GŁÓWNY INSPEKTORAT OCHRONY ROŚLIN I NASIENNICTWA

METODYKA

INTEGROWANEJ PRODUKCJI CHMIELU

(wydanie pierwsze)

Zatwierdzona
na podstawie art. 57 ust. 2 pkt 2 ustawy z dnia 8 marca 2013 r. o środkach ochrony roślin
(Dz.U. z 2020 r. poz. 2097)

przez
Głównego Inspektora Ochrony Roślin i Nasiennictwa

Warszawa, czerwiec 2021 r.

INTEGROWANA PRODUKCJA

URZĘDOWO KONTROLOWANA

Zatwierdzam
Andrzej Chodkowski

Urszula Skomra

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa Państwowy Instytut Badawczy, Puławy

"Metodyka Integrowanej Produkcji Chmielu" została opracowana w ramach Projektu POIR.01.01.01-00-0867/16 "Technologia produkcji chmielu wykorzystująca innowacyjną konstrukcję nośną oraz zintegrowany system optymalizacji nawadniania, nawożenia i ochrony roślin" realizowanego przez Energy Composites Spółka z o.o. we współpracy z Instytutem Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa Państwowym Instytutem Badawczym w Puławach i Rolniczym Zakładem Doświadczalnym "Jastków". Instytucją Pośredniczącą odpowiedzialną za dofinansowanie i realizację projektu jest Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Działanie 1.1. Projekty B+R przedsiębiorstw.

Spis treści

WSTĘP ... 5

1. WYBÓR STANOWISKA ORAZ ZAKŁADANIE PLANTACJI W INTEGROWANEJ PRODUKCJI CHMIELU ... 6
   - 1.1. Stanowisko pod uprawę chmielu ... 7
   - 1.2. Konstrukcja wsporcza chmielnika ... 9
   - 1.3. Sadzenie roślin oraz ich pielęgnacja w pierwszym roku uprawy ... 9
     - 1.3.1. Przygotowanie gleby ... 9
     - 1.3.2. Rodzaj sadzonek ... 11
     - 1.3.3. Gęstość i głębokość sadzenia roślin ... 13
     - 1.3.4. Pielęgnacja roślin w pierwszym roku uprawy ... 15
   - 1.4. Dobór odmian jako czynnik wspomagający integrowaną produkcję chmielu ... 16

2. ZABIEGI PIELĘGNACYJNE NA PLANTACJACH CHMIELU ... 19
   - 2.1. Cięcie karp chmielu ... 19
   - 2.2. Naprowadzanie pędów na przewodniki ... 20
   - 2.3. Usuwanie dolnych pędów bocznych i liści ... 21
   - 2.4. Uprawa roli na plantacjach chmielu ... 21
   - 2.5. Współrzędna uprawa z chmielem roślin przeznaczonych na zielony nawóz ... 22
   - 2.6. Nawadnianie chmielu ... 23

3. ZINTEGROWANY SYSTEM NAWOŻENIA CHMIELU ... 26
   - 3.1. Wapnowanie ... 27
   - 3.2. Nawożenie azotem ... 29
   - 3.3. Nawożenie fosforem i potasem ... 31
   - 3.4. Nawożenie magnezem ... 33
   - 3.5. Nawożenie mikroelementami ... 34
   - 3.6. Nawozy naturalne ... 36

4. OGRANICZANIE ZACHWASZCZENIA W INTEGROWANEJ PRODUKCJI CHMIELU ... 38
   - 4.1. Niechemiczne metody ograniczania zachwaszczenia ... 38
   - 4.2. Chemiczne metody ograniczania zachwaszczenia ... 39

