego należy wiązać ze stosowaniem

Tabela 9. Nakłady energetyczne na produkcję pszenicy ozimej (MJ/ha)

System	Strumień				Ogółem
	I bezpośrednie nośniki energii	II surowce i materiały	III środki inwestycyjne	IV nakłady pracy żywej	
Ekologiczny	6740	3906	4312	852	15810
Integrowany	8060	9583	5456	1104	24203
Konwencjonalny	7939	12392	5406	1080	26817
Monokultura	8313	13186	5501	1184	28184

Tabela 10. Nakłady energetyczne (MJ/ha) na surowce i materiały – II strumień

System	Materiał siewny	Nawozy mineralne				Środki ochrony roślin	Razem
		N	P	K	NPK		
Ekologiczny	3906	0	0	0	0	0	3906
Integrowany	3906	3400	770	650	4820	857	9583
Konwencjonalny	3906	5600	1120	1000	7720	766	12392
Monokultura	3906	6200	1120	1000	8320	960	13186

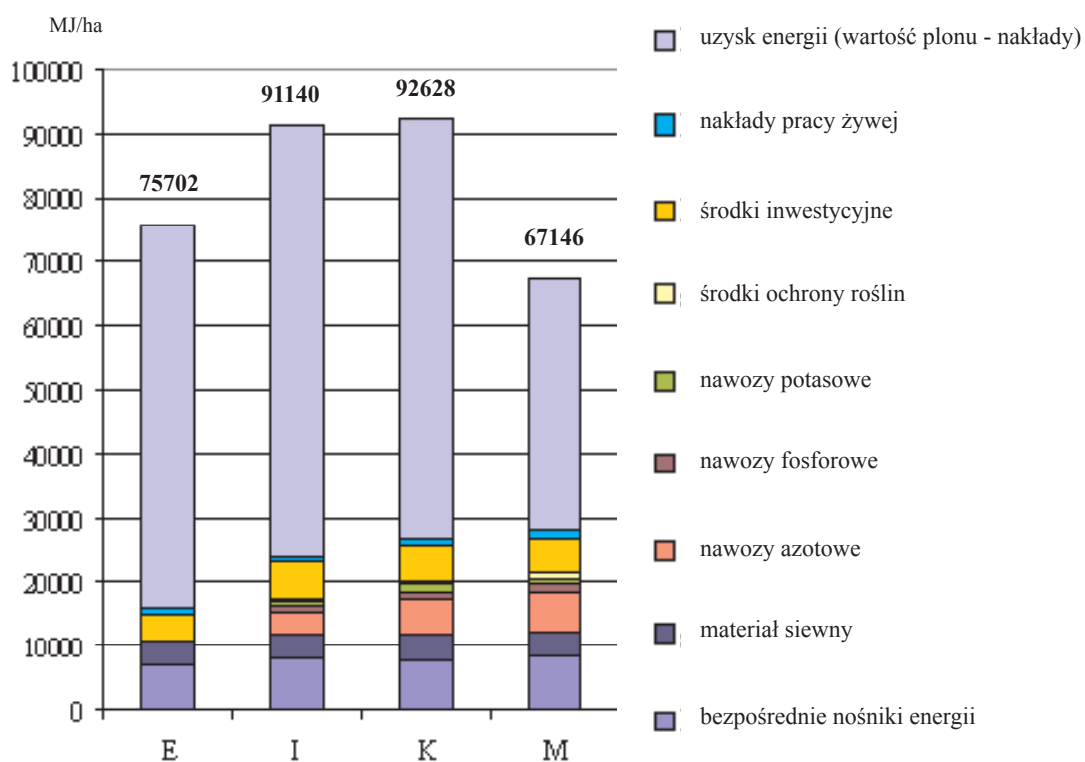
w niektórych latach tańszych herbicydów wnoszonych w większych dawkach (np. Aminopieliki), podczas gdy w systemie konwencjonalnym, a głównie w monokulturze konieczne było użycie bardziej selektywnych i drogiej herbi-cydów stosowanych w małych dawkach (np. Glean).

Najniższe całkowite nakłady energetyczne na produkcję pszenicy ozimej, tylko około 15,8 tys. MJ/ha, ponoszono w uprawie ekologicznej (tab. 9). W sys-temie integrowanym nakłady ogółem wynosiły około 24,2 tys. MJ/ha, czyli były o 53% większe niż w uprawie ekologicznej. Największych nakładów energetycz-nych (około 27–28 tys. MJ/ha) wymagała produkcja pszenicy w obu wariantach systemu konwencjonalnego. W monokulturze były one o blisko 80% większe niż w uprawie ekologicznej. Porównywane systemy różnią się także strukturą nakładów energetycznych. W systemie ekologicznym dominującą pozycję (około 43%) stanowiły bezpośrednie nośniki energii (strumień I), zaś na surowce i ma-teriały przypadało około 25% ogółu nakładów energetycznych. W pozostałych obiektach zwiększały się całkowite nakłady energetyczne i równocześnie rósł udział surowców i materiałów (strumień II). Udział tej grupy nakładów wzra-stał z około 40% w systemie integrowanym do prawie 50% w monokulturze, a dominującą pozycję zajmowały nawozy, głównie azotowe (tab. 10, rys. 13).

Kompleksowym miernikiem oceny energetycznej produkcji jest wskaźnik efektywności energetycznej, Wyraża on stosunek wartości energetycznej uzy-skanego plonu do nakładów energetycznych poniesionych na jego wyprodukowanie. Wskaźnik ten najkorzystniej kształtował się w systemie ekologicznym, gdzie wartość energetyczna plonu ziarna była 4,8-krotnie większa od nakładów energetycznych zaangażowanych na produkcję pszenicy. W systemie integrowa-nym oraz konwencjonalnym uzyskano ewidentnie większą wartość energetyczną plonu, jednak poniesiono również znacznie większe nakłady energetyczne. W tej sytuacji wskaźnik efektywności energetycznej wynosił około 3,5–3,8, czyli był zdecydowanie niższy niż w uprawie ekologicznej. Rachunek efektywności ener-getycznej zdecydowanie niekorzystnie kształtował się dla pszenicy uprawianej w monokulturze. W obiekcie tym wartość energetyczna uzyskanego plonu była najniższa, a dodatkowo plon ten uzyskano przy największych nakładach ener-getycznych. W efekcie wskaźnik efektywności energetycznej dla monokultury wynosił tylko 2,4 i był dwukrotnie mniejszy niż w systemie ekologicznym (tab. 11).

Tabela 11. Wskaźnik efektywności energetycznej produkcji pszenicy ozimej

System	Plon ziarna (t s.m./ha)	Wartość energetyczna plonu (MJ)	Nakłady energetyczne ogółem (MJ/ha)	Wskaźnik efektywności energetycznej Ee
Ekologiczny	4,07	75702	15810	4,79
Integrowany	4,90	91140	24203	3,77
Konwencyjnalny	4,98	92628	26817	3,45
Monokultura	3,61	67146	28184	2,38



Rys. 13. Wartość energetyczna plonu i składniki nakładów energetycznych w produkcji pszenicy ozimej (średnio za 4 lata)

5. DYSKUSJA

5.1. Plon ziarna pszenicy ozimej i cechy jego struktury

W systemie ekologicznym uzyskano plon pszenicy niższy, średnio o 18%, niż w konwencjonalnym. Pszenica ozima silnie reaguje na zmiany w intensywności technologii produkcji (Runowski 1998), w związku z tym wielkość obniżki plonu spowodowanej ekologiczną uprawą zależy głównie od wydajności uzyskiwanej w systemie konwencjonalnym, stanowiącym zwykle punkt odniesienia. Dlatego w krajach o intensywnej produkcji spadki plonów pszenicy ozimej w gospodarstwach ekologicznych wynoszą zwykle ok. 30–40% (Eltun 1996), a w niektórych przypadkach dochodzą do 50 (Keller 1997 i in.), a nawet 60% (Borowiecki, Podleśny 1992). Podobnie duże obniżki (43%) w warunkach Polski otrzymał Runowski (1998), a znacznie mniejsze (12%) Krasowicz (1996) w badaniach prowadzonych na obszarze woj. podlaskiego. Natomiast Szafranek i in. (1999) stwierdzili, że pszenica w gospodarstwach ekologicznych plonuje na poziomie zbliżonym do uzyskiwanego w sąsiednich gospodarstwach konwencjonalnych. Prawdopodobnie jako podstawę do porównań przyjęto wyniki osiągane w tradycyjnych, ekstensywnych gospodarstwach analizowanego regionu. Małe zużycie środków produkcji i liczne błędy w stosowanych technologiach produkcji sprawiają, że uzyskiwane plony pszenicy są w nich niskie i zbliżone do osiąganych w gospodarstwach ekologicznych stosujących staranną agrotechnikę. Podobna sytuacja miała miejsce w naszym doświadczeniu w 1996 r., gdzie przy stosunkowo niskim poziomie plonów, w systemie ekologicznym wydajność pszenicy była nawet nieco wyższa niż w konwencjonalnym. Także w analizie przeprowadzonej przez Krasowicza (1996), w jednym z 4 lat badań, plony pszenicy w gospodarstwach ekologicznych były o 15% wyższe niż w konwencjonalnych.

Jednym z założeń rolnictwa ekologicznego jest uzyskiwanie stabilnych plonów w dłuższym okresie czasu. W prezentowanym doświadczeniu zmienność plonowania była podobna we wszystkich systemach. Jednak trzeba zaznaczyć, że w 1997 r. pszenica ozima w systemie ekologicznym, w następstwie złego przezimowania została przesiana pszenicą jara, której plon nie przekraczał 4 t/ha. Cytowane przez Kusia (1995) badania przeprowadzone w Szwajcarii wskazują na znacznie większe wahania plonów pszenicy w gospodarstwach

ekologicznych. Natomiast według Siebeneichera (1997) w Niemczech w latach osiemdziesiątych względne wahania plonów pszenicy ozimej w gospodarstwach ekologicznych i porównawczych (konwencjonalnych) były podobne.

