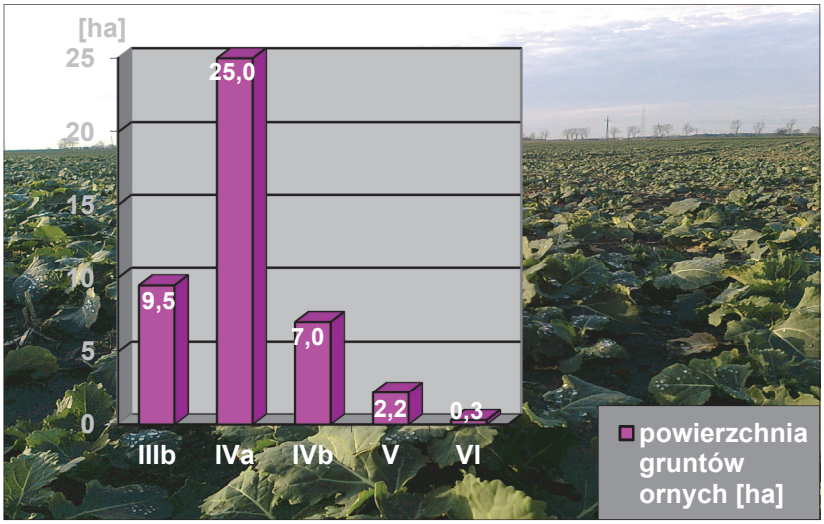
AGROTECHNOLOGIA UPRAWY RZEPAKU OZIMEGO ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM NAWOŻENIA

IV. OCENA TECHNOLOGII UPRAWY RZEPAKU W WYBRANYM GOSPODARSTWIE ROLNYM

Bożena Barczak[1], Mateusz Maciejewski, Mateusz Świtkowski

1. LOKALIZACJA I OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA GOSPODARSTWA

Uprawa rzepaku ozimego prowadzona była w gospodarstwie rolnym zlokalizowanym w województwie kujawsko-pomorskim w powiecie nakielskim. Powierzchnia gospodarstwa wynosi 44,5 ha, z czego 44,0 ha to grunty orne, natomiast 0,5 ha zajmuje trwały użytek zielony. Przynależność bonitacyjna gleb jest bardzo zróżnicowana (rys. 1). W gospodarstwie dominują gleby klasy IVa, których jest 25,0 ha (56,8% wszystkich gruntów ornych). Stosunkowo duży udział w ogólnym areale mają również gleby klasy IIIb – 9,50 ha, które stanowią 21,6% całej powierzchni gospodarstwa. Są to najlepsze gleby, jakimi dysponuje gospodarstwo. Powierzchnia gleb klasy IVb wynosi 7,0 ha, zatem ich udział stanowi 15,9%. Gleby o najniższej przydatności rolniczej, należące do V i VI klasy bonitacyjnej, zajmują 2,5 ha, z czego 5,0% ogólnego areału stanowią gleby klasy V, a zaledwie 0,7% – klasy VI.

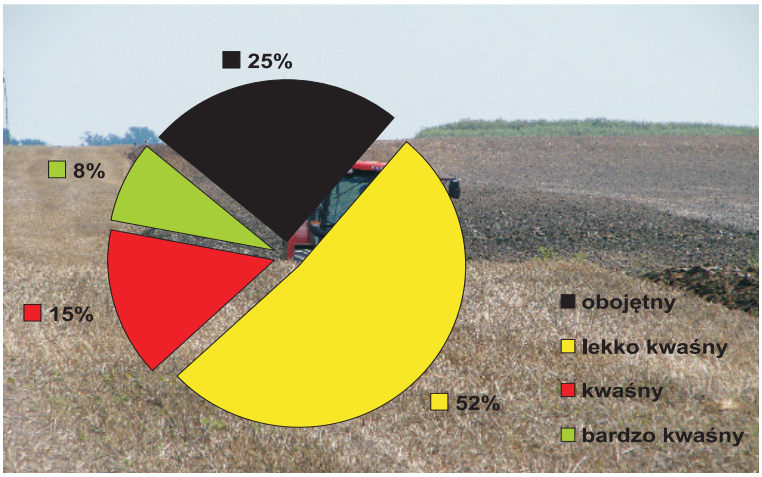


Rys. 1. Przynależność bonitacyjna gleb gospodarstwa (opracowanie M. Maciejewski)

Grunty orne podzielone są na dziewięć pól uprawnych, w konsekwencji czego ich zmeliorowanie jest tylko częściowe. Udział gruntów o uregulowanych stosunkach wod-

[1] Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Wydział Rolnictwa i Biotechnologii, Zakład Chemii Rolnej, ul. Seminaryjna 5, 85-326 Bydgoszcz, e-mail: barczak@utp.edu.pl