5. INTEGROWANA METODA OGRANICZANIA SPRAWCÓW CHORÓB ... 41
   - 5.1. Najważniejsze choroby chmielu ... 41
     - 5.1.1. Mączniak rzekomy chmielu ... 41
     - 5.1.2. Mączniak prawdziwy chmielu ... 42
     - 5.1.3. Werticilioza ... 43
     - 5.1.4. Fuzarioza ... 44
     - 5.1.5. Choroby powodowane przez wirusy i wiroidy ... 44
   - 5.2. Niechemiczne metody ochrony chmielu przed chorobami ... 46
     - 5.2.1. Metoda agrotechniczna ... 46
     - 5.2.2. Metoda hodowlana ... 48
   - 5.3. Chemiczne metody ochrony chmielu przed chorobami ... 49
     - 5.3.1. Progi ekonomicznej szkodliwości ... 49
     - 5.3.2. Wybór środka chemicznego ... 50

6. OGRANICZANIE STRAT POWODOWANYCH PRZEZ SZKODNIKI W INTEGROWANEJ PRODUKCJI CHMIELU ... 55
6.1. Najważniejsze gatunki szkodników w uprawie chmielu ... 55
6.1.1. Mszyca śliwowo-chmielowa ... 55
6.1.2. Przędziorek chmielowiec ... 56
6.1.3. Opuchlak lucernowiec ... 57
6.1.4. Omacnica prosowianka ... 57
6.1.5. Pchełka chmielowa ... 58
6.2. Niechemiczne metody ochrony chmielu przed szkodnikami ... 59
6.3. Chemiczne metody ochrony chmielu przed szkodnikami ... 60
6.3.1. Progi ekonomicznej szkodliwości ... 60
6.3.2. Wybór środka chemicznego ... 61
7. ZASADY STOSOWANIA ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN W INTEGROWANEJ PRODUKCJI CHMIELU ... 64
7.1. Uodparnianie się agrofagów na środki ochrony roślin ... 64
7.2. Ochrona środowiska wodnego ... 65
7.3. Ochrona organizmów pożytecznych ... 66
7.4. Technika aplikacji środka ochrony roślin ... 66
8. ZBIÓR I WSTĘPNE PRZYGOTOWANIE SUROWCA ... 69
8.1. Zbiór ... 69
8.2. Suszenie ... 69
8.3. Nawilżanie i pakowanie ... 70
8.4. Przechowywanie chmielu ... 71
9. FAZY ROZWOJOWE ROŚLIN CHMIELU ... 72
10. ZASADY HIGIENICZNO-SANITARNE W INTEGROWANEJ PRODUKCJI ROŚLIN ... 74
10.1. Higiena osobista pracowników ... 74
10.2. Wymagania higieniczne w odniesieniu do płodów rolnych przygotowywanych do sprzedaży ... 75
10.3. Wymagania higieniczne w systemie integrowanej produkcji roślin w odniesieniu do opakowań i środków transportu oraz miejsc do przygotowywania płodów rolnych do sprzedaży ... 75
11. LISTA OBLIGATORYJNYCH CZYNNOŚCI I ZABIEGÓW W INTEGROWANEJ PRODUKCJI CHMIELU ... 75
12. LISTA KONTROLNA DLA UPRAW SPECJALNYCH ... 76
13. OGÓLNE ZASADY WYDAWANIA CERTYFIKATÓW W INTEGROWANEJ PRODUKCJI ROŚLIN ... 80

WSTĘP

Integrowana Produkcja Roślin (IP) jest nowoczesnym systemem jakości żywności, który opiera się z jednej strony na harmonijnym wykorzystywaniu postępu biologicznego i technicznego w uprawie, nawożeniu i ochronie roślin, z drugiej zaś na maksymalnym wykorzystaniu naturalnych mechanizmów biologicznych agrocenoz. Istotą integrowanej produkcji jest uzyskanie satysfakcjonujących, wysokiej jakości plonów wolnych od pozostałości substancji szkodliwych w sposób bezpieczny dla środowiska i zdrowia ludzi. Kluczowym elementem IP jest stosowanie zasad integrowanej ochrony roślin. Podstawową zasadą tego systemu jest połączenie niechemicznych metod ograniczania rozwoju populacji organizmów szkodliwych z metodami chemicznymi. Te ostatnie, powinny być jednak traktowane jako uzupełniające i stosowane tylko wówczas, gdy metody niechemiczne nie przynoszą zadowalających rezultatów, a nasilenie organizmów szkodliwych wzrasta do poziomu zagrażającego roślinom uprawnym. Ocena zagrożenia powinna opierać się na prawidłowym rozpoznaniu chorób i szkodników oraz systematycznym monitorowaniu ich nasilenia z uwzględnieniem właściwych terminów i sposobów prowadzenia obserwacji. Stosowanie IP poprzez racjonalne wykorzystanie nawozów i środków ochrony roślin wpływa na ograniczenie zanieczyszczenia środowiska, sprzyja utrzymaniu naturalnej żyzności gleby oraz zwiększa bioróżnorodność agrocenoz.