W systemie integrowanym plon pszenicy był zbliżony do uzyskiwanego w uprawie konwencjonalnej. W literaturze podaje się, że w związku ze zmniejszeniem nakładów na przemysłowe środki produkcji w uprawie integrowanej należy się liczyć z 5–10% spadkiem plonu. W Polsce, gdzie dominuje ekstenzywne gospodarowanie, wprowadzenie zasad produkcji integrowanej wiąże się najczęściej ze zmianami w organizacji i technologii oraz racjonalizacją zużycia przemysłowych środków produkcji. Często oznacza to uzasadniony wzrost nakładów prowadzący do zwiększenia plonu i poprawy jego jakości. Majewski (2003) podaje, że w Polsce różnice w plonach między gospodarstwami integrowanymi i konwencjonalnymi mogą się wahać od -10 do +5%. W badaniach Krasowicza (1996) pszenica w gospodarstwach integrowanych plonowała o ponad 25% wyżej w porównaniu z tradycyjnymi. Również w doświadczeniach niemieckich różnice w plonie pszenicy ozimej na korzyść systemu integrowanego, przy ogólnie wysokiej wydajności, przekraczały 20% (Keller i in. 1997).

W monokulturze znaczące obniżki plonu występowały we wszystkich latach badań, co jest zbieżne z danymi z literatury. Zawiaślak i Sadowski (1992), średnio z 540 doświadczeń, otrzymali w monokulturze pszenicy ok. 30% obniżkę plonu, podobny wynik przedstawia również Rous (1992). Spadki plonu mogą dochodzić nawet do 50%, w zależności od różnych czynników, np. warunków glebowych, przebiegu pogody lub uprawianej odmiany (Wesołowski 1993, Kostrzewska, Zawiaślak 1995). Według Kusia i in. (1990) oraz Adamiaka (1992) przekroczenie 75% udziału zbóż w płodozmianie prowadzi do znacznego spadku ich plonów. Reakcja ta nasila się, jeżeli uprawiany jest tylko jeden gatunek zboża, szczególnie pszenica ozima. Według Rousa (1992) oraz Zawiaślak i Sadowskiego (1992) większe zużycie przemysłowych środków produkcji (nawozy mineralne i środki ochrony roślin) oraz dobór odmian nie umożliwiają plonowania pszenicy w monokulturze na poziomie zbliżonym do uzyskanego w zmianowaniu. Po wielu latach uprawy pszenicy po sobie dochodzi do ustalenia nowego stanu równowagi w siedlisku (tzw. *decline effect*) i plony stabilizują się, ale zawsze na istotnie niższym poziomie niż w zmianowaniu (Gaudin 1997). Martyniuk (1986) stwierdził, że od trzeciego roku monokulturowej uprawy pszenicy względne obniżki jej plonu nie powiększają się. Według danych Gaudina (1997) uzyskanych ze

100-hektarowej produkcyjnej plantacji pszenicy ozimej spadki plonu wynosiły 10–15% w okresie 2–3 pierwszych lat uprawy w monokulturze, następnie plon ustabilizował się na poziomie 76 q/ha i był tylko o 6 q/ha niższy niż uzyskiwany po dobrym przedplonie.

W naszym doświadczeniu stosowano jednakową ilość wysiewu pszenicy we wszystkich obiektach, dlatego obsada roślin po wschodach była zbliżona, jedynie nieco mniejsza w monokulturze. Mogło to być spowodowane wczesną infekcją przez patogeny systemu korzeniowego i podstawy źdźbła. Według Kurowskiego i Majchrzak (2000) grzyby z rodzaju *Fusarium* powodują przeredzenie wschodów i zmniejszenie zimotrwałości pszenicy ozimej. Inną przyczyną mógł być niekorzystny wpływ substancji biologicznie czynnych, głównie związków fenolowych, powstających w trakcie rozkładu przyorywanych resztek poźniwnych i słomy. Zawiaślak i Sadowski (1992) stwierdzili, że oddziałują one szczególnie silnie na młode rośliny – w okresie jesieni ograniczając wschody, a zimą i wczesną wiosną – zmniejszając przezimowanie. Również Duer (1997) dowiodła, że związki te mogą hamować rozwój pszenicy, szczególnie wzrost korzeni zarodkowych. Nieco większe wypadanie roślin w systemie ekologicznym mogło być spowodowane korzystniejszymi warunkami rozwoju chorób grzybowych na siewkach, na skutek wyeliminowania systemicznych zapraw. W uprawach ekologicznych obsada pszenicy powinna być dostosowana do zasobności gleby w składniki pokarmowe, jednak nie mniejsza niż 250–350 roślin/m² (Siebeneicher 1997). W mniej korzystnych warunkach siedliskowych dopuszczalne jest zwiększenie normy wysiewu o 10% (Kuś, Jończyk 2003). Niektórzy rolnicy w obawie przed zachwaszczeniem zwiększają ilość wysiewu znacznie przekraczając ilości zalecane (Kapeluszny, Haliniarz 2000). Köpke (1989) podaje, że rzadko w gospodarstwach ekologicznych udaje się uzyskać zakładaną obsadę roślin. Jednocześnie autor ten stwierdza, że przy dużym zagęszczaniu ładu zwiększa się nadmiernie zapotrzebowanie na wodę, ponieważ przy niedoborze składników pokarmowych w roztworze glebowym roślina musi pobierać jej więcej na wytworzenie jednostki suchej masy.

Z punktu widzenia ochrony przed zachwaszczeniem, oprócz liczby roślin na jednostce powierzchni, ważna jest również równomierność zagęszczenia ładu. W systemie ekologicznym była ona prawidłowa, natomiast w monokulturze placowo występowało większe nasilenie chorób i w tych miejscach łąn był przerzedzony.

Mniejsze zwarcie łanu stwierdzono w systemie ekologicznym i monokulturze – 410–450 kłosów/m², podczas gdy w pozostałych obiektach obsada kłosów dochodziła do 500–600 szt./m². Badania stanu odżywienia pszenicy prowadzone w tym samym doświadczeniu wskazywały, że w systemie ekologicznym w fazach krzewienia i strzelania w źdźbło występowało niedostateczne odżywienie roślin azotem (Stalenga 2001). Prowadziło to do osłabienia krzewienia produkcyjnego, co zmniejszało liczbę kłosów na jednostce powierzchni. Köpke (1989) podaje, że w gospodarstwach ekologicznych obsada kłosów pszenicy rzadko przekracza 440/m². W monokulturze natomiast przerzedzenie łanu może być wywołane porażeniem roślin przez patogeny, którego skutkiem jest upośledzenie pobierania wody i składników mineralnych, co prowadzi do zamierania pędów lub całych roślin (Korbas 1998). Zmniejszenie obsady kłosów w monokulturze pszenicy ozimej obserwowali też m.in. Gaudin (1997), Gonetowie (1979), Kuś i Kamińska (1993) i Wesołowski (1993).

Masa tysiąca ziarn była mniejsza w systemie ekologicznym i monokulturze. Według Ruszkowskiego (1985) szczególnie ważna dla wypełniania ziarna jest dostępność azotu w okresie kłoszenie–dojrzałość woskowa. Warunkuje ona właściwy stosunek C:N, który decyduje o dystrybucji i przemieszczaniu tego składnika do zawiązków ziarniaków. Również Podolska (2003) stwierdziła, że azot podany w fazie kłoszenia zwiększa MTZ pszenicy. Tymczasem w uprawie ekologicznej załamanie pobierania azotu nastąpiło już w fazie strzelania w źdźbło (Stalenga 2001). Zaopatrzenie w azot wpływa też na zachowanie aktywności fotosyntetycznej górnych liści, które u pszenicy w 54% decydują o wypełnieniu ziarna (Nalborczyk 1987). Czynnikiem ograniczającym dorodność ziarna w systemie ekologicznym było również zmniejszenie powierzchni asymilacyjnej związane z zamieraniem liści na skutek silnego uszkodzenia przez choroby grzybowe. Mniejszą MTZ pszenicy uprawianej zgodnie z założeniami tego systemu stwierdzono także w badaniach prowadzonych przez Eltuna (1996) w Norwegii. Prawdopodobną przyczyną obniżenia MTZ w monokulturze były choroby – zarówno korzeni i podstawy źdźbła utrudniające pobieranie i transport składników mineralnych, jak również liści ograniczające asymilację. Korbas (1998) podaje, że przy silnym porażeniu pszenicy przez *Pseudocercospora herpotrichoides* MTZ może ulec znacznemu zmniejszeniu, a w niektórych kłosach ziarno wcale się nie wykształca. W badaniach Mróz i in. (1990) silne porażenie przez choroby pszenicy uprawianej w złym stanowisku powodowało również drastyczny

spadek MTZ. Także porażenie liści i kłosa przez choroby grzybowe wywołuje kilkunastoprocentowe obniżenie wartości tej cechy struktury plonu. Budzyński i in. (1985) oraz Jaczewska-Kalicka (2000) obserwowali wyraźne zmniejszenie MTZ pszenicy w obiektach bez stosowania fungicydów.

Liczba ziarn w kłosie była w mniejszym stopniu zróżnicowana w zależności od systemu produkcji, chociaż wykazywała podobny kierunek zmian jak MTZ. Można to tłumaczyć słabszą zależnością tej cechy od różnicujących systemy czynników agrotechnicznych. Według Ruszkowskiego (1985) oraz Ruszkowskiego i Jaworskiej (1988) liczba ziarn w kłosie zależy głównie od przebiegu pogody i temperatury, a z czynników agrotechnicznych wpływ mają przede wszystkim termin i gęstość siewu. Według Podolskiej (2003) podanie azotu w fazie strzelania w źdźbło wpływa na zwiększenie liczby ziarn w kłosie. Weśółowski (1993) wskazuje, że liczba ziarn w kłosie jest cechą struktury plonu reagującą najmniejszym spadkiem na uprawę pszenicy w monokulturze.

5.2. Architektura łanu pszenicy ozimej

Inaczej niż struktura plonu kształtowała się architektura łanu pszenicy ozimej. W systemie integrowanym stwierdzono stosunkowo małe różnice w produktywności kłosów tworzących poszczególne piętra łanu, co świadczy o prawidłowej jego architekturze. Korzystny układ wysokości źdźbeł wystąpił również w uprawie ekologicznej, ponieważ w łanie znaczną przewagę uzyskały pędy wysokie i średnie o większej produktywności. Mogło to być spowodowane niedoborem azotu, który ograniczał krzewienie i pszenica wykształcała mniej pędów bocznych. Z kolei w monokulturze pszenicy duży był udział pędów niskich o bardzo małej produktywności. Można zakładać, że wskutek zainfekowania pędu głównego przez patogeny grzybowe, rośliny wytwarzały większą ilość pędów bocznych. Ziarno z nich było mniej dorodne, a w skrajnych wypadkach z piętra dolnego uzyskiwano jedynie pośląd. Podobną budowę łanu w monokulturze pszenicy ozimej stwierdzili Kuś i Kamińska (1993). Liczba ziarn w kłosie i MTZ wzrastały, niezależnie od badanych obiektów, wraz z wysokością źdźbeł, co jest ogólnie stwierdzaną prawidłowością (Podolska 1999, Kuś i Kamińska 1993).