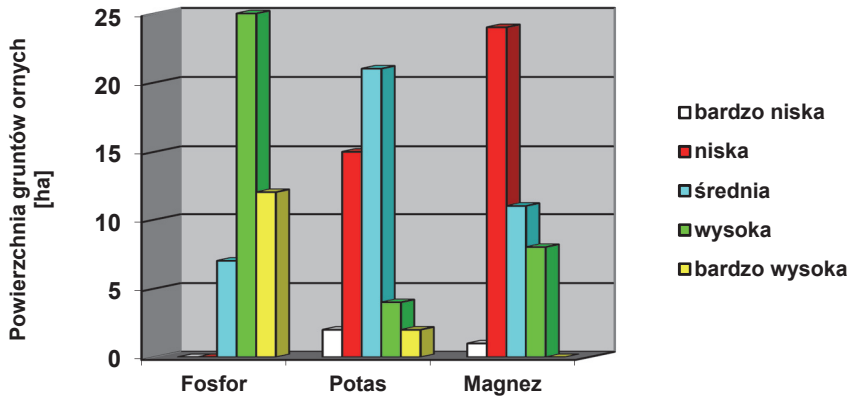
nych wynosi 42,1%. Stagnująca woda stanowi corocznie na dużej powierzchni upraw poważny problem podczas wczesnowiosennych prac polowych. Charakterystyczną cechą gleb w gospodarstwie jest duże zróżnicowanie ich właściwości fizyczno-chemicznych w obrębie poszczególnych pól. Są to tak zwane „gleby minutowe". Warunki te wymuszają intensywną uprawę mechaniczną obszarów gleb silnie zwięzłych oraz utrudniają uzyskanie równomiernej obsady roślin na całej powierzchni pola. Dużą mozaikowatość gleb potwierdzają badania odczynu (rys. 2) i zasobności gleb gospodarstwa (rys. 3). Analizy chemiczne próbek glebowych wykazały duże zróżnicowanie zakwaszenia oraz konieczność wapnowania w zależności od uzyskanej wartości pH_{KCl}. W gospodarstwie na areale 3,52 ha (8,0% ogólnych zasiewów) zabieg wapnowania był konieczny, natomiast dla 6,60 ha (15,0%) potrzebny. Na powierzchni 22,88 ha (52,0% ogólnego areału) stosowanie wapna mogło być ograniczone, natomiast na 11,00 ha gruntów ornych (25,1%) stosowanie środków odkwaszających było zbędne. Na terenach, na których zgodnie z wynikami badań Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej glebę należało zwapnować, przeprowadzono ten zabieg po zbiorze przedplonu, na ściernisko lub przed orką. Środkiem odkwaszającym stosowanym w gospodarstwie była kreda węglanowa, która wprawdzie działała wolniej od form tlenkowych, lecz nie stanowiła zagrożenia przesuszenia gleby.



Rys. 2. Odczyn gleb w analizowanym gospodarstwie (opracowanie M. Maciejewski)

Fosfor okazał się jedynym makroskładnikiem, którego zasobność w glebie była co najmniej średnia (rys. 3). Udział gleb III klasy zasobności w ten pierwiastek wynosił 15,9% powierzchni gruntów ornych (7,0 ha), II klasy – 56,8% (25,0 ha), a I klasy – 27,3% (12,0 ha). Na glebach I i II klasy zasobności nie stosowano w gospodarstwie nawozów fosforowych.

Gleby gospodarstwa cechowało duże zróżnicowanie pod względem zasobności w potas (rys. 3). Udział gleb o bardzo wysokiej oraz o bardzo niskiej zasobności w ten składnik wynosi 4,5% (2,0 ha). Niska zawartość przyswajalnego potasu występowała na powierzchni 15,0 ha (34,1% gleb). Gleby o średniej zasobności zajmowały areał 21,0 ha (47,8%). Wysoką zasobność stwierdzono tylko na powierzchni 4,0 ha (9,1% gruntów ornych).



Rys. 3. Zasobność gleb gospodarstwa w przyswajalne formy fosforu, potasu i magnezu (opracowanie M. Maciejewski)

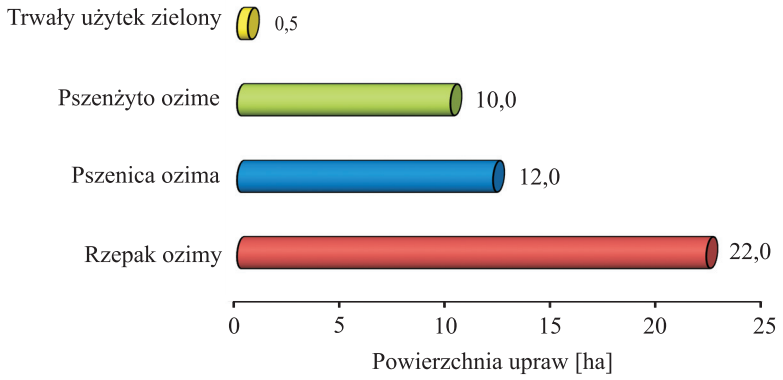
Bardzo niska zasobność gleb gospodarstwa w przyswajalny magnez charakteryzowała powierzchnię 1,0 ha (2,3% gleb), natomiast zawartość niska była typowa dla 24,0 ha (54,5% gleb). Średnią zasobnością w magnez cechowało się 11,0 ha (25,0% gruntów), a wysoką zawartość magnezu wykazano na 8,0 ha (18,2% ogólnego areału). Badania Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej nie potwierdziły występowania bardzo wysokiej zasobności gleb w przyswajalne formy magnezu.

Wydaje się, że duży udział gleb wymagających nawożenia potasem i magnezem wynika z braku systematycznego stosowania obornika oraz nieuwzględniania w agrotechnice międzyplonów. Ponadto nie bez znaczenia jest też bardzo wysokie zapotrzebowanie rzepaku na te składniki, co wobec sięgającego 50% udziału tego gatunku w ogólnej powierzchni zasiewów mogło doprowadzić do zubożenia gleby w ich przyswajalne formy.

Gospodarstwo prowadzi wyłącznie produkcję roślinną z dominującym udziałem rzepaku ozimego. Brak produkcji zwierzęcej uniemożliwia regularne nawożenie obornikiem. Obornik bydlęcy pozyskuje się od sąsiedzkich ferm, oddając w zamian słomę z pól, na których uprawia się zboża i rzepak ozimy. Nawóz ten jest stosowany co 6-7 lat w dawce 25 $t \cdot ha^{-1}$ pod rzepak. Resztki pożniwne i słoma, jeśli zostają na polu, mieszane są z glebą agregatem podorywkowym razem z szybko działającym nawozem azotowym, na przykład saletrzakiem lub saletrą amonową. Zastosowany azot w połączeniu ze słomą zmienia relację ilościową C:N, a tym samym przyspiesza mineralizację materii organicznej.