Uprawa chmielu jest specyficzną gałęzią produkcji rolnej silnie oddziałującą na środowisko przyrodnicze, dlatego wdrożenie systemu integrowanego w przypadku tego gatunku jest szczególnie istotne. „Metodyka integrowanej produkcji chmielu" obejmuje zagadnienia związane z uprawą, nawożeniem i ochroną chmielu na wszystkich etapach produkcji począwszy od zakładania nowej plantacji, aż do zbioru i wstępnego przygotowania surowca do sprzedaży. W opracowaniu przedstawiono również ogólne zasady higieniczno-sanitarne obowiązujące w trakcie zbiorów oraz przygotowania do sprzedaży płodów rolnych wyprodukowanych w systemie integrowanej produkcji oraz procedury wydawania certyfikatów poświadczających stosowanie IP.

Przepisy prawne dotyczące integrowanej produkcji roślin reguluje ustawa z dnia 8 marca 2013 r. o środkach ochrony roślin (Dz.U. z 2020 r. poz. 2097), rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 24 czerwca 2013 r. w sprawie dokumentowania działań związanych z integrowaną produkcją roślin (Dz.U. poz.788) oraz rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 24 czerwca 2013 r. w sprawie kwalifikacji osób prowadzących czynności kontrolne przestrzegania wymagań integrowanej produkcji roślin oraz wzoru certyfikatu poświadczającego stosowanie integrowanej produkcji roślin (Dz.U. z 2020 r. poz. 810) i rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 8 maja 2013 r. w sprawie szkoleń w zakresie środków ochrony roślin (Dz.U. poz. 554 ze zm.).

Jednostką nadzorującą całość systemu integrowanej produkcji roślin w Polsce jest Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa.

1. WYBÓR STANOWISKA ORAZ ZAKŁADANIE PLANTACJI W INTEGROWANEJ PRODUKCJI CHMIELU

Chmiel zwyczajny (*Humulus lupulus* L.) występuje dość powszechnie w strefie klimatu umiarkowanego, a więc również na obszarze całej Polski. Jako gatunek rodzimy jest dobrze przystosowany do warunków klimatycznych naszego kraju, cechuje go przede wszystkim duża mrozoodporność, ale ze względu na specyficzne wymagania środowiskowe jego występowanie ogranicza się do wybranych siedlisk. Chmiel preferuje stanowiska wilgotne i żyzne. Występuje licznie w dolinach rzek, wilgotnych zaroślach, olsach i łęgach, a także na wilgotnych terenach ruderalnych. Chmiel zwyczajny jest również cenną rośliną uprawną, a wymagania środowiskowe odmian uprawnych są zbliżone do wymagań dzikich przedstawicieli tego gatunku.

Chmiel jest gatunkiem wieloletnim. Częścią trwałą rośliny jest podziemny, zmodyfikowany pęd zwany karpą. W karpie zlokalizowane są liczne pąki śpiące, z których wiosną rozwijają się jednoroczne pędy nadziemne. Liczba takich pędów waha się od kilku do kilkudziesięciu w zależności od wielkości karpy i odmiany chmielu. W karpie gromadzone są również substancje zapasowe, wykorzystywane w początkowym okresie wzrostu pędów.