Wyniki dotyczące architektury łanu są trudne do porównania z danymi z literatury, ponieważ autorzy badający to zagadnienie stosują różne kryteria

wydzielania klas wysokości pędów. Również w naszych badaniach przyjęto odmienne zakresy wysokości źdźbeł dla każdego z obiektów, co utrudnia pełne porównanie uzyskanych wyników.

W literaturze przyjmuje się, że optymalny łan pszenicy powinien być zbudowany z 1–2 pędowych wysokich, wyrównanych roślin (Podolska 1999, Kozłowska-Ptaszyńska 1997). Wyniki te uzyskano jednak na mikropoletkach, gdzie stosowano punktowy siew pszenicy oraz intensywne nawożenie i pełną ochronę przed agrofagami. Być może inne wartościowanie powinno się stosować w uprawie ekologicznej, w której uzyskuje się łany o znacznie mniejszej obsadzie kłosów i dąży się do najpełniejszego wykorzystania zasobów środowiska. W tych warunkach inaczej może kształtować się konkurencja między pędami. Deficyt azotu ogranicza liczbę pędów bocznych, a brak chemicznego zwalczania chorób może dodatkowo przyspieszać ich zamieranie.

5.3. Porażenie pszenicy ozimej przez choroby

Nasilenie chorób podstawy źdźbła oraz liści i kłosa pszenicy jest w znacznym stopniu kształtowane przez warunki atmosferyczne (Korbas 1998). W związku z tym w naszym doświadczeniu stwierdzano duże zróżnicowanie stopnia porażenia pszenicy przez choroby, niezależne od systemu, w poszczególnych latach.

Choroby podstawy źdźbła w najmniejszym nasileniu wystąpiły w integrowanej i ekologicznej uprawie pszenicy. W obiekcie ekologicznym pszenicę wysiewano w bardzo dobrym stanowisku (koniczyna z trawami użytkowana dwa lata), dzięki temu porażenie utrzymywało się na niskim poziomie bez stosowania chemicznego zwalczania tej grupy patogenów. Dopływ do gleby w tym systemie różnorodnych resztek poźniwnych pozwala na rozwój zróżnicowanego zespołu drobnoustrojów, które decydują o wysokiej jej aktywności biologicznej i korzystnym stanie sanitarnym. Martyniuk (2000) wykazał, że ilość mikroorganizmów w glebie, wyrażona ich biomasa, jest pod uprawą ekologiczną zdecydowanie większa niż w pozostałych systemach. Brugger (1990) podaje, że mniejsze nasilenie łamliwości podstawy źdźbła pszenicy w systemie ekologicznym wiąże się ze stosowaniem tam obornika i zakłada, że nawożenie organiczne może wpływać na obniżenie presji chorób. Damm (2000) stwierdziła większą ilość grzybów z rodzaju *Fusarium* w glebie pod pszenicą w uprawie ekologicznej niż w obiektach konwencjonalnych. Uważa jednak, że nie świadczy to o większej

patogeniczności stanowiska, ponieważ wśród nich występuje wiele szczepów antagonistycznych w stosunku do chorobotwórczego *F. culmorum*. Liczniejsze były również szczepy z rodzajów *Alternaria*, *Cladosporium* i *Mucor*, hamujące rozwój grzybów patogenicznych.

W systemie integrowanym, pomimo wysiewu pszenicy po roślinach motylkowatych, konieczne było stosowanie fungicydów zwalczających łamliwość źdźbła. Mróz i in. (1990) podają, że w niektórych latach nawet po dobrych przedplonach może dochodzić do silnego porażenia pszenicy przez *P. herpotrichoides* i wskazane jest zastosowanie fungicydów.

W systemie konwencjonalnym, w zmianowaniu rzepak – pszenica – jęczmień, porażenie pszenicy przez choroby podstawy źdźbła, mimo systematycznego stosowania fungicydów było większe. Lipa i Korbas (2002) podają, że najskuteczniejszym sposobem ochrony przed zgorzelą podstawy źdźbła jest trzyletnia przerwa w uprawie zbóż lub wprowadzenie do płodozmianu żyta, owsa lub pszenżyta. Weber (2002) stwierdził zarówno w ścisłych doświadczeniach polowych, jak i w badaniach na polach produkcyjnych zwiększenie porażenia pszenicy przez *Gaeumannomyces graminis* na polach po rzepaku ozimym. Także Remlein (cyt. za Żółtańską 2000) podaje, że w pszenicy uprawianej po rzepaku występuje silniejsze porażenie podstawy źdźbła przez *Fusaria*.

Największe nasilenie chorób podstawy źdźbła stwierdzono w monokulturze pszenicy, takie stanowisko sprzyja rozwojowi patogenów odglebowych. Naruszony zostaje stan równowagi w glebie i nawet stosowanie fungicydów nie zapewnia w pełni skutecznej ochrony roślin. Użycie pestycydów na ogół eliminuje jednego patogena i równocześnie stwarza warunki dla rozwoju innych, nierzadko groźniejszych. W naszym badaniach, dzięki stosowaniu fungicydów udało się ograniczyć występowanie *Pseudocercospora herpotrichoides*, ale wówczas przewagę uzyskiwały grzyby z rodzaju *Fusarium*. Podobna współzależność zachodzi również między *P. herpotrichoides* i *Rhizoctonia* sp. Wachowska (2001) podaje, że po aplikacji fungicydów zwalczających łamliwość podstawy źdźbła wzrasta liczba pędów pszenicy porażonych przez *Rhizoctonia cerealis*. W monokulturowej uprawie pszenicy poważny problem stanowi także *Gaeumannomyces graminis*. Według badań monitoringowych przeprowadzonych w 1999 r. indeks porażenia pszenicy tym patogenem średnio dochodził do ok. 40% we wschodniej części Polski, a przekraczał 45% w części południowo-za-

chodniej (Jędruszczak 2001). Również Herman (1992) oraz Mróz i in. (1990) zwracają uwagę na ścisły związek między udziałem pszenicy w plodozmianie a porażeniem jej przez *Gaeumannomyces graminis*. Natomiast w przypadku *Pseudocercospora herpotrichoides*, obok stanowiska, czynnikiem różnicującym porażenie w latach jest przebieg pogody (Odorfer i Pommer 1997). W naszym doświadczeniu nie stosowano jeszcze środków przeciwko *Gaeumannomyces graminis*, jednak w ostatnich latach pojawiły się zaprawy do jego zwalczania. Weber (2002) podaje, że zastosowanie zaprawy Latitude 250 FS pozwalało uzyskać w monokulturze pszenicy plonowanie na podobnym poziomie jak po rzepaku. W badaniach cytowanych przez Jędruszczak (2001), dzięki temu preparatowi udawało się tylko częściowo ograniczyć spadek plonu pszenicy w złym stanowisku.

Nieco inny układ wyników obserwowano w odniesieniu do nasilenia chorób aparatu asymilacyjnego pszenicy. W systemie ekologicznym czynnikami ograniczającymi rozwój chorób są: zrównoważone zaopatrzenie roślin w składniki pokarmowe, mniejsze zagęszczenie ładu i ewentualnie dobór odpowiedniej odmiany. Adamiak i in. (2000) stwierdzili, że w obiektach ekologicznych dzięki stosowaniu preparatów biodynamicznych udało się częściowo ograniczyć porażenie pszenicy przez choroby, głównie septoriozę plew i liści. Jednak w warunkach pogodowych sprzyjających rozwojowi patogenów grzybowych metody te są mało skuteczne i cały aparat asymilacyjny roślin może zostać w krótkim czasie zniszczony. Do takiej sytuacji w naszym doświadczeniu doszło w 1999 r. W systemie konwencjonalnym i integrowanym skuteczność zastosowanych fungicydów była zadowalająca. Jednak nawet w tych obiektach w latach silnej inwazji chorób indeks porażenia przekraczał 50%. W systemie integrowanym w sprzyjających warunkach pogodowych mniejsza liczba oprysków była wystarczająca. Również Budzyński i in. (1995) wskazują, że w niektórych latach nie stwierdzano różnicy w plonie pszenicy między obiektami z 1-krotnym i 3-krotnym stosowaniem fungicydów.

W monokulturze stosowanie fungicydów nie było wystarczająco skuteczne. Rozwojowi chorób liści mogło sprzyjać osłabienie roślin wywołane porażeniem podstawy źdźbła. W monokulturach rośliny mogą znajdować się w pewnej formie stresu wywołanego działaniem związków biologicznie czynnych, może również dochodzić do jednostronnego wyczerpania składników pokarmowych z gleby, a czynniki te zwiększają podatność roślin na choroby (Jańczak, Pawlak

2004). Wielu autorów podkreśla, że kompleksu niekorzystnych czynników w uprawie monokulturowej nie udaje się w zadowalającym stopniu skompensować ochroną chemiczną roślin.

5.4. Zachwaszczenie ładu pszenicy ozimej

W naszym doświadczeniu system produkcji silnie oddziaływał na zachwaszczenie ładu pszenicy ozimej. Ograniczenie zachwaszczenia stanowi duży problem w gospodarstwach ekologicznych, gdzie podstawowym zabiegiem odchwaszczającym w zbożach jest bronowanie. Szczególnie trudne jest opanowanie zachwaszczenia w początkowym okresie wprowadzania tego systemu (Duer 1994). W uprawach ekologicznych stwierdza się na ogół większą różnorodność zbiorowiska chwastów i brak jednoznacznej dominacji poszczególnych gatunków. Układ taki jest łatwiejszy do kontrolowania metodami agrotechnicznymi, gdyż występuje konkurencja między gatunkami chwastów, a nie tylko konkurencja zbiorowiska chwastów przeciw roślinie uprawnej (Duer, Feledyn-Szewczyk 2003). Sporadycznie w systemie ekologicznym może także dochodzić do dominacji jednego gatunku chwastu, notowano przypadki pól pszenicy w 80% opanowanych przez *Apera spica-venti* lub w 100% przez *Vicia dasycarpa* (Stupnicka-Rodzyńkiewicz, Hochół 2000).