Największy udział w strukturze zasiewów gospodarstwa w 2015 roku miał rzepak ozimy, wynosił on 49,4% (22,0 ha), (rys. 4). Pszenica ozima była uprawiana na powierzchni 12,0 ha (27,0%), natomiast zasiewy pszenżyta ozimego stanowiły 22,5% (10,0 ha). Trwały użytek zielony w strukturze zasiewów stanowił zaledwie 1,1% ogólnego areału (0,50 ha).

Właściciel gospodarstwa dysponował kompletnym parkiem maszynowym wyspecjalizowanym w kierunku uprawy rzepaku i roślin zbożowych. Umożliwiało to prowadzenie uprawy na wysokim poziomie w systemie orkowym, który jest optymalny dla roślin o głębokim systemie korzeniowym.



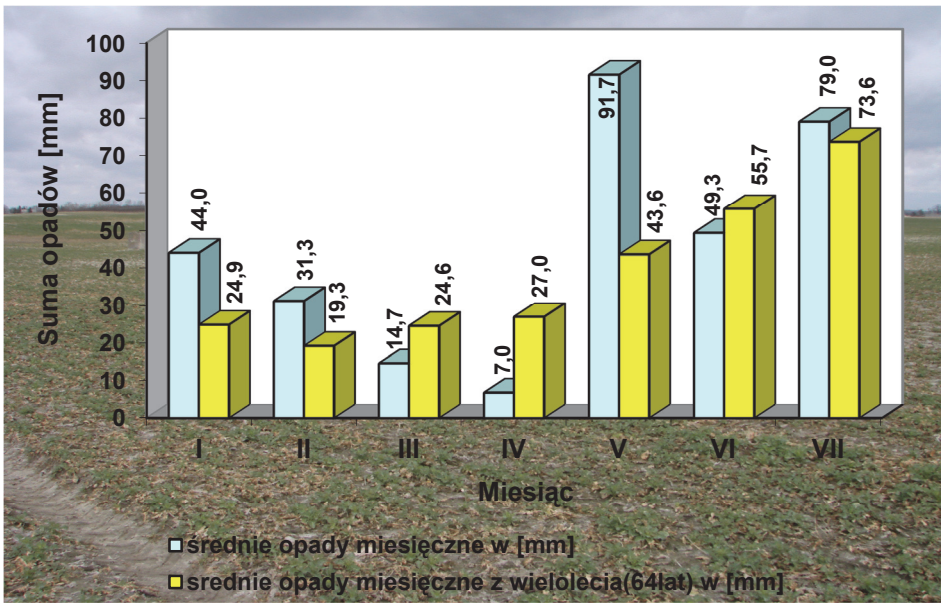
Rys. 4. Struktura zasiewów gospodarstwa (opracowanie M. Maciejewski)

2. WARUNKI ŚRODOWISKOWE UPRAWY

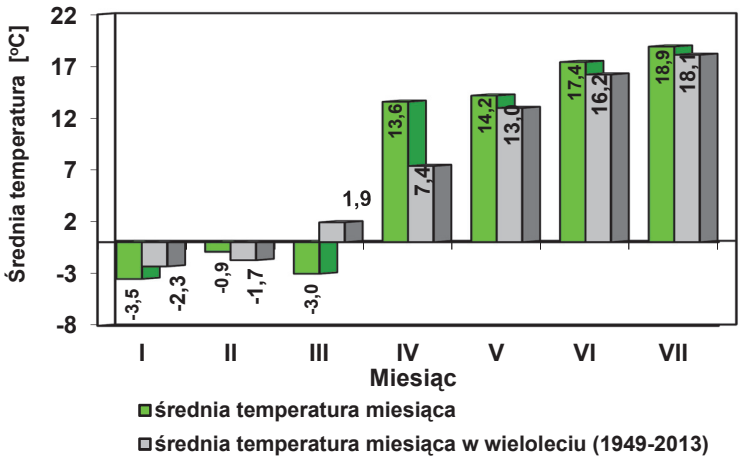
W 2013 roku panowały względnie sprzyjające warunki dla uprawy rzepaku ozimego w opisywanym gospodarstwie (rys. 5 i 6). Podczas zimy nie doszło do wysmalania roślin wskutek silnych mroźnych wiatrów bez okrywy śnieżnej. Rośliny znajdowały się częściowo pod śniegiem, co zapobiegło redukcji obsady. Wczesną wiosną wystąpiły znaczne wahania temperatur, rośliny znajdowały się wówczas w silnym stresie, lecz nie uległy nagłemu rozhartowaniu, co pozwoliło im przetrwać niesprzyjające warunki atmosferyczne. W fazie pąkowania stwierdzono niedobory wody, utrzymujące się w marcu i pierwszej połowie kwietnia, szczególnie na glebach lżejszych oraz na polach, na których nie stosowano obornika.

Jak wynika z danych pogodowych uzyskanych ze Stacji Badawczej UTP w Wierzchucinku (10 km od wsi, w której zlokalizowane jest gospodarstwo) (rys. 5), najniższe średnie opady miesięczne odnotowano w kwietniu – wyniosły one zaledwie 7,0 mm i były niższe o 20,0 mm w porównaniu z danymi z wielolecia. W fazie kwitnienia (w maju) rośliny były już wystarczająco zaopatrzone w wodę, co sprzyjało uzyskaniu wysokich plonów. Średnie opady w maju okazały się najwyższe na przestrzeni wszystkich miesięcy roku 2013 i wyniosły aż 91,7 mm, czyli o 48,1 mm więcej niż średnia z wielolecia. Suma średnich opadów dla całego roku wynosiła 503,9 mm i była wyższa od wielolecia o 41,9 mm.

Duże spadki temperatury na przedwiośniu spowodowały, że średnia temperatura marca wyniosła -3,0°C (rys. 6) i była niższa od średniej z wielolecia aż o 4,9°C. Skutkiem tak niskich temperatur wczesną wiosną były lokalne wymarznięcia roślin, opóźnione nawożenie mineralne na tzw. ruszenie wegetacji oraz skracanie faz rozwojowych roślin. Średnia temperatura w maju wyniosła 14,2°C i była niewiele wyższa (o 1,2°C) od średniej z wielolecia. Takie warunki sprzyjały prawidłowemu zapylaniu kwiatów i zawiązywaniu łuszczyn.