System korzeniowy chmielu jest mocno rozbudowany i może sięgać nawet kilku metrów w głąb gleby. U chmielu występują dwa typy korzeni różniące się budową oraz funkcją. Silne i grube korzenie szkieletowe utrzymują roślinę w glebie. Na korzeniach szkieletowych w strefie 30-40 cm pod powierzchnią gleby tworzą się zgrubiałe odgałęzienia (bulwy) pełniące funkcję organów spichrzowych. Główną rolę w zaopatrywaniu roślin chmielu w wodę i składniki odżywcze pełnią młode, cienkie i delikatne korzenie boczne oraz korzenie przybyszowe. Te ostatnie tworzą się w okresie letnim na zdrewniałej, dolnej części pędów nadziemnych, która jest obsypywana glebą podczas zabiegów uprawowych prowadzonych na plantacji chmielu.

Nadziemna część rośliny chmielu jest jednoroczna. Stanowią ją liczne, wiotkie pędy wyrastające z karpy wczesną wiosną. Pędy mają zdolność do okręcania się wokół podpór w prawą stronę i utrzymują się na nich dzięki haczykowatym włoskom czepnym. Pędy chmielu rosną bardzo szybko osiągając w ciągu jednego sezonu wegetacyjnego długość około 8-9 m. Dzięki tym cechom chmiel może obrastać wysokie drzewa, krzewy oraz inne podpory i korzystać ze światła, które jest jednym z czynników stymulujących rozwój kwiatostanów.

Chmiel jest gatunkiem dwupiennym, co oznacza, że kwiaty męskie i żeńskie zawiązują się na oddzielnych roślinach. Kwiaty zebrane są w kwiatostany, a ich budowa jest wyrazem przystosowania chmielu do wiatropylności. Kwiaty żeńskie mają mocno zredukowany okwiat i jednocześnie bardzo rozbudowane, nitkowate znamiona słupków. Kwiatostan żeński typu kotki zbudowany jest z około 20-60 pojedynczych kwiatów osadzonych na krótkiej osadce. Kwiaty męskie wielkości około 5-6 mm są zebrane w wiechowate kwiatostany. Ich okwiat jest niepozorny, zbudowany z pięciu płatków, a główną część kwiatu stanowi pięć pręcików z dużymi pylnikami.

Jedynie kwiatostany żeńskie przekształcają się w owocostany zwane szyszkami, dlatego na plantacjach produkcyjnych chmielu uprawiane są wyłącznie rośliny żeńskie. Szyszki są wykorzystywane przede wszystkim jako surowiec dla przemysłu piwowarskiego. Zawarte w nich specyficzne metabolity wtórne odgrywają kluczową rolę w kształtowaniu

charakterystycznego smaku i aromatu piwa, stabilizują pianę, a dzięki właściwościom bakteriostatycznym zwiększają trwałość napoju. W chmielu zidentyfikowano ponad 1000 różnych związków chemicznych charakteryzujących się szerokim spektrum aktywności biologicznej. Wiele z nich to również efektywne substancje o działaniu prozdrowotnym.

1.1. Stanowisko pod uprawę chmielu

Wybór odpowiedniego stanowiska pod plantację chmielu jest szczególnie istotny z uwagi na to, że gatunek ten jest uprawiany na tym samym polu nawet przez kilkadziesiąt lat. Przed podjęciem ostatecznej decyzji o usytuowaniu plantacji chmielu, należy zatem dokładnie przeanalizować układ warunków klimatycznych, ukształtowanie terenu w miejscu planowanego chmielnika oraz przeprowadzić analizy podstawowych właściwości gleb. Jeżeli w sąsiedztwie zakładanej plantacji chmielu znajdują się potencjalne źródła emisji zanieczyszczeń należy dodatkowo sprawdzić czy gleba nie zawiera substancji powodujących ryzyko, szczególnie istotnych dla ochrony powierzchni ziemi. Sposób postępowania oraz lista zanieczyszczeń i ich dopuszczalne zawartości w glebach użytkowanych rolniczo, a także wykaz działalności mogących być przyczyną zanieczyszczenia zostały zapisane w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi (Dz.U. 2016 poz. 1395).