Chwasty występujące w ekologicznych zasiewach pszenicy w naszym doświadczeniu należały głównie do dolnego piętra ładu, a zachwaszczenie rozwijało się stopniowo (Feledyn-Szewczyk 2003). Również Trzcńska-Tacik (2000) podaje, że pszenicę w uprawie ekologicznej zasiedlają głównie chwasty należące do przyziemnej warstwy ładu, rosną licznie wiosną, a później zamierają. W uprawie ekologicznej stwierdzono największą liczbę chwastów w przeliczeniu na jednostkę powierzchni, zbieżne wyniki na polach produkcyjnych otrzymali Kapeluszny i Haliniarz (2000), Trzcńska-Tacik (2000), Barankiewicz i Misiewicz (2000). Kapeluszny i Haliniarz (2000) stwierdzili, że sucha masa chwastów w ekologicznych uprawach zbóż może być nawet 20-krotnie większa niż w gospodarstwach porównawczych. Trąba i Majda (2000) podają, że masa chwastów w zbożach ozimych w gospodarstwach przechodzących na system ekologiczny wynosiła ok. 250 g/m².

W naszym doświadczeniu sucha masa chwastów w łanie pszenicy wahała się w latach od 30 do 125 g/m². Uzyskane wyniki pozwalają stwierdzić, że w

warunkach poprawnej agrotechniki stosowanej w doświadczeniu, w systemie ekologicznym możliwe jest ograniczenie zachwaszczenia pszenicy ozimej do poziomu, który nie wywiera zdecydowanego wpływu na jej plonowanie. Według Janczak-Tabaszewskiej i Tyburskiego (cyt. za Feledyn-Szewczyk 2003) dopiero zachwaszczenie przekraczające 100 g s.m./m². powoduje istotny spadek plonu pszenicy ozimej.

W systemie integrowanym we wszystkich latach badań liczba i masa chwastów była najmniejsza, nie dochodziło też do zachwiania stosunków ilościowych we florze segetalnej. Stosowanie mechanicznych zabiegów odchwaszczających uzupełnianych interwencyjnie herbicydami jest uważane za postępowanie najbardziej skuteczne (Lipa 2003).

W naszym doświadczeniu decyzję o zastosowaniu herbicydów podejmowano w miarę możliwości na podstawie ekonomicznych progów szkodliwości chwastów. Ich wartości różnią się w zależności od warunków przyrodniczych i relacji cen ziarna i herbicydów w danym roku. Progi szkodliwości mają zastosowanie w odniesieniu do wyrównanych, równomiernie zagęszczonych łąnów i upraw z dominującymi gatunkami chwastów, natomiast w złożonych fitocenozach ich określenie jest trudne (Kuś 1995). W związku z tym Pruszyński (1994) zaleca teoretyczne progi szkodliwości zastępować wartościami mającymi odniesienie do określonych lokalnych warunków. Inne kryterium oceny konieczności stosowania herbicydów proponuje w stosunku do pszenicy ozimej Wahmhoff (cyt. za Praczyk, Adamczewski 1984), który za wartość progową przyjmuje 5% pokrycia powierzchni gleby przez chwasty. W systemie integrowanym oprócz ograniczania liczby zabiegów zwraca się uwagę na możliwość zmniejszania dawek herbicydów. Domaradzki i Rola (2003) stwierdzili, że w pszenicy można uzyskiwać dobre efekty odchwaszczające nawet przy zastosowaniu jedynie 60% zalecanej ilości środka, dodatkowo takie postępowanie zmniejsza poziom pozostałości substancji aktywnej w ziarnie i glebie.

W systemie konwencjonalnym konieczne były dwa opryski herbicydami, a systematyczne ich stosowanie w uproszczonym zmianowaniu i doprowadziło do kompensacji *Apera spica-venti* i *Viola arvensis*. Utrzymanie się tej tendencji stwierdziła Feledyn-Szewczyk (2003) prowadząc badania na tym obiekcie w następnych latach. Gatunki te uważane są za groźne chwasty w łąkach pszenicy ozimej, szczególnie często dominujące w uproszczonych zmianowaniach (Skrzyczyńska 1996, Lipa i Korbas 2002). Ograniczanie odchwaszczania do

stosowania herbicydów nie zawsze daje oczekiwane rezultaty, szczególnie przy stosowaniu ich w dłuższym okresie (Stupnicka-Rodzinkiewicz 2003). Najczęściej stosowane, tanie herbicydy ograniczają zachwaszczenie, ale nie są skuteczne w eliminowaniu gatunków najbardziej konkurencyjnych dla roślin uprawnych (Rola 2002). Nowicka (1993) zwraca również uwagę na możliwość szkodliwego oddziaływania herbicydów na niektóre odmiany uprawianych roślin.

Dalsze nasilenie problemów z zachwaszczeniem obserwowano w monokulturze. Intensywna ochrona chemiczna obejmująca dodatkowo zwalczanie perzu pozwalała w sprzyjających warunkach utrzymać zachwaszczenie na poziomie 20–30 g/m², jednak była niewystarczająca przy dużych opadach deszczu. Zawislak i Sadowski (1992) oraz Rous (1992) twierdzą, że taki sposób uprawy wymaga intensywnego zwalczania chwastów, ale jednocześnie podkreślają, że często jego skuteczność jest niska. Deryło i Szymankiewicz (1996) podają, że monokultura prowadzi do spadku konkurencji pszenicy względem chwastów i ich inwazji nie są w stanie przeciwdziałać nawet wysoce selektywne herbicydy. Częste stosowanie preparatów o podobnym składzie chemicznym zwiększa możliwość wyselekcjonowania się biotypów chwastów odpornych na stosowane substancje aktywne. Jak podaje Rola (2002) w ostatnich 20 latach w przypadku gatunków chwastów występujących w pszenicy ozimej obecność form odpornych stwierdzono u: fiołka polnego, komosy białej, miotły zbożowej i chabra bławatka.

5.5. Efektywność produkcji pszenicy ozimej

Opłacalność produkcji pszenicy ozimej w różnych systemach oceniano na podstawie wielkości nadwyżki bezpośredniej, ponieważ obliczenie kosztów pośrednich rzeczywistych i szacunkowych w przypadku analizowanych obiektów było praktycznie niemożliwe. Także Harasim (2002) zaleca takie rozwiązanie w wypadku braku danych źródłowych. Klepacki i Gołębiowska (2003) podkreślają, że nadwyżka bezpośrednia jest kategorią, która może służyć jedynie do porównywania opłacalności różnych działalności w gospodarstwie, ale nie określa ona dochodu rolnika. Nadwyżka bezpośrednia jest wykorzystywana również w kalkulacjach prowadzonych przez IERiGŻ (Skarżyńska, Augustyńska-Grzymek 1999). Pewnym utrudnieniem przy porównywaniu wyników różnych doświadczeń może być zaliczanie do kosztów bezpośrednich również kosztów

pracy (Krasowicz 1996) i uwzględnianie kosztów siły pociągowej i usług (Klepacki, Gołębiowska 2003).

W latach badań występowało znaczne zróżnicowanie cen ziarna pszenicy ozimej i środków produkcji, co bardzo różnicowało wielkość nadwyżki bezpośredniej. Wahania te znajdują również odbicie w innych analizach ekonomicznych dotyczących omawianego okresu (Kowalczyk 2002, Skarżyńska, Augustyńska-Grzymek 1999). Według Kowalczyka (2002) w latach 1991–1996 dochody z produkcji zbóż wzrastały, a od 1997 zmniejszały się, jednak pszenica należała w całym okresie do roślin o względnie dużej dochodowości. Kukuła i Krasowicz (1995) stwierdzają, że zmienność cen w latach i ich regionalne zróżnicowanie zmuszają do stałej aktualizacji ocen działalności produkcyjnych.

Koszty bezpośrednie produkcji pszenicy ozimej rosły wraz z intensywnością stosowanej technologii. Podobny kierunek zmian we wszystkich 4 latach badań stwierdzili Kukuła i Krasowicz (1995) porównując intensywną technologię z wariantem zakładającym ograniczenie zużycia środków ochrony roślin i technologią niskonakładową.

Najmniejsze koszty bezpośrednie, obejmujące tylko materiał siewny, ponoszono w systemie ekologicznym. W naszych badaniach nie uwzględniono jednak wymogu wysiewu ziarna pochodzącego z upraw ekologicznych, co mogłoby znacznie zwiększyć jego koszt (Orzeszko-Rywka 2004). W omawianym doświadczeniu w systemie ekologicznym nie stosowano żadnych środków ochrony roślin i nawozów. Według Bruggera (1990) nakłady na dopuszczone do stosowania w rolnictwie ekologicznym środki ochrony roślin i nawozy stanowią odpowiednio 4 i 15%, w stosunku do nakładów ponoszonych w gospodarstwach konwencjonalnych. W pozostałych obiektach w strukturze kosztów bezpośrednich przeważały środki ochrony roślin. Podobny podział stwierdzili Kukuła i Krasowicz (1995), natomiast w analizach Klepackiego i Gołębiowskiej (2003) oraz Ziętary (2003) na środki ochrony roślin przypadało 34–40% kosztów, a większy udział 45–50% miały nawozy mineralne.

W naszym doświadczeniu wielkość nadwyżki bezpośredniej wyrażona w mierniku naturalnym, średnio za 4 lata, wahała się od 2,26 w monokulturze do 4,50 t/ha ziarna pszenicy w systemie ekologicznym. W analizie Skarżyńskiej i Augustyńskiej-Grzymek (1999) przeprowadzonej dla lat 1996–1998 w 341 gospodarstwach prowadzących rachunkowość rolną dla IERiGŻ nadwyżka bezpośrednia wynosiła 2,3–3,1 t/ha ziarna pszenicy, czyli kształtowała się na

niższym poziomie niż w systemie konwencjonalnym i integrowanym w naszych badaniach. Podobne wielkości nadwyżek uzyskali również Ziętara (2003) – 3,7 t/ha i Krasowicz (1999) – 3,35 dla technologii intensywnej i 2,62 – dla standardowej. Natomiast w badaniach Klepackiego i Gołębiewskiej (2003) intensywna technologia uprawy pszenicy przyniosła tylko nadwyżkę w wysokości 1,73 t/ha, czyli niższą od średniej dla monokultury w naszym doświadczeniu. Mogło to być wynikiem innych relacji cenowych w badanych okresach i uwzględnianiem innych składników kosztów bezpośrednich. Ziętara (2003) i Krasowicz (1999) stwierdzają, że nadwyżka bezpośrednia wzrasta wraz ze wzrostem intensywności stosowanych technologii produkcji, natomiast w naszych badaniach taka prawidłowość nie wystąpiła, na skutek silnego oddziaływania płodozmianu, który w tego typu analizie jest czynnikiem beznakładowym.