Rys. 5. Sumy ilości miesięcznych opadów w 2013 roku
(dane stacji meteorologicznej w Wierzchucinku; opracowanie M. Maciejewski)



Rys. 6. Średnie temperatury miesięczne
(dane stacji meteorologicznej w Wierzchucinku; opracowanie M. Maciejewski)

3. ZMIANOWANIE

W gospodarstwie rzepak ozimy jest uprawiany co dwa lata na tym samym polu. Oznacza to, że w zmianowaniu występuje zwykle po pszenicy ozimej lub pszenżycie ozimym. Przedplony zbożowe pozostawiają po sobie średnie stanowisko dla uprawy rzepaku. Często zbiór pszenicy opóźnia się z powodu niekorzystnych warunków pogo-

dowych podczas żniw, co uniemożliwia wykonanie w optymalnych terminach wszystkich zabiegów uprawowych dla rośliny następczej. Takie zmianowanie wyklucza możliwość stosowania jakichkolwiek międzyplonów przy realizowaniu pełnej uprawy roli w systemie orkowym.

4. CHARAKTERYSTYKA ZABIEGÓW AGROTECHNICZNYCH W UPRAWIE RZEPAKU OZIMEGO

4.1. Przygotowanie roli

Pierwszym zabiegiem agrotechnicznym przeprowadzanym w gospodarstwie po zbiorze przedplonu był wysiew nawozu azotowego w formie saletrzaku 27 Standard w dawce 100 kg $N \cdot ha^{-1}$ na resztki pożniwne i słomę. Zastosowany saletrzak zawierał 27% azotu w postaci saletry amonowej oraz mączkę dolomitową, która wzbogaca nawóz w 2,0% CaO oraz 4,0% MgO. Zabieg ten ma na celu przyspieszenie mineralizacji materii organicznej w glebie w wyniku zmniejszenia stosunku węgla do azotu. Słoma wraz z masą nawozową na przełomie lipca i sierpnia została wymieszana agregatem podorywkowym na głębokość 10-12 cm.

Kolejnym zabiegiem w uprawie rzepaku była orka siewna. To bardzo ważny element agrotechniki rzepaku, warunkujący prawidłowy rozwój jego systemu korzeniowego. Wykonuje się ją na głębokość 18-20 cm pługiem obrotowym wyposażonym w przedpłużki, dzięki którym samosiewy zbóż umieszczane są na dnie bruzdy, co ogranicza ich konkurencję względem młodych siewek rzepaku. Pług zintegrowany był z pojedynczym wałem Campbella i zgrzebłem doprawiającym glebę. Wał przyspieszał osiadanie gleby oraz doprawiał i ograniczał jej przesuszanie. Orkę siewną wykonano w pierwszej dekadzie sierpnia. Jednocześnie w tym terminie doprawiano agregatem uprawowym gleby silnie zwięzłe (tzw. „gleby minutowe"). Na glebach lekkich ograniczano uprawę roli ze względu na jej szybkie przesychanie.

Przed wysiewem nasion zastosowano Polifoskę 5 zawierającą składniki N, P, K, Mg i S w ilościowej proporcji 5:15:30:2:7. Wysiano 300 $kg \cdot ha^{-1}$ masy nawozowej, wprowadzono więc do gleby około 15 kg $N \cdot ha^{-1}$ w formie amonowej, 45 kg $P_2O_5 \cdot ha^{-1}$ w postaci fosforanów jedno- i dwuamonowych, 90 kg $K_2O \cdot ha^{-1}$ jako chlorek potasu, 6 kg $MgO \cdot ha^{-1}$ w formie węglanu magnezu i 21 kg $SO_3 \cdot ha^{-1}$ jako siarczan(VI). W nawozie tym zawartość potasu w postaci pierwiastkowej jest blisko czterokrotnie wyższa od zawartości fosforu. Ilości azotu, magnezu i siarki wnoszone z 300 $kg \cdot ha^{-1}$ Polifoski 5 pokrywają zapotrzebowanie rzepaku na te składniki w początkowych fazach rozwojowych.

4.2. Siew rzepaku ozimego i jesienne zabiegi agrotechniczne

Siewu rzepaku ozimego dokonano agregatem uprawowo-siewnym. Nasiona umieszczono na głębokość 1,0-1,5 cm w rzędach o rozstawie 12 cm, podczas gdy optymalna dla rzepaku rozstawa wynosi 18 cm. W pierwszym terminie od 20 sierpnia wysiano odmianę liniową hodowli KWS-Kadore (50-60 nasion na m^2). W późniejszym terminie, od 25 sierpnia, prowadzono wysiew odmian mieszańcowych F_1 hodowli Rapool-Visby i Rohan, charakteryzujących się szybkim tempem wzrostu (40-50 nasion na m^2).

Do trzech dni po siewie opryskano plantacje selektywnymi herbicydami doglebowymi, zawierającymi w swym składzie substancje czynne, takie jak: metazachlor i chlomazon. Mieszanina ta zwalcza uciążliwe chwasty dwuliścienne już na etapie ich

kiełkowania. Chwasty jednoliścienne, w tym samosiewy zbóż, niszczono chemicznie powschodowo w fazie trzech właściwych liści rzepaku graminicydem – Pantera 040EC.