Chmiel dla prawidłowego rozwoju wymaga 5-6 tygodniowego okresu jarowizacji z temperaturą około 3°C. Jarowizacja przerywa fazę spoczynku pąków śpiących zlokalizowanych w karpie oraz indukuje rozwój organów generatywnych chmielu. Zbyt krótki okres jarowizacji skutkuje opóźnionym lub nierównomiernym rozwojem pędów owoconośnych. Duże spadki temperatury w okresie zimowym, nawet poniżej -30°C nie są groźne dla chmielu, o ile karpa jest przykryta warstwą gleby i śniegu. Podczas bezśnieżnych i mroźnych zim, szczególnie gdy gleba zamarza gwałtownie po okresie intensywnych opadów deszczu, na plantacjach chmielu mogą wystąpić szkody mrozowe spowodowane przede wszystkim odcięciem dostępu powietrza do karp. Bardziej niebezpieczne dla chmielu są przymrozki wiosenne, szczególnie te późne, pojawiające się w maju, gdy rozwinięte są już nadziemne pędy. W takiej sytuacji, spadek temperatury poniżej 0°C powoduje łamliwość łodyg i liści, natomiast w temperaturze poniżej -3°C, następuje uszkodzenie liści objawiające się ich brązowieniem i zasychaniem brzegów blaszki liściowej. Silniejsze przymrozki powodują nieodwracalne uszkodzenia wierzchołków pędów, co w konsekwencji utrudnia prowadzenie roślin na przewodnikach. Wiosną, w okresie intensywnego wydłużania się pędów, chmiel wymaga stosunkowo wysokich temperatur. Obniżenie temperatury w kwietniu lub maju, odpowiednio poniżej 7°C i 11°C powoduje wyraźne zahamowanie wzrostu roślin. Przy optymalnej temperaturze i dostatku wilgoci pędy chmielu mogą rosnąć bardzo szybko, nawet do 30 cm na dobę. Z uwagi na stosunkowo wysokie wymagania termiczne w okresie wiosennym oraz wrażliwość na przymrozki, niekorzystna jest lokalizacja plantacji chmielu w obniżeniach terenu, gdzie istnieje niebezpieczeństwo zastoisk mrozowych.

Chmiel jest gatunkiem o dość wysokich wymaganiach wodnych, przy czym nie są one rozłożone równomiernie w całym okresie wegetacyjnym. Rośliny chmielu wykazują największe zapotrzebowanie na wodę w fazie zawiązywania i rozwoju szyszek, która dla większości odmian uprawianych w Polsce przypada zwykle w okresie od końca lipca do

połowy sierpnia. Głównym źródłem zaopatrzenia chmielu w wodę są opady atmosferyczne. Ponad 50% potrzeb wodnych chmiel zaspokaja za pośrednictwem korzeni przybyszowych, które pobierają wodę z górnej warstwy gleby do głębokości około 60 cm, dalsze 37% jest pokrywane z poziomu 60-130 cm, a jedynie 13% z głębszych warstw gleby. Najkorzystniejsze warunki wilgotnościowe dla chmielu występują w rejonach, gdzie roczna suma opadów atmosferycznych kształtuje się na poziomie 600-700 mm, z czego na okres wegetacji powinno przypadać co najmniej 450 mm.

Chmiel wymaga gleb głębokich o poprawnych stosunkach powietrzno-wodnych, które pozwalają nie tylko na swobodne rozrastanie się systemu korzeniowego, ale również na wykonywanie zabiegów uprawowych przy użyciu ciężkiego sprzętu. Do uprawy tej rośliny najlepiej nadają się mady średnie i lekkie, gleby brunatne wytworzone z lessu, czarne ziemie i mocniejsze gleby bielicowe wytworzone z piasków gliniastych, mieszczące się w klasach bonitacyjnych od I do IIIa. Uprawa chmielu na słabszych glebach jest możliwa tylko na stanowiskach o wysokim poziomie wód gruntowych, z których może korzystać dzięki głębokiemu systemowi korzeniowemu. Odczyn gleby powinien być lekko kwaśny (pH 6,2-6,4). Chmiel lubi gleby wilgotne, lecz nie znosi gleb podmokłych, na których tworzą się długotrwałe zastoiska wody. Na takich stanowiskach rośliny wykazują objawy żółknięcia liści, a ich karpy gniją. Niekorzystne są również gleby bardzo ciężkie, o dużej skłonności do zaskorupiania się. Ze względu na to, że chmiel wytwarza głęboki system korzeniowy, przed podjęciem ostatecznej decyzji o lokalizacji chmielnika należy wykonać odkrywkę glebową na głębokość 1 m lub przy użyciu świdra pobrać próby z głębszych warstw gleby, aby zbadać ich przydatność do uprawy tego gatunku.