W systemie integrowanym osiągnięto nieco większą nadwyżkę bezpośrednią niż w konwencjonalnym, co było związane z mniejszymi o ok. 20% bezpośrednimi kosztami produkcji. Również Majewski (2003) podaje, że w tym systemie ogólne koszty produkcji są niższe o 5–10%, w tym środków ochrony roślin o 30–60%, a nawozów mineralnych o 30–50%. Także Krasowicz (1999) uznaje przewagę systemu integrowanego i podkreśla rolę czynników beznakładowych – terminowości wykonywania zabiegów agrotechnicznych i lepszego wykorzystania postępu biologicznego.

W badaniach Rączego (1998), w odniesieniu do całości produkcji w gospodarstwie, koszty ponoszone w systemie integrowanym były większe niż w konwencjonalnym i wprowadzanie tego systemu, przy jednakowych cenach zbytu ziemiopłodów, było pod względem ekonomicznym nieuzasadnione. Przypuszczalnie różnice te były spowodowane stosowaniem w produkcji integrowanej selektywnych, mało toksycznych dla środowiska i aplikowanych w małych dawkach, ale równocześnie drogich chemicznych środków ochrony roślin.

Najmniejszą nadwyżkę bezpośrednią uzyskano w monokulturze pszenicy. Z uwagi na wysoki stopień zmechanizowania produkcji zbóż oraz małą ich praco- i transportochłonność takie rozwiązania mogą być stosowane w dużych gospodarstwach, maksymalizujących wydajność pracy (Harasim 2003).

Rachunek energetyczny umożliwia porównywanie wyników z różnych doświadczeń lub gospodarstw, niezależnie od zmieniających się relacji cenowych w rolnictwie. Przeszkodą w porównywaniu danych z różnych lat są jednak kryteria określania wartości energetycznej produktów i nakładów. W największ-

szym stopniu różnice dotyczą wyceny wartości ziarna i nawozów azotowych. We wcześniejszym okresie przyjmowano ekwiwalent energetyczny ziarna zbóż na podstawie norm żywienia zwierząt i wynosił on tylko 7,5 MJ/kg, natomiast przyjęty w naszych badaniach jest wyliczony na podstawie wartości energii uzyskanej przy spalaniu produktu i równy 18,6 MJ/kg. Oszacowany ekwiwalent energetyczny 1 kg azotu w nawozach od początku XX wieku zmniejszył się pięciokrotnie (Kuś 2002).

Zużycie bezpośrednich nośników energii było w naszym doświadczeniu zbliżone we wszystkich obiektach, z tendencją do nieco niższych wartości w systemie ekologicznym, gdzie stosowano znacznie mniej operacji technologicznych. Również Tkacz i Budny (1996) podają, że na produkcję żywności w gospodarstwach ekologicznych i konwencjonalnych zużywa się podobną ilość paliw. Według Budzyńskiego i in. (1995) w agrotechnice pszenicy ozimej olej napędowy i energia elektryczna stanowią 14–16% ogółu nakładów energetycznych. W naszych badaniach w systemie integrowanym i obu wariantach konwencjonalnego udział ten dochodził do 30%. Według Lipińskiego i Orlińskiego (1992) analizujących płodozmiany zbożowe nośniki energii stanowią ok. 20% nakładów energetycznych.

We wszystkich systemach podobnie kształtowały się też nakłady pracy żywej. W badaniach Rzeszutka i Sobczaka (1992) nakłady pracy na produkcję zbóż w systemie konwencjonalnym i w monokulturze są zbliżone. Natomiast w systemie ekologicznym według Bruggera (1990) oraz Kellera i in. (1997) w uprawie zbóż nakłady pracy są większe, jeżeli uwzględni się konieczność zbioru słomy przeznaczonej na ściółkę, wytwarzanie w gospodarstwie preparatów do ochrony zasiewów (wyciągi roślinne) i przygotowanie do zbytu małych partii ziarna. W naszych badaniach zagospodarowanie słomy na wszystkich obiektach pominięto, założono hurtowy zbyt ziarna, natomiast specjalnych preparatów w ochronie roślin nie stosowano.

W systemie ekologicznym ponoszono mniejsze nakłady z tytułu amortyzacji maszyn i narzędzi, co można tłumaczyć wykorzystywaniem mniejszego parku maszynowego z tytułu braku zabiegów nawozowych i ochronnych. Zastosowanie specjalistycznego wyposażenia do odchwaszczania i aplikacji biologicznych środków ochrony roślin lub stosowania małych dawek nawozów organicznych (np. kompostów) mogłoby wpłynąć na wzrost znaczenia tego elementu w nakła-

dach energetycznych, jednak poza broną chwastownikiem w naszych badaniach takiego sprzętu nie stosowano.

Największe zróżnicowanie dotyczyło strumienia nakładów energetycznych związanych z surowcami i materiałami stosowanymi w porównywanych obiektach. Nie wpływał na to materiał siewny, znikome znaczenie miały też chemiczne środki ochrony roślin. W rachunku energetycznym rola środków ochrony roślin jest pomniejszana, gdyż zaniżony jest ekwiwalent wyceny energetycznej substancji biologicznie czynnej. Dotyczy to przede wszystkim pestycydów tzw. trzeciej generacji, które są stosowane w bardzo małych dawkach. W badaniach Budzyńskiego i in. (1995) środki ochrony roślin stanowiły od 1,3 do 9,2% ogólnych nakładów energetycznych na produkcję pszenicy, a w naszych doświadczeniach wskaźnik ten wynosił ok. 3%.

Największy udział w nakładach energetycznych miały nawozy, szczególnie azotowe. Pomimo znacznego zmniejszenia energochłonności procesów przemysłowych związanych z ich produkcją w ostatnich latach (Kuś 2002) nadal utrzymują one dominującą pozycję. W opracowaniu Kellera i in. (1997) nakłady na same nawozy azotowe w systemie konwencjonalnym stanowiły 60% ogółu i przewyższały 1,5-krotnie całość nakładów energii ponoszonych na uprawę pszenicy ozimej w gospodarstwach ekologicznych.

Jako kompleksowy wskaźnik oceny energetycznej systemów produkcji przyjęto stosunek wartości energetycznej plonu do nakładów energetycznych poniesionych na jego wytworzenie. Takim kryterium posługują się również Harasim (2002), Rzeszutek i Sobczak (1992) i Brugger (1990). Największy wskaźnik efektywności energetycznej uzyskano w systemie ekologicznym, o blisko 50% większy niż w systemie konwencjonalnym i integrowanym. Podobny układ, ale większe różnice stwierdzili Keller i in. (1997). Najmniejszy wskaźnik efektywności energetycznej produkcji, równy 2,3, uzyskano w monokulturze. Również Rzeszutek i Sobczak (1992) podkreślają, że wzrost nakładów (głównie na nawozy azotowe) stosowany jako środek przeciwdziałający negatywnym skutkom wysokiej specjalizacji nie wpływa na wzrost plonów i dlatego efektywność energetyczna w monokulturze pszenicy ozimej spada o 24–37% w stosunku do uprawy w poprawnym zmianowaniu.

Pszenica ozima występowała we wszystkich porównywanych systemach i jest podstawowym zbożem towarowym, dlatego na jej podstawie przeprowadzono analizę opłacalności. Nie może być ona jednak jedynym kryterium

oceny porównywanych systemów. Na plonowanie pszenicy mają wpływ pozostałe rośliny każdego ze zmianowań, nie uwzględniane w tej ocenie. Bardzo korzystne wyniki uzyskiwane w systemie ekologicznym są w dużej mierze następstwem uprawy pszenicy w bardzo dobrym stanowisku (po mieszance koniczyny z trawami użytkowanej przez okres 2 lat), czyli efekt taki na danym polu można uzyskać tylko jeden raz w pięcioletniej rotacji zmianowania. Pełnej oceny efektywności porównywanych systemów można dokonać jedynie w badaniach prowadzonych w gospodarstwach. Badania takie muszą obejmować produkcję roślinną i zwierzęcą, ponieważ w inny sposób trudno ocenić wartość roślin pastewnych.

6. WNIOSKI

1. Najwyższe plony ziarna pszenicy ozimej (5,8–5,9 t/ha), średnio za 4 lata, uzyskano w systemie konwencjonalnym przy stosowaniu intensywnej technologii produkcji oraz w systemie integrowanym w warunkach ograniczonego zużycia przemysłowych środków produkcji. W tych samych warunkach plon ziarna pszenicy w uprawie ekologicznej wyniósł 4,8 t/ha i był o około 0,6 t/ha większy niż w monokulturze pszenicy, gdzie stosowano intensywną technologię produkcji.
2. W systemie ekologicznym i monokulturze niższy poziom plonu był następstwem gorszej o około 10% dorodności ziarna i mniejszej o około 13% obsady kłosów niż w systemie konwencjonalnym i integrowanym.
3. Mniejsza zwartość łanu pszenicy w systemie ekologicznym i monokulturze była spowodowana przede wszystkim mniejszym rozkrzewieniem produkcyjnym, gdyż różnice w obsadzie roślin między obiektami, tak po wschodach, jak również po zimie były małe.
4. Łan pszenicy w systemie ekologicznym, podobnie jak w konwencjonalnym, charakteryzował się dużym udziałem pędów wysokich o dużym plonie ziarna z kłosa. W systemie integrowanym mniej korzystny rozkład wysokości pędów był kompensowany przez dużą masę ziarna nawet z kłosów piętra najniższego. Pszenica uprawiana w monokulturze tworzyła łan o najgorszej architekturze, gdyż duży był udział pędów niskich o bardzo małym plonie ziarna z kłosa.
5. Porażenie pszenicy ozimej przez choroby podstawy źdźbła w okresie dojrzłości mleczno-woskowej było najmniejsze w systemie ekologicznym, pomimo iż nie stosowano w tym obiekcie żadnych fungicydów, oraz w systemie integrowanym, gdzie chemicznie zwalczano tę grupę patogenów. W obu wariantach systemu konwencjonalnego, szczególnie w monokulturze, nasilenie tych chorób było zdecydowanie większe. Chemiczne zwalczanie *Pseudocercospora herpotrichoides* prowadziło do dominacji fuzarioz w zespole chorób podstawy źdźbła pszenicy.
6. Największe nasilenie chorób grzybowych na liściach pszenicy stwierdzono w systemie ekologicznym, gdzie nie stosowano fungicydów. Intensywna ochrona chemiczna w monokulturze nie ograniczała w wystarczającym stopniu porażenia aparatu asymilacyjnego pszenicy przez choroby grzybowe.

W systemie konwencjonalnym i integrowanym fungicydy w zadowalającym stopniu hamowały rozwój tej grupy patogenów. Stwierdzono wyraźną zależność pomiędzy stopniem uszkodzenia liści (podflagowego i flagowego) przez choroby grzybowe a dorodnością ziarna pszenicy ozimej.