Dokarmianie dolistne mikroelementami, w szczególności borem, przeprowadzano łącznie z jesiennym opryskiem fungicydem, który zwalczał choroby grzybowe oraz działał jako regulator wzrostu. Zabieg ten wykonano w fazie 3-4 liści właściwych rzepaku. Zastosowanie fungicydu Caryx 240 SL z substancjami czynnymi: Chlorkiem mepikwatu i Metkonazolem przyczyniało się do skutecznego zwalczania chorób takich jak czerń krzyżowych i sucha zgnilizna kapustnych oraz hamowania wyniesienia pąka wierzchołkowego rzepaku. Poza tym wskutek zaaplikowania fungicydu wzrost wydłużeniowy rzepaku został zatrzymany, przez co rośliny wykazywały większą mrozoodporność, gdyż charakteryzował je silnie rozwinięty system korzeniowy. Jesienią insektycydem Sumi Alpha 050EC wykonano także zabieg zwalczający pchełkę rzepakową.

4.3. Wiosenne nawożenie mineralne

Wiosenne zabiegi agrotechniczne rozpoczęto wysiewem nawozów mineralnych. Pierwszym nawozem stosowanym przed ruszeniem wegetacji był Salmag w dawce 300 kg masy nawozowej na hektar. Zawiera on w swoim składzie 13,8% azotu amonowego i 13,7% szybko działającej formy azotanowej(V). Nawóz wzbogacony jest w siarkę (11,0% S – SO_3) oraz wapń (6,5% Ca – CaO). Termin stosowania pierwszej dawki nawozu azotowego zależy od warunków pogodowych, determinujących ruszenie wegetacji. W 2015 roku przypadło to na drugą dekadę marca, gdy gleba pozbawiona została okrywy śnieżnej i możliwy był wjazd na pole. W tym samym terminie dokonano wysiewu 100 kg siarczanu magnezu na hektar w postaci kizerytu. Nawóz ten zawiera w składzie łatwo przyswajalne składniki, w przeliczeniu na formy tlenkowe: 25,0% magnezu (Mg – MgO) oraz 50,0% siarki (S – SO_3). Dwa tygodnie po zastosowaniu pierwszej dawki azotu wysiano drugą w postaci saletry amonowej (250 kg masy nawozowej·ha^{-1}), zawierającej po 17% azotu amonowego i azotanowego (V). Trzecia dawka azotu w postaci saletry amonowej w dawce 150 kg masy nawozowej·ha^{-1} wysiana została w fazie zielonego pąka.

W fazie formowania łodygi przeprowadzono dokarmianie dolistne mikroelementami (B, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn).

4.4. Ochrona chemiczna plantacji

W fazie formowania łodygi zwalczano chowacza brukwiaczka insektycydem z grupy pyretroidów o nazwie Sumi-Alpha 050EC, a w fazie formowania łodygi zwalczano również najgroźniejszego szkodnika rzepaku, jakim jest słodyszek rzepakowy. Stosowano w tym celu dolistnie insektycyd połączony z nawozem mikroelementowym o wysokiej koncentracji boru oraz z uwodnionym siarczanem magnezu o stężeniu 5,0%. Zwalczanie chorób grzybowych: suchej zgnilizny kapustnych, czerni krzyżowych, zgnilizny twardzikowej i szarej pleśni przeprowadzano w fazie opadania pierwszych płatków kwiatowych działającym systemicznie fungicydem o nazwie Pictor 400SC. Opryski w fazie kwitnienia wykonywano zawsze po oblocie pszczół. W fazie kształtowania się pierwszych łuszczyn przystąpiono do zwalczania szkodników łuszczycowych: chowacza podobnika i pryszczarka kapustnika. Zastosowano w tym celu insektycyd (Proteus 110 OD) z substancją czynną z grupy chemicznej, która nie była jeszcze aplikowana w tym samym sezonie wegetacyjnym. Dzięki temu walka ze szkodnikami była skuteczna i zapobieżono wykształceniu się odporności owadów.

4.5. Desykacja i zbiór rzepaku ozimego

Ostatnim zabiegiem przed zbiorem rzepaku była desykacja herbicydem nieselektywnym z glifosatem jako substancją czynną z dodatkiem preparatu ograniczającego pękanie łuszczyn. Do oprysku przystąpiono w fazie dojrzałości technicznej, gdy nasiona w dolnych partiach łuszczyn były żółte, brunatniejące lub w całości brązowe, a zawartość wody w nich wynosiła poniżej 40%.

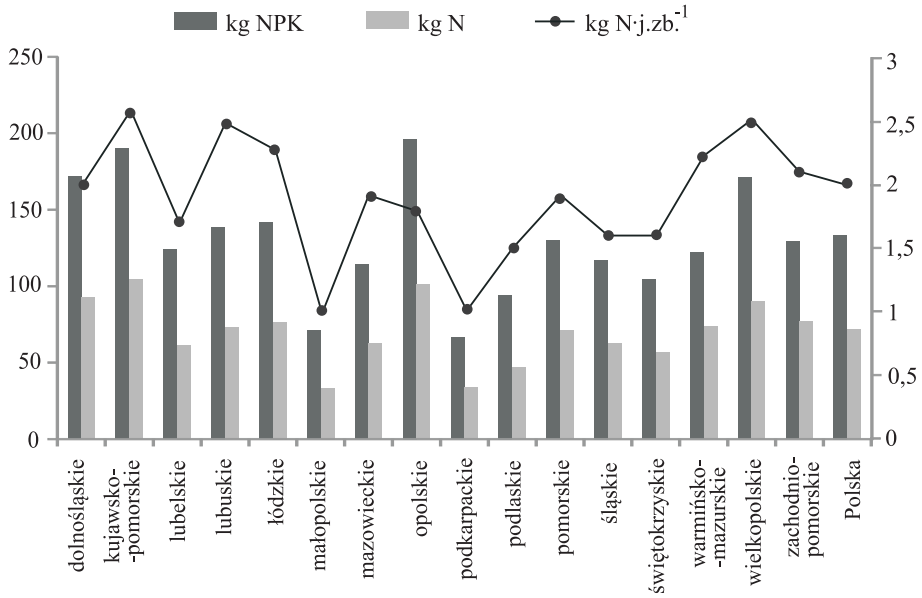
Jednoetapowego zbioru rzepaku dokonano w fazie dojrzałości pełnej. Przypadła na okres około dwóch tygodni po wykonanej desykacji. Kombajn zbożowy wyposażony był w przystawkę, przedłużającą stół chederu, wraz z kosami bocznymi rozdzielającymi łan. Ograniczano w ten sposób straty przy zbiorze, powstające w wyniku osypywania się nasion.