Przy wyborze miejsca na chmielnik należy brać również pod uwagę ukształtowanie terenu. Specyfika uprawy powoduje, że przez większą część sezonu wegetacyjnego gleba na plantacji jest pozbawiona okrywy roślinnej, co sprzyja erozji wodnej i wietrznej. Z uwagi na to należy unikać lokalizacji na skłonach, których nachylenie przekracza 2%. W sytuacji, gdy nachylenie skłonu jest większe należy sadzić rośliny chmielu w ten sposób, aby rzędy przebiegały w poprzek stoku. Zapobiega to trwałemu przemieszczaniu gleby ku dołowi stoku pod wpływem działania narzędzi i maszyn rolniczych, zmniejsza nasilenie erozji wodnej oraz ułatwia zatrzymanie większej ilości wody w glebie. Zalecana jest również uprawa w międzyrzędziach chmielu roślin przeznaczonych na zielony nawóz. Z punktu widzenia ochrony przed erozją najkorzystniejsza jest wsiewka żyta, bowiem jej działanie ochronne rozciąga się na okres 7-8 miesięcy.

Prawidłowy rozwój organów generatywnych, tj. kwiatostanów, a następnie szyszek chmielu wymaga dobrych warunków świetlnych. W sytuacji niedostatecznego usłonecznienia rozwój kwiatostanów jest ograniczony, co w konsekwencji powoduje zmniejszenie ich liczby lub zupełny brak. Szyszki, które rozwijają się w cieniu rosną wolniej i zawierają mniejszą ilość lupuliny. Cień sprzyja natomiast rozwojowi organów wegetatywnych, ale ich tkanki są delikatniejsze niż w warunkach dostatecznego usłonecznienia, przez to są bardziej podatne na choroby i szkodniki. W celu zapewnienia roślinom dobrego nasłonecznienia celowe jest takie usytuowanie rzędów roślin w chmielniku, aby przebiegały one w kierunku południowo-północnym lub z południowo-wschodniego na północno-zachodni.

1.2. Konstrukcja wsporcza chmielnika

Chmiel jest gatunkiem pnącym, dlatego uprawiany jest na specjalnej konstrukcji stanowiącej podporę dla jego wiotkich pędów. Konstrukcja jest zbudowana z siatki nośnej wykonanej z drutów stalowych, wspartej na słupach na wysokości 6-7 m nad plantacją. Całość konstrukcji jest zakotwiczona w ziemi przy pomocy odpowiednich cięgien i kotwic, tak aby uzyskać odpowiednią wytrzymałość na przyjęcie dużych obciążeń wynikających zarówno z masy roślin, jak i działania wiatru oraz opadów atmosferycznych.

Siatka nośna chmielnika służy do mocowania przewodników roślin wykonanych z drutu lub sznurka polipropylenowego. Górna część przewodnika jest mocowana do siatki, natomiast dolna część jest kotwiczona w ziemi w okolicy karpy chmielowej. Najczęściej do jednej karpy doprowadza się dwa przewodniki, które tworzą układ w kształcie litery V. Taki system prowadzenia roślin chmielu, zwany widełkowym, umożliwia sprawne wykonywanie wszystkich niezbędnych zabiegów agrotechnicznych i jednocześnie zapewnia prawidłowe doświetlenie roślin.