7. Największa liczebność i sucha masa chwastów na jednostce powierzchni występowała w ekologicznej uprawie pszenicy ozimej, chociaż stwierdzona powietrznie sucha masa chwastów przed żniwami wynosząca około 80 g/m² wskazuje, że czynnik ten nie ograniczał istotnie plonu. W pozostałych obiektach sucha masa chwastów mieściła się przedziale 20–40 g/m². W systemie integrowanym stan taki osiągnęto po zastosowaniu jednego zabiegu herbicydowego, a tylko sporadycznie dwóch. W systemie konwencjonalnym najczęściej konieczne były dwa zabiegi herbicydowe, zaś w monokulturze trzy.
8. Wielkość nadwyżki bezpośredniej, stanowiącej różnicę pomiędzy wartością plonu a bezpośrednimi kosztami produkcji (nasiona, nawozy i środki ochrony roślin), w systemie ekologicznym, integrowanym i konwencjonalnym wynosiła od 4,5 do 4,0 t ziarna pszenicy/ha. W monokulturze w następstwie zwiększonych nakładów na środki produkcji i braku odpowiednich przyrostów plonu nadwyżka ta wynosiła tylko 2,3 t ziarna pszenicy/ha.
9. Efektywność energetyczna produkcji pszenicy ozimej w największym stopniu zależała od wielkości plonu i zużycia nawozów mineralnych, głównie azotowych. Największy wskaźnik efektywności energetycznej, $E_e = 4,8$, stwierdzono w systemie ekologicznym. Jego wartość w systemie integrowanym i konwencjonalnym była o ponad 25%, a w monokulturze aż dwukrotnie mniejsza.
10. W systemie ekologicznym możliwe jest uzyskanie względnie dużych plonów pszenicy ozimej oraz opłacalności jej produkcji nie gorszej niż w systemie konwencjonalnym i integrowanym, gdzie uzyskuje się największe plony. Czynnikiem w największym stopniu ograniczającym plon i opłacalność ekologicznej uprawy pszenicy ozimej są choroby aparatu asymilacyjnego. Jednoznacznie negatywnie należy ocenić uprawę pszenicy ozimej w monokulturze, pomimo stosowania intensywnej technologii produkcji plon ziarna w tym obiekcie był mniejszy o ponad 10% niż w uprawie ekologicznej. Niska wartość nadwyżki bezpośredniej wskazuje, że w niektórych latach produkcja ta mogła przynosić straty.

11. Jednoznacznie pozytywne wyniki dotyczące ekologicznej uprawy pszenicy nie mogą być podstawą oceny całego systemu. Są one w dużej mierze rezultatem, trudnego do oszacowania ilościowego, korzystnego wpływu płodozmianu. Całościowa ocena systemu ekologicznego musi obejmować ogólną wartość produkcji w całym zmianowaniu, z uwzględnieniem ziemioplodów nie stanowiących produkcji towarowej.

7. LITERATURA

- Adamiak J. 1992: Proportions of cereals in crop rotation. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst.*, 55: 173-181.
- Adamiak J., Kurowski T.P., Stępień A. 2000: Wpływ sposobów nawożenia na rozwój chorób pszenicy jarej i jęczmienia ozimego. *Folia Univ. Agric. Stetin*, 211, *Agricultura*, 84: 13-17.
- Aktualności Rolnicze – Rynek 1994–1999: Miesięcznik Lubelskiego Wojewódzkiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego w Końskowoli.
- Augustyńska-Grzymek I., Goraj L., Jarka S., Pokrzywa T., Skarżyńska A. 2000: Metoda liczenia nadwyżki bezpośredniej i zasady typologii gospodarstw rolniczych (według standardów Unii Europejskiej). Wyd. FAPA, Warszawa.
- Backes F., Eisele J.A., Kramer J. 1997: Mikrobiologische Qualitätsparameter für Winterweizen aus organischem Anbau. *Wiss.- Tagung Okol. Landbau, Bonn*, 4: 224-230.
- Barankiewicz A., Misiewicz J. 2000: Specyfika zachwaszczenia zbóż w gospodarstwach ekologicznych na wybranych przykładach z terenu województwa kujawsko-pomorskiego. *Pam. Puł.*, 122: 61-66.
- Bartnik M. 1996: Jakość żywności ekologicznej. *Przem. Spoż.*, 10/96: 36-38.
- Bobrecka-Jamro D., Jarecki W. 2003: Stan i perspektywy rozwoju gospodarstw ekologicznych w województwie podkarpackim na tle zrównoważonego rozwoju rolnictwa i obszarów wiejskich. *Acta Agraria et Silvustria, Series Agraria, Sekcja Rolnicza*, XL: 211-219.
- Borowiecki J., Podleśny J. 1992: Rolnictwo alternatywne i konwencjonalne w RFN. *Fragm. Agron.*, 3(35): 96-103.
- Brugger M.R. 1990: Landbau – alternativ und konventionell. AID, Bonn.
- Budzyński W., Fedejko B., Szempliński W., Majewska K. 1995: Energetyczna, produkcyjna oraz jakościowa ocena różnych technologii uprawy ozimej pszenicy chlebowej. *Fragm. Agron.*, 3(47): 33-52.
- Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Jończyk K. 2003: Wartość technologiczna wybranych odmian pszenicy ozimej uprawianych w różnych systemach produkcji roślinnej. *Pam. Puł.*, 133: 17-25.
- Capała W. 1998: Wybrane metody badawcze ochrony roślin w Szwajcarii. *Post. Nauk. Rol.*, 2/98: 25-34.
- Damm U. 2000: Bodenmykoflora in unterschiedlichen Bewirtschaftungssystemen des Weizens mit besonderer Berücksichtigung der Fusarium-arten. *Arch. Agron. Soil. Sci.*, 45: 509-521.
- Deryło S., Szymankiewicz K. 1996: Zmiany w zachwaszczeniu pszenicy ozimej uprawianej w płodozmianach o narastającym udziale zbóż. *Zesz. Nauk. ATR*, 196, *Rolnictwo*, 129-135.
- Domaradzki K., Rola H. 2003: The possibility of weed control in cereals by use low rates of herbicides – review of existing investigations. *J. Plant Protect. Res.*, 43(2): 163-170.
- Duer I. 1994: Znaczenie chwastów i ich zwalczanie w systemie rolnictwa ekologicznego. *Por. Gosp.*, 11: 20-21.
- Duer I. 1997: Fitotoksyczność słomy i resztek poźniwnych pszenicy ozimej uprawianej w monokulturze. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 452: 59-70.
- Duer I., Feledyn-Szewczyk B. 2003: Skład gatunkowy i biomasa chwastów występujących w pszenicy ozimej uprawianej w różnych systemach produkcji oraz ich udział w pobieraniu składników mineralnych z gleby. *Pam. Puł.*, 134: 65-77.
- Eltun R. 1996: The Apelsvoll cropping system experiment. III. Yield and grain quality of cereals. *NJAS*, 1: 6-21.

- Feledyn-Szewczyk B. 2003: Oddziaływanie systemu produkcji na skład gatunkowy chwastów w pszenicy ozimej i glebowy bank nasion. IUNG Puławy, praca dokt.
- Fornal Ł., Koziorok W., Rotkiewicz D. 2004: Potencjalne funkcje żywności a jakość ziarna zbóż i nasion oleistych. Przegl. Zboż.-Młyn., 2: 7-11.
- Fortuna W. 1993: Ochrona roślin w uprawach ekologicznych. W: Rolnictwo ekologiczne od teorii do praktyki, Stowarzyszenie Ekoland, Stiftung Leben & Umwelt, Warszawa.
- Fotyma M., Igras J., Kopiński J., Głowacki M. 2000: Bilans azotu, fosforu i potasu w rolnictwie polskim. Pam. Puł., 120/I: 91-99.
- Gaudin G. 1997: Eugene Boissard (Eure-et-Loir). 30 ans d'expérience. Ble sur ble. Grandes Cultures, Decembre, 22.
- Girtler M. 2004: Ochrona roślin w rolnictwie ekologicznym. Katowickie Aktualności Rolnicze, maj, 17-18.
- Gotkiewicz W. 1999: Właściciele gospodarstw ekologicznych jako grupa społeczno-zawodowa. Biul. Nauk., 5: 143-155.
- Gonet I., Gonet Z. 1979: Reakcja zbóż na uprawę w narastającej monokulturze. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 218: 123-131.
- Górny M. 1993: Rola zadrzewień w krajobrazie rolniczym. W: Rolnictwo ekologiczne od teorii do praktyki. Stowarzyszenie Ekoland, Stiftung Leben & Umwelt, Warszawa.
- Grabarkiewicz A. 2003: Charakterystyka zgrupowań biegaczowatych (*Coleoptera*, *Carabidae*) w pszenicy objętej różnymi programami ochrony. Prog. Plant. Protect./Post. Ochr. Rośl., 43(2): 657-660.
- Grosch P., Schuster G. 1993: „Nowoczesne” rolnictwo – przyroda kontratakuje. W: Rolnictwo ekologiczne od teorii do praktyki. Stowarzyszenie Ekoland, Stiftung Leben & Umwelt, Warszawa, 57-70.
- Grykień S. 1997: Charakterystyka polskich gospodarstw ekologicznych. Ekoland, 5(22): 3-5.
- Harasim A. 2002: Kompleksowa ocena płodozmianów z różnym udziałem roślin zbożowych i okopowych. Monografie i Rozprawy Naukowe, Puławy, 1.
- Harasim A. 2003: Ocena płodozmianów z różnym udziałem zbóż w strukturze zasiewów. Wieś Jutra, 5(58): 26-28.
- Herman M. 1992: Sanitary condition of cereals under crop rotation. Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Agricultura, 55: 83-91.
- Ignatowicz S. 2004: Biologiczne metody zwalczania szkodników. Wieś Jutra, 3(68): 36-40.
- Jaczevska-Kalicka A. 2000: Choroby pszenicy ozimej powodowane przez grzyby i ich zwalczanie. Roczn. AR Poznań, CCCXXI, Ogrodnictwo, 30: 39-43.
- Jadczyzyn T., Grabiński J. 2003: Aktualne tendencje w nawożeniu zbóż. Wieś Jutra, 5(58): 32-34.
- Jańczak C., Bubniewicz P., Pruszyński S. 2003: Uwarunkowania wdrożenia integrowanej ochrony pszenicy ozimej. Prog. Plant. Protect./Post. Ochr. Rośl., 43(1): 146-150.
- Jańczak C., Pawlak A. 2004: Program ochrony zbóż przed chorobami grzybowymi w okresie wegetacji 2004 roku. Wieś Jutra, 3(68): 41-44.
- Jaśkiewicz B., Bartoszek A. 1995: Jak mszyce bronią się przed drapieżcami. Ochr. Rośl., 3: 16.
- Jędruszczak M. 2001: Bezpieczna pszenica po pszenicy. Akt. AR Lublin, 1(17): 16.
- Jończyk K. 2003: Założenia organizacyjno-ekonomiczne reorganizacji gospodarstw konwencjonalnych w integrowane i ekologiczne. W: Zarządzanie gospodarstwem rolnym lub małym i średnim przedsiębiorstwem na obszarach wiejskich. Mat. szkol. IUNG, 88/03: 125-143.