Zbiory nasion rzepaku w 2015 roku okazały się rekordowe dla opisywanego gospodarstwa. Średni plon nasion odmiany liniowej Kadore wynosił 4,4 $t \cdot ha^{-1}$. Odmiany mieszańcowe: Visby i Rohan plonowały nieznacznie wyżej, średnio osiągały 4,6 $t \cdot ha^{-1}$. Wilgotność nasion podczas zbioru nie przekraczała 12%, a zawartość zanieczyszczeń była niższa niż 2%.

5. OCENA PRZYRODNICZA I EKONOMICZNA TECHNOLOGII UPRAWY RZEPAKU OZIMEGO W WYBRANYM GOSPODARSTWIE ROLNYM

W opisywanym gospodarstwie średnia dawka azotu zastosowana pod rzepak ozimy wyniosła 233,5 kg $N \cdot ha^{-1}$. Dla porównania – średnie zużycie tego pierwiastka w województwie kujawsko-pomorskim wynosi 105 kg $N \cdot ha^{-1}$ (rys. 7), jest zatem ponad dwukrotnie niższe w stosunku do nawożenia w analizowanym gospodarstwie. Duża rozbieżność zużycia nawozów mineralnych na ha użytków rolnych w poszczególnych województwach Polski wynika ze zróżnicowanego użytkowania gruntów ornych. Wpływ ma także mozaikowatość gleb kraju oraz duże regionalne wahania wielkości osiąganych plonów.

W celu obliczenia nawozochłonności wyrażono plon nasion rzepaku ozimego w jednostkach zbożowych. Plon nasion tego gatunku wynoszący w 2015 roku średnio 4,5 $t \cdot ha^{-1}$ odpowiada 90 jednostkom. Obliczona dla azotu nawozochłonność w warunkach analizowanego gospodarstwa wyniosła 2,59 $kg \cdot j.zb.^{-1}$, co w porównaniu ze średnią krajową wynoszącą około 2 kg $N \cdot j.zb.^{-1}$ (rys. 7) wskazuje na dużą intensywność nawożenia tym składnikiem. W województwie kujawsko-pomorskim, w którym w skali Polski stosuje się najwięcej azotu, średnia nawozochłonność dla tego pierwiastka jest bardzo zbliżona do wartości uzyskanej w gospodarstwie i wynosi około 2,60 kg $N \cdot j.zb.^{-1}$. W porównaniu z krajami Zachodniej Europy obliczona dla azotu nawozochłonność była niższa; np. w Holandii wynosi ona 3,66 kg $N \cdot j.zb.^{-1}$, w Danii – 3,45 kg $N \cdot j.zb.^{-1}$, w Belgii – 3,29 kg $N \cdot j.zb.^{-1}$, a w Niemczech – 2,66 kg $N \cdot j.zb.^{-1}$. Stosowanie wysokich dawek azotu pozwala wprawdzie uzyskać wysoki plon nasion rzepaku, ale może mieć niekorzystny wpływ na jego jakość oraz powodować negatywne skutki dla środowiska.



Rys. 7. Zużycie nawozów mineralnych oraz nawozochłonność w poszczególnych województwach Polski w roku 2008 [Fotyma i in. 2010]

W gospodarstwie pod rzepak ozimy stosowano średnio 45 kg $P_2O_5 \cdot ha^{-1}$ i 90 kg $K_2O \cdot ha^{-1}$, a nawozochłonność tych składników wynosiła 0,50 kg $P_2O_5 \cdot j.zb.^{-1}$ i 1,00 kg $K_2O \cdot j.zb.^{-1}$.

W porównaniu z nawozochłonnością w krajach tzw. „starej" Unii Europejskiej wartości te są wyraźnie niższe. Średnie zużycie fosforu i potasu na wyprodukowanie jednostki zbożowej w Polsce jest również znacząco (odpowiednio: 0,84 i 1,46 $kg \cdot j.zb.^{-1}$ – tab. 1) wyższe niż w omawianym gospodarstwie. Niskie wartości omawianego wskaźnika w warunkach gospodarstwa mogą świadczyć o pobieraniu tego składnika przez rzepak z rezerw glebowych oraz mineralizowanych resztek roślinnych.

Nawozochłonność NPK w gospodarstwie wyniosła 4,09 $kg \cdot j.\ zb.^{-1}$ i była niższa od średniej krajowej o 0,31 $kg \cdot j.zb.^{-1}$ (tab. 1). W porównaniu z nawozochłonnością rolnictwa krajów zachodnioeuropejskich niższe wartości – jak podaje Fotyma [2000] – odnotowano tylko w Austrii (3,83 $kg \cdot j.zb.^{-1}$) i Francji (3,57 $kg \cdot j.zb.^{-1}$).

W przedstawionej kalkulacji największy udział w kosztach miało nawożenie. Można by zmniejszyć wydatki na ten cel, a tym samym zwiększyć opłacalność poprzez coroczne badanie gleb ze względu na ich zasobność w przyswajalne formy składników pokarmowych. Należy sądzić, że opracowana starannie mapa zasobności gleb w połączeniu z zasadami rolnictwa precyzyjnego, wykorzystującego technologie GPS w nawożeniu, pozwoliłaby obniżyć koszty nawozów mineralnych oraz zwiększyć plony. Opłacalność uprawy rzepaku ozimego mogłaby również polepszyć warunki uczestnictwa właściciela gospodarstwa w grupie producenckiej surowców olejarskich poprzez wynegocjowanie wyższych cen skupu nasion w porównaniu z cenami rynkowymi, oferowanymi producentom niezrzeszonym.