Podporą dla siatki nośnej chmielnika są najczęściej słupy wykonane z wgłębnie impregnowanego drewna sosnowego. Impregnacja zapewnia dużą trwałość słupów, która może wynosić nawet kilkadziesiąt lat. Niestety tak długotrwałe zabezpieczenie drewna przed niekorzystnym działaniem szkodników, mikroorganizmów i innych czynników środowiskowych wymaga stosowania szkodliwych produktów biobójczych. Alternatywą dla impregnowanych słupów sosnowych mogą być słupy wykonane z drewna dębowego lub akacjowego, które z uwagi na większą twardość nie wymagają impregnacji. Niestety dostępność takich słupów jest mała, dlatego są one rzadko spotykane. Innym rozwiązaniem jest wykorzystanie do budowy konstrukcji chmielników słupów żelbetowych, które jednak są nieco gorzej przystosowane do przyjmowania obciążeń dynamicznych jakie występują na plantacjach chmielu ze względu na małą sprężystość żelbetu. Najbardziej nowoczesną opcją jest konstrukcja oparta na słupach wykonanych z kompozytu. Materiał ten charakteryzuje się odpowiednią wytrzymałością na obciążenia występujące na plantacjach chmielu, a także odpornością na czynniki zewnętrzne. Jest również bezpieczny dla środowiska glebowego.

1.3. Sadzenie roślin oraz ich pielęgnacja w pierwszym roku uprawy

1.3.1. Przygotowanie gleby

Staranne przygotowanie gleby przed sadzeniem roślin jest szczególnie istotne dla chmielu, który jest gatunkiem wieloletnim, zatem po wysadzeniu roślin na plantacji wykonywanie wielu zabiegów uprawowych jest ograniczone do strefy międzyrzędzi. Prawidłowe przygotowanie stanowiska przed posadzeniem chmielu obejmuje szereg zabiegów agrotechnicznych, które mają na celu poprawę struktury oraz wzbogacenie głębszych warstw gleby (20-40 cm) w substancję organiczną.

W integrowanej technologii produkcji przygotowanie gleby pod przyszły chmielnik powinno być poprzedzone dokładnym rozpoznaniem jej zasobności w składniki pokarmowe

przeprowadzone w oparciu o wyniki analiz chemicznych. Podstawowe badania obejmują określenie pH oraz zawartości przyswajalnych form makro- i mikroelementów i są wykonywane przez laboratoria Okręgowych Stacji Chemiczno-Rolniczych lub inne laboratoria agrochemiczne.

W celu poprawy żyzności głębszych warstw gleby oraz ograniczenia zachwaszczenia na polu przeznaczonym pod plantację chmielu zaleca się uprawę roślin przeznaczonych na zielony nawóz. Szczególnie korzystny wpływ na glebę mają gatunki wytwarzające dużo biomasy oraz posiadające system korzeniowy, który głęboko penetruje glebę, poprawiając tym samym jej właściwości fizyczne. Do najbardziej wartościowych gatunków należą: łubin, peluszka, wyka, bobik, seradela, rzepik, facelia oraz żyto uprawiane w siewie czystym lub w mieszankach. Szczególnie niezawodna jest gorczyca biała, która może być uprawiana praktycznie na wszystkich rodzajach gleb. Jej dużą zaletą jest również szybkie tempo wzrostu oraz duża tolerancja na termin siewu. Gorczyca po przyoraniu wprowadza do gleby duże ilości materii organicznej. Najlepsze efekty uzyskuje się wysiewając gorczycę dwa razy w ciągu sezonu wegetacyjnego. Pierwszy siew przeprowadza się wczesną wiosną stosując 15-25 kg nasion na hektar pola i zasilając rośliny azotem. Gorczycę należy płytko przyorać w fazie kwitnienia, tj. na przełomie czerwca i lipca, a następnie wysiać ponownie. Drugi plon przyoruje się we wrześniu lub październiku. Na polach zachwaszczonych perzem zaleca się wysiew gryki.