- Kaczor A. 1996: Bilans składników pokarmowych roślin w różnych systemach nawożenia. Rolnik, 7(99): 8-9.
- Kapeluszny J., Haliniarz M. 2000: Zachwaszczenie zbóż uprawianych w gospodarstwach ekologicznych na Lubelszczyźnie. Pam. Puł., 122: 39-49.
- Kąkol E. 2001: Wpływ fungicydów i terminów ich stosowania na porażenie liści flagowych przez *Erysiphe graminis* De ex Merat i *Puccinia triticina* Erikss. oraz plon ziarna pszenicy ozimej. Zesz. Nauk. AP, Rolnictwo, 60: 29-34.
- Keller E.R., Hanus H., Heyland K.-U. 1997: Grundlagen der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion. Verlag Eugen Ulmer.
- Klepacki B., Gołębiowska B. 2003: Opłacalność produkcji zbóż – analiza porównawcza. Wieś Jutra, 5: 15.
- Klima K., Szarek K. 2003: Uwarunkowania rozwoju gospodarstw ekologicznych i agroturystycznych w województwie małopolskim. Acta Agraria et Silvestria, Series Agraria, Sekcja Rolnicza, XL: 189-197.
- Köpke U. 1989: Forschungsbericht 1987-1989. Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.
- Korbas M. 1998: Choroby i szkodniki zbóż z tabelami fungicydów i insektycydów zalecanych do stosowania w zbożach. Poznań, Wyd. Multum.
- Korbas M., Ławecki T. 2003: Możliwości ograniczania fuzariozy kłosów w Polsce i Unii Europejskiej. Prog. Plant. Protect./Post. Ochr. Rośl., 43(1): 200-207.
- Kostrzewska, Zawiślak 1995: Performance of winter wheat cultivars Alba and Almari in continuous cropping. Fragm. Agron., 2(46): 246-247.
- Kowalczyk S. 2002: Opłacalność i konkurencyjność produkcji zbóż w Polsce na tle UE. Wieś Jutra, 20-21.
- Kozłowska-Ptaszyńska Z. 1997: Badania nad modelem rośliny i ładu zbóż. Biul. IHAR, 201: 67-71.
- Krasowicz S. 1996: Analiza i ocena gospodarstw ekologicznych, integrowanych i tradycyjnych w rejonie Polski północno-wschodniej na tle warunków przyrodniczych i ekonomicznych rolnictwa. IUNG Puławy, H(11).
- Krasowicz S. 1999: Systemy rolnicze w północno-wschodniej Polsce. Zag. Ekon. Rol., 4-5: 3-12.
- Kukuła S., Krasowicz S. 1995: Porównanie technologii uprawy pszenicy ozimej o różnej intensywności produkcji. Fragm. Agron., 4(48): 96-105.
- Kurowski T. P., Majchrzak B. 2000: Patogeniczność i szkodliwość wybranych gatunków z rodzaju *Fusarium* dla żyta, pszenicy i owsa. Roczn. AR Poznań, CCCXXI: 61-67.
- Kuś J. 1995: Systemy gospodarowania w rolnictwie. Rolnictwo ekologiczne. IUNG, Mat. szkol., 45/95.
- Kuś J. 1995a: Systemy gospodarowania w rolnictwie. Rolnictwo integrowane. IUNG, Mat. szkol., 42/92.
- Kuś J. 2002: Efektywność energetyczna produkcji biopaliw płynnych. Wieś Jutra, 9(50): 8-10.
- Kuś J., Jończyk K. 2003: Uprawa zbóż w gospodarstwach ekologicznych (materiały dla doradców). Radom.
- Kuś J., Kamińska M. 1993: Struktura plonu i architektura ładu pszenicy ozimej zależnie od zmianowania. Fragm. Agron., 4(40): 27-28.
- Kuś J., Nawrocki S., Jelinowski S., Płoszyńska W. 1990: Studia nad możliwością zwiększenia udziału zbóż w strukturze zasiewów. II. Doświadczenia na glebach żytnych bardzo dobrych. Pam. Puł., 97: 23-38.

- Kuś J., Stalenga J. 2003: Rolnictwo ekologiczne – alternatywny sposób wykorzystania potencjału produkcyjnego rolnictwa w Polsce. *Pam. Puł.*, 132: 263-270.
- Kuś J., Ufnowska J., Madej A. 2000: Efektywność gospodarowania w systemie ekologicznym i konwencjonalnym w zależności od kierunku produkcji. *Pam. Puł.*, 120: 247-255.
- Lansade M. 1950: La disinfection des semences de cereals. W: *Le traitement des semences*.
- Lipa J. 2003: Tendencje minimalizacji i racjonalizacji zużycia środków ochrony roślin w produkcji zbóż. *Wieś Jutra*, 5(58): 35-37.
- Lipa J., Korbas M. 2002: Nowoczesna ochrona zbóż przed chorobami i szkodnikami. *Wieś Jutra*, 5(46): 40-44.
- Lipiński A., Orlński J. 1992: Energy requirements of crop rotations with various proportions of cereals. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Agricultura*, 55: 237-244.
- Liro A. 2003: Program rolnośrodowiskowy jako instrument wielofunkcyjnego rozwoju wsi i ekologizacji polskiego rolnictwa. *Wieś Rol.*, 2(119): 96-117.
- Lonkhuyzen H.J., Genderen A.W. 1984: Veränderungen des Phytinsäuregehaltes in mit Hefe oder Sauerteig hergestellten Weizenvollkornbrotten (konventionell und alternativ). *Korn Mehl u. Brot*, 12/84: 372-375.
- Lundengardh B. 2002: Czynniki wpływające na jakość żywności pochodzącej z rolnictwa ekologicznego. W: *Jakość żywności a rolnictwo ekologiczne*. Wyd. Nauk. Akapit, Kraków, 15-18.
- Łuczka-Bakuła W., Mądrzak C. J. 2003: Żywność konwencjonalna, ekologiczna i zmodyfikowana genetycznie – aktualny stan rynku i perspektywy jego rozwoju. *Wieś i Rol.*, 3(120): 82-100.
- Majewski E. 2003: Integrowana produkcja drogą rozwoju polskiego rolnictwa. *Wieś Jutra*, 6(59): 15-17.
- Makosz E., Malicki L., Sadło S. 1995: Ocena stanu środowiska rolniczego w wybranych wsiach na Wyżynie Lubelskiej. Cz. IV. Pozostałości pestycydów w ziemiopłodach (Badania wstępne). *Fragm. Agron.*, 4(48): 67-76.
- Malicki L. 1992: Crop rotation in the so-called ecological agriculture. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Agricultura*, 55: 261-269.
- Małyśzek M., Szmidt K. 2003: Rolnictwo ekologiczne w Polsce i krajach Unii Europejskiej. *Wieś Rol.*, 3(120): 101-112.
- Markiewicz M., Myśków W., Jeziorska Z. 1979: Mikroflora ryzosferowa zbóż po różnych przedplonach i jej oddziaływanie na fitopatogeny. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 218: 173-179.
- Martyniuk S. 1986: Ekologia i właściwości fitopatogena korzeni zbóż *Gaeumannomyces graminis* /Sacc./ Arx i Olivier i grzybów pokrewnych z rodzaju *Phialophora*. Wyd. IUNG, R(208).
- Martyniuk S. 2000: Właściwości mikrobiologiczne i biochemiczne gleby pod zbożami uprawianymi w systemach ekologicznym, konwencjonalnym i integrowanym. *Biul. Inf. IUNG*, 14: 8-10.
- Myszczyński J. 2000: Bezrobocie ukryte w rolnictwie chłopskim. *Fol. Univ. Agricult. Stetin. Oecon.*, 38(208): 133-138.
- Mróz A., Jelinowski S., Kuś J. 1990: Wpływ zmianowania na porażenie pszenicy ozimej przez *Gaeumannomyces graminis* oraz *Pseudocercospora herpotrichoides*. *Pam. Puł.*, 92: 55-63.
- Nalborczyk E. 1987: Fizjologiczne i biochemiczne czynniki podnoszenia produktywności i jakości ziarna jęczmienia pastewnego. W: *Problemy rozwoju produkcji i wykorzystania ziarna jęczmienia pastewnego w Polsce*. Mat. konf., Puławy, 8-9 grudnia 1987, 58-65.