Tabela 1. Nawozochłonność w krajach Unii Europejskiej (opracowanie własne na podstawie Fotymy 2000)

Państwo	Azot	Fosfor	Potas	NPK
Austria	1,45	0,69	1,69	3,83
Belgia	3,29	1,31	3,78	8,38
Dania	3,45	1,01	2,86	7,32
Francja	1,17	0,78	1,62	3,57
Holandia	3,66	1,26	3,30	8,22
Niemcy	2,66	0,93	2,33	5,92
Polska	2,07	0,87	1,46	4,40
Wielka Brytania	2,00	0,63	2,35	4,98
Włochy	1,79	1,05	1,56	4,40

Technologia uprawy rzepaku ozimego w opisywanym gospodarstwie jest opłacalna, co potwierdza uzyskany dochód brutto (tab. 2), wynoszący 3942 zł brutto·ha^{-1}. Do uzyskanego wyniku przyczyniła się między innymi staranna agrotechnika, w której racjonalne, przeprowadzone w optymalnych fazach fenologicznych roślin nawożenie mineralne połączone ze skuteczną ochroną chemiczną korzystnie wpłynęło na wielkość plonu nasion. Gospodarstwo dysponuje glebami średnio zwięzłymi, które umożliwiają głęboki rozwój systemu korzeniowego rzepaku, co sprzyja wysokiemu plonowaniu. Warunki termiczno-wilgotnościowe w 2015 roku nie były najlepsze. Wysokie spadki temperatur zimą, późno rozpoczęta wegetacja wiosną, a także stres wodny w kwietniu mogły przyczynić się do częściowej utraty plonu. Należy sądzić, że potencjał plonotwórczy odmian nie został wykorzystany. Niemniej jednak uzyskano zadowalający plon nasion rzepaku ozimego, a zastosowana technologia okazała się rentowna.

Tabela 2. Ocena kosztochłonności technologii uprawy w wybranym gospodarstwie na podstawie kalkulacji kosztów brutto uprawy 1 ha rzepaku w 2013 roku (opracowanie M. Maciejewski)

Wyszczególnienie	Wartość brutto [zł brutto·ha^{-1}]
Nawożenie	1595
Koszty uprawy	400
Materiał siewny	233
Ochrona chemiczna + dokarmianie dolistne	800
Zbiór	150
Amortyzacja maszyn	350
Podatek rolny + spółka wodna + ubezpieczenie uprawy	400
Podsumowanie kosztów	3928
Wartość sprzedaży	7020 + płatność obszarowa (850) = 7 870
Dochód brutto z 1 ha	3942

6. ANALIZA PRZYJĘTYCH ROZWIĄZAŃ TECHNOLOGICZNYCH W WYBRANYM GOSPODARSTWIE ROLNYM

6.1. Zalety

- staranna uprawa roli oraz wykonywanie orki siewnej z wałem Campbella przyspieszającym osiadanie gleby;
- stosowanie azotu po zbiorze przedplonu zbożowego w celu przyspieszenia mineralizacji materii organicznej;
- dobór odmian liniowych i mieszańcowych o wysokim potencjale plonotwórczym oraz sprawdzonej mrozoodporności w warunkach polowych regionu;
- przedsiewne nawożenie NPKMgS;
- przestrzeganie optymalnego terminu siewu;
- skuteczne stosowanie herbicydów doglebowych, dzięki którym plantacja była wolna od chwastów do fazy zbioru;
- jesienne stosowanie fungicydu o działaniu regulatora wzrostu, dzięki czemu miała miejsce stymulacja rozwoju systemu korzeniowego, zahamowanie wyniesienia pąka wierzchołkowego i w konsekwencji znaczne podniesienie mrozoodporności roślin;
- uwzględnianie siarki w nawożeniu oraz stosowanie mikroelementów, w szczególności boru, w krytycznych fazach rozwojowych;
- wysoka efektywność wiosennego zwalczania chorób i szkodników rzepaku;
- terminowe przeprowadzanie desykacji w późnej fazie dojrzałości technicznej wraz z środkami zapobiegającymi pękaniu łuszczyn;
- zbiór jednoetapowy kombajnem przystosowanym i udoskonalonym do zbioru rzepaku.

6.2. Wady

- brak odpowiedniego spoczynku gleby po orce przed siewem rzepaku;
- brak uprawy międzyplonów, w szczególności nieuwzględnianie roślin motylkowych i wczesnych ziemniaków jako bardzo dobrych przedplonów;
- niezbyt właściwe zmianowanie – uprawa rzepaku na tym samym polu co dwa lata;
- siew rzepaku w zbyt wąskich międzyrzędziach (12 cm), co mogło niekorzystnie wpłynąć na obsadę roślin;
- niesystematyczne stosowanie obornika;
- zbyt niska dawka siarki (33,2 kg $S \cdot ha^{-1}$) w stosunku do wymagań pokarmowych rzepaku;
- możliwość pewnych strat azotu z saletry amonowej w wyniku alkalizacji środowiska, spowodowanej zastosowanym przed ruszeniem wegetacji Salmagiem, zawierającym węglany wapnia i magnezu;
- niewystarczająca dawka potasu (wobec znacznego udziału gleb w gospodarstwie o niskiej (34,1% areału) i średniej (47,8% areału) zasobności w przyswajalny potas) w stosunku do wysokich potrzeb rzepaku względem tego pierwiastka;
- nieuwzględnianie podziału nawożenia potasem na dwie dawki (jesienną oraz wczesnowiosenną);
- zbyt niskie pH znacznej części gleb (23% gruntów ornych gospodarstwa) dla uprawy rzepaku;

- zaniechanie opryskiwania rzepaku roztworem mocznika w fazie zielonej łuszczyny;
- straty plonu podczas przeprowadzania desykacji.