Przed założeniem plantacji chmielu wskazane jest również zastosowanie nawożenia naturalnego w postaci obornika w dawce 35-40 t/ha. Obornik należy dokładnie wymieszać z glebą poprzez wykonanie orki na głębokość 15-20 cm. Zabieg ten trzeba wykonać nie później, niż następnego dnia po wywiezieniu nawozu na pole. Obornik jest nie tylko doskonałym źródłem składników pokarmowych, ale również wpływa korzystnie na fizyczne, chemiczne i biologiczne właściwości gleby. Należy jednak pamiętać, że zgodnie z obowiązującymi przepisami (Ustawa o nawozach i nawożeniu z dnia 10 lipca 2007 r. Dz.U. 2021 poz. 76 ze zm.) ilość azotu wnoszonego w okresie roku z nawozami naturalnymi nie może przekraczać 170 $kg \cdot ha^{-1}$.

Po upływie 4-6 tygodni od nawożenia obornikiem stosuje się odpowiednie nawożenie mineralne ustalone w oparciu o wyniki analiz chemicznych gleby. Szczególnie istotna dla chmielu jest zawartość w glebie przyswajalnych form fosforu, potasu, magnezu oraz cynku. Nawozy mineralne należy dokładnie wymieszać z glebą poprzez wykonanie głębokiej orki (35-40 cm), która dodatkowo powoduje rozluźnienie głębszych warstw gleby. Na glebach ciężkich, ze skłonnością do nadmiernego zagęszczania lub na których powstają zastoiska wody, uzasadnione jest zastosowanie głęboszowania, które ma bardzo dobry wpływ na poprawę stosunków powietrzno-wodnych w glebie.

Ważnym etapem przygotowania gleby pod przyszły chmielnik jest doprowadzenie odczynu do wartości optymalnej dla chmielu, tj. pH około 6,3. Należy przy tym pamiętać, że jednorazowa zmiana wartości pH nie powinna przekraczać jednej jednostki, dlatego w przypadku gleb mocno zakwaszonych działania regulujące odczyn trzeba prowadzić przez kilka lat.

1.3.2. Rodzaj sadzonek

Chmiel dla celów produkcyjnych rozmnażany jest wyłącznie wegetatywnie. Do zakładania plantacji stosowane są różne rodzaje sadzonek:

- sadzonki nieukorzenione, tzw. sztobry,
- sadzonki ukorzenione w szkółce polowej uzyskane ze sztobrów,
- sadzonki wolne od patogenów uzyskane poprzez ukorzenianie pędów zielnych zdrowych roślin matecznych.

Rodzaj użytych sadzonek oraz ich jakość mają istotny wpływ na efektywność przyjęć, a także na wzrost i plonowanie roślin chmielu w pierwszych latach uprawy.

Sadzonki nieukorzenione pozyskuje się wiosną lub jesienią podczas cięcia karp chmielowych. Są one formowane z tej części pędów owoconośnych, która znajduje się tuż przy karpie i w trakcie wegetacji została obsypana glebą. Zdrowe, nieuszkodzone pędy o średnicy około 1,5 – 2,0 cm tnie się na fragmenty obejmujące przynajmniej dwa okółki pąków. Zwykle z jednej rośliny uzyskuje się od 4 do 10 sadzonek. Mogą być one wysadzane bezpośrednio na plantację chmielu lub w szkółkę polową. Sztobry pozyskane jesienią należy na okres zimy zadołować i przystąpić do ich sadzenia wiosną następnego roku.

Sztobry to najprostszy sposób rozmnażania roślin chmielu, dość powszechnie stosowany przez plantatorów z powodu stosunkowo niskiej ceny takiego materiału sadzonkowego. Niestety, metoda ta obarczona jest licznymi wadami. Sztobry można sadzić jedynie w okresie wiosennym, a efektywność przyjęć jest w dużym stopniu uzależniona od przebiegu pogody. Brak systemu korzeniowego uniemożliwia pobieranie wody i składników pokarmowych z gleby, dlatego w początkowym okresie ukorzeniania, rozwijająca się roślina korzysta tylko