- Nowacki W. 2004: Wymagania surowcowe przemysłu ziemniaczanego. Mat. VIII Konf. Nauk. IUNG „Jakość towarowych surowców roślinnych wyzwaniem dla nauki i praktyki rolniczej. Puławy, 31 maja-1 czerwca 2004 r., 75-80.
- Nowicka B. 1993: Wpływ herbicydów na wysokość i jakość plonu odmian pszenicy ozimej. IUNG Puławy, R(302).
- Ochrona Środowiska – Rocznik Statystyczny 2003. GUS.
- Odorfer A., Pommer G. 1997: Zusammenhänge zwischen Anbauintensität und Befall mit Weizenkrankheiten. Beitr. 4. Wiss.- Tagung Okol. Landbau, Bonn, 302-308.
- Olszak R.W., Pruszyński S., Nawrot J. 2003: Chemiczna ochrona roślin a ochrona środowiska – stan obecny i przyszłość. Prog. Plant Protect./Post. Ochr. Rośl., 43(1): 304-310.
- Orzeszko-Rywka A. 2004: Nasiona dla rolnictwa ekologicznego. Wieś Jutra, 1(66): 43-45.
- Paszkowski W.L. 2001: Stymulująca i sanitarna rola drobnoustrojów ryzosfery roślin uprawnych. Biul. Inf. IUNG, 15: 33-37.
- Podolska G. 1999: Budowa i wydajność łanu pszenicy ozimej w zależności od wybranych czynników agrotechnicznych i modelu rośliny. Pam. Puł., 116.
- Podolska G. 2001: Pszenica wysokiego plonu. Wieś Jutra, 6: 10-11.
- Podolska G. 2003: Agrotechniczne możliwości kształtowania jakości ziarna zbóż. Wieś Jutra, 5(58): 29-31.
- Podolska G., Stypuła G. 2002: Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej w zależności od sposobu ochrony przed chorobami i chwastami. Pam. Puł., 130: 587-596.
- Popławski Ł., Gawroński K. 2003: Rola rolnictwa ekologicznego w zrównoważonym i trwałym rozwoju obszarów chronionych. Acta Agr. et Silvestria, Ser. Agraria, Sekcja Ekonomiczna, XL: 181-187.
- Praczyk T., Adamczewski K. 1994: Integrowany system zwalczania chwastów w uprawach rolniczych. Mat. XXXIV Sesji Nauk. IOR, Poznań, I: 82-89.
- Pruszyński S. 1994: Ochrona roślin w integrowanych technologiach produkcji. Mat. XXXIV Sesji Nauk. IOR, I: 71-81.
- Rączy W. 1998: Produktywność i dochodowość gospodarstw o integrowanym systemie gospodarowania. Zesz. Nauk. AR Kraków, 55: 279-288.
- Rembiałkowska E. 2002: Jakość żywności pochodzącej z gospodarstw organicznych. W: Jakość żywności a rolnictwo ekologiczne. Wyd. Nauk. Akapit, Kraków, 19-29.
- Rola H. 2002: Aspekty produkcyjne i środowiskowe ochrony roślin przed chwastami oraz problemy związane z uodparnianiem się chwastów. W: Upowszechnianie zasad dobrej praktyki rolniczej, Mat. szkol., 82/02, 2: 89-97.
- Rolnictwo ekologiczne a wielofunkcyjny rozwój wsi, 2003: <http://pkegliwice.pl/strony/wielofunkcyjny.htm>
- Rolnictwo ekologiczne w Polsce, 2003a: <http://republika.pl/tomek515/rolnictwo2.htm>.
- Rothkaehl J. 2004: Wymagania surowcowe przemysłu młynarskiego i piekarskiego. Mat. VIII Konf. Nauk. IUNG „Jakość towarowych surowców roślinnych wyzwaniem dla nauki i praktyki rolniczej”, Puławy, 31 maja-1 czerwca 2004 r., 123-124.
- Rous D. 1992: On problems of monocultures and high concentrations of cereals. Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Agricultura, 55: 193-200.
- Runowski H. 1998: Możliwości rozwoju rolnictwa ekologicznego. Zesz. Nauk. AR Kraków, 331(55): 39-50.

- Ruszkowski M. 1985: Produkcyjność roślin zbożowych. W: Podstawy produkcyjności roślin. Mat. sesji nauk. połączonej z 80 rocznicą urodzin Prof. dr hab. Anatola Listowskiego, Puławy 27-28 września 1984, I: 71-91.
- Ruszkowski M., Jaworska K. 1988: Zmiany płodności kwiatów pszenicy ozimej pod wpływem warunków pogody i niektórych czynników agrotechnicznych. Pam. Puł., 92: 77-89.
- Rzeszutek J., Sobczak E. 1992: Energy balances of crop rotation with different structure of crops. Acta. Acad. Agricult. Tech. Olst., 55: 225-235.
- Siebeneicher G.E. 1997: Podręcznik rolnictwa ekologicznego. Wyd. Nauk. PWN.
- Skarżyńska A., Augustyńska-Grzymek I. 1999: Koszty jednostkowe i dochodowość produkcji rolniczej w gospodarstwach indywidualnych w 1998 roku. Zag. Ekon. Rol., 4-5: 95-143.
- Skrzyczyńska J. 1996: Rozpowszechniające się gatunki chwastów w uprawach zbóż ozimych Wysoczyzny Siedleckiej. Zesz. Nauk. ATR, Rolnictwo, 38, 196: 57-65.
- Sobisz Z., Ratuszniak I. 2003: Rzadkie i zagrożone wyginięciem gatunki roślin leczniczych w uprawach zbóż i okopowych Pojezierza Krajeńskiego. Pam. Puł., 134: 201-208.
- Solarska E., Jończyk K. 2003: Estimation of the efficacy of the Biosept 33SL in winter wheat cultivated in organic farming. J. Res. Appl. Agric. Engineer., 48(3): 20-23.
- Söllinger J., Plakolm G., Hess J. 1997: Vorkommen und Regulierung von Weizensteinbrand (*Tilletia caries* (DC) Tul) im biologischen Landbau Österreichs. Beitr. 4. Wiss.-Tagung Ökol. Landbau, Bonn, 315-321.
- Sołtysiak U. 1993: Rolnictwo a jakość biologiczna żywności. W: Rolnictwo ekologiczne od teorii do praktyki. Stowarzyszenie Ekoland, Stiftung Leben & Umwelt, Warszawa, 179-182.
- Stalenga J. 2001: Ocena stanu odżywienia wybranymi makroelementami pszenicy ozimej i jęczmienia jarego w różnych systemach produkcji roślinnej. IUNG Puławy, praca dokt.
- Stalenga J. 2004: Aktualne kierunki w badaniach nad oceną jakości surowców roślinnych w rolnictwie ekologicznym. Mat. VIII Konf. Nauk. IUNG „Jakość towarowych surowców roślinnych wyzwaniem dla nauki i praktyki rolniczej”, Puławy, 31 maja-1 czerwca 2004 r., 133-134.
- Stupnicka-Rodzyńkiewicz E. 2003: Rolnictwo zrównoważone a problem chwastów. Acta Agraria et Silvestria, Series Agraria, Sekcja Rolnicza, XL: 5-13.
- Stupnicka-Rodzyńkiewicz E., Hochół T. 2000: Fitocenozy zbóż gospodarstw ekologicznych na wybranych przykładach z terenu Małopolski. Pam. Puł. 122: 15-21.
- Sulek A. 2003: Ekonomiczne i organizacyjne uwarunkowania produkcji pszenicy w Polsce. Zag. Ekon. Rol., 2: 76-90.
- Sunderland K.D. 1975: The diet of some predatory arthropods in cereal crops. J. Appl. Ecol., 12(2): 507-515.
- Szafranek R.Cz., Trebnió D., Gotkiewicz W. 1999: Produkcja roślinna i zwierzęca w gospodarstwach ekologicznych. Biul. Nauk., 5: 159-169.
- Szeffińska D., Jastrzębski A., Karg J. 2003: Impact of different crop management systems on the richness of the communities of the above ground insects and soil insects larvae. Bull. Polish Acad. Sci., Biological Sci., 50(1): 37-50.
- Tkacz K., Budny J. 1996: Energetyczne aspekty produkcji żywności w gospodarstwach konwencjonalnych i ekologicznych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 443: 295-301.
- Trąba Cz., Majda J. 2000: Ocena zachwaszczenia upraw w wybranych gospodarstwach przechodzących na produkcję ekologiczną. Pam. Puł., 122: 177-185.

- Trzcńska-Tacik H. 2000: Zbiorowiska chwastów w uprawach zbóż w okolicach Skalmierza (Płaskowyż Proszowicki). Pam. Puł., 122: 59-75.
- Trzcńska-Tacik H. 2003: Znaczenie różnorodności gatunkowej chwastów segetalnych. Pam. Puł., 134: 253-262.
- Tyburski J. 1993: Gospodarka nawozowa w rolnictwie ekologicznym. W: Rolnictwo ekologiczne od teorii do praktyki. Stowarzyszenie Ekoland, Stiftung Leben & Umwelt, Warszawa, 145-150.
- Vereijken P. 1992: A methodic way to more sustainable farming systems. Netherland J. Agric. Sci., 40: 209-223.
- Vereijken P. i in. 1994: Progress reports of the research network on integrated and ecological arable farming systems for EU and associated countries. 1. Designing prototypes. Wyd. A.B-DLO, Wageningen.
- Wachowska U., 2001: Interactions between fungi colonizing the stem base of winter wheat. Acta Mycol., 36(2): 237-281.
- Wawiernia W. 2003: Stan obecny i perspektywy rozwoju rolnictwa ekologicznego w Polsce. Wieś Jutra, 59: 10-11.
- Weber Z. 2002: Wpływ przedplonu i chemicznego zaprawiania ziarna na występowanie zgorzełości podstawy źdźbła pszenicy ozimej (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*). Acta Agrobot., 55: 359-365.
- Weber Z. 2003: Wrażliwość *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* na fungicydy. Prog. Plant Protect./Post. Ochr. Rośl., 43(2): 1019-1021.
- Wesołowski M. 1993: Wybrane elementy struktury łanu i plonu niektórych odmian pszenicy ozimej uprawianej w płodozmianie i monokulturze. Fragn. Agron., 4(40): 29-30.
- Wolny S. 2004: Rekomendacje Standardu EPPO dobrej praktyki ochrony roślin i ich znaczenie dla jakości produktów roślinnych. Mat. VIII Konf. Nauk IUNG „Jakość towarowych surowców roślinnych wyzwaniem dla nauki i praktyki rolniczej. Puławy, 31 maja-1 czerwca 2004 r., 151-152.
- Założenia rolnictwa ekologicznego i przetwórstwa żywności wg IFOAM 1993. W: Rolnictwo ekologiczne od teorii do praktyki. Stowarzyszenie Ekoland, Stiftung Leben & Umwelt, Warszawa, 211-238.
- Zawiślak K., Sadowski T.: The tolerance of cereals to continuous cultivation. Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Agricultura, 55: 137-147.
- Ziętara W. 2003: Ekonomiczno-organizacyjne uwarunkowania kierunków i skali produkcji w gospodarstwach rolnych. W: Zarządzanie gospodarstwem rolnym lub małym i średnim przedsiębiorstwem na obszarach wiejskich. Mat. szkol. 88/03: 25-51.
- Żakowska-Biemans S., Gutkowska K. 2003: Rynek żywności ekologicznej w Polsce i krajach UE. Wyd. SGGW, Warszawa.
- Żółtańska E. 2000: Występowanie chorób podsuszkowych pszenicy ozimej uprawianej po jęczmieniu i rzepaku w okolicach Poznania. Roczn. AR Poznań, CCCXXI, Ogrodnictwo, 30: 177-180.
- Żółtańska E., Woźna H. 2000: Patogeniczność wybranych izolatów grzybów z rodzaju *Rhizoctonia* pochodzących z pszenicy. Roczn. AR Poznań, CCCXX: 193-202.