7. PODSUMOWANIE

W pracy dokonano oceny i zaplanowano projekt udoskonalenia technologii uprawy rzepaku ozimego w wybranym gospodarstwie ze szczególnym uwzględnieniem aspektu nawozowego. Przeprowadzona analiza pozwoliła wykryć popełniane błędy agrotechniczne. Z uwagi na brak odpowiedniego sprzętu nasiona rzepaku ozimego wysiewano w wąskiej rozstawie (12 cm), co mogło niekorzystnie wpływać na obsadę roślin. Skutkiem wąskich międzyrzędzi w uprawie rzepaku jest zmniejszanie liczby rozgałęzień bocznych, pogorszenie przewietrzenia łanu, a także zwiększenie zagrożenia plantacji chorobami grzybowymi.

W uprawie rzepaku w gospodarstwie nie stosuje się międzyplonów z uwagi na fakt, że roślinami poprzedzającymi w zmianowaniu są zwykle zboża ozime, których agrotechniczny terminarz nie pozwala na wprowadzenie rośliny międzyplonowej.

Rozpatrując dawki, terminy i formy stosowanych w gospodarstwie nawozów, można sądzić, że strategia nawożenia potasem wymaga korekty. Efektywność plonotwórczą tego składnika można zwiększyć poprzez podział całkowitej dawki w stosunku 1:1 i jej zastosowanie przesiewnie oraz wczesną wiosną. Byłoby to uzasadnione z uwagi na wysokie potrzeby pokarmowe rzepaku względem tego pierwiastka oraz możliwość jego strat ze względu na dużą mobilność. Wydaje się, że również dawka siarki jest znacząco niewystarczająca w stosunku do wymagań pokarmowych rzepaku oraz stosunku N:S, który dla tego gatunku wynosi 4-5:1, a w omawianym gospodarstwie kształtuje się jak 7:1. Należy zatem dokonać wyboru nawozu o większej koncentracji siarki, który pozwoli wprowadzić do gleby około 50 kg $S \cdot ha^{-1}$. Należałoby również zadbać o doprowadzenie odczynu niektórych działek gospodarstwa do optymalnego dla rzepaku poprzez systematyczne stosowanie wapna. Optymalnym rodzajem wapna w warunkach gospodarstwa, w którym dominują gleby o niskiej zasobności w magnez, byłoby wapno dolomitowe, zawierające węglan magnezu.

Mimo niedoskonałości pewnych rozwiązań technologicznych uprawa rzepaku ozimego w omawianym gospodarstwie jest opłacalna, przynosi wymierne zyski, przewyższając rentownością ozime formy pszenżyta i pszenicy. Wprawdzie gleby gospodarstwa cechuje przede wszystkim średnia i lekka kategoria agronomiczna, ale rzepak ozimy dzięki rozwiniętemu głębokiemu systemowi korzeniowemu czerpie składniki pokarmowe z całej warstwy ornej, co wpływa na znacznie lepsze wykorzystanie NPK z nawozów mineralnych. Opłacalność tej uprawy jest też konsekwencją intensywnego i przeprowadzanego w optymalnych terminach nawożenia azotowego. Metabolizm azotu w roślinach był wspomagany poprzez opryskiwanie plantacji mikroelementami. Zabieg ten prowadzony był kilkukrotnie w fazach krytycznego zapotrzebowania na te składniki. Szczególnie ważnym okresem jest faza pąkowania, w której stosowano na plantacji maksymalną dopuszczalną dawkę boru w postaci płynnego nawozu mikroelementowego. Równolegle z nawożeniem azotem podawana była siarka, która przyczynia się nie tylko do zaspokajania potrzeb pokarmowych roślin względem tego składnika, ale także powoduje lepsze wykorzystanie azotu i ograniczenie jego strat. Innym pozytywnym aspektem obecności siarki w nawożeniu jest ograniczenie rozwoju chorób, zwłaszcza grzybowych, co również ma korzystny wpływ na wielkość plonu. Wydaje się jednak, że wprowadzana ilość siarki do gleby pod uprawę rzepaku (32 $kg \cdot ha^{-1}$) może nie

być wystarczająca. Przy osiąganym od lat w gospodarstwie plonie nasion rzepaku rzędu 4,0-5,0 $t \cdot ha^{-1}$, w warunkach niskiej zasobności gleb w ten składnik zaleca się dawkę tego składnika w ilości 50-60 $kg \cdot ha^{-1}$.

Oprócz nawożenia bardzo ważnym czynnikiem plonotwórczym jest ochrona chemiczna przed agrofagami. Plantację rzepaku analizowanego gospodarstwa lustrowano wnikliwie i często ze względu na potencjalne zagrożenie z ich strony, co w warunkach uprawy rzepaku na tym samym polu co dwa lata jest bardzo ważnym elementem pozwalającym zwiększyć wykorzystanie jego potencjału plonotwórczego.

W gospodarstwie dąży się do maksymalizacji zysków poprzez wykorzystywanie postępu hodowlanego odmian, prowadzenie starannej agrotechniki, a w szczególności – dbałości o ochronę chemiczną plantacji, co pozwala osiągnąć wysoki plon nasion rzepaku ozimego (średnio 4,5 $t \cdot ha^{-1}$) w danych warunkach glebowo-klimatycznych. Pewne rezerwy wykorzystania plonotwórczego potencjału uprawianych odmian tkwią w modyfikacji nawożenia. Podjęta w pracy krytyczna analiza prowadzonych w gospodarstwie elementów technologii uprawy rzepaku z pewnością przyczyni się do uzyskania wyższych i lepszych jakościowo plonów oraz przyniesie rolnikowi wymierne korzyści finansowe.

LITERATURA

Fotyma M., 2000. Zapotrzebowanie rolnictwa polskiego na nawozy. Chemik 3, 63-66.

Fotyma M., Igras J., Kopiński J., Podyma W., 2010. Ocena zagrożeń nadmiarem azotu pochodzenia rolniczego w Polsce na tle innych krajów europejskich. Puławy IUNG PIB 21, 7-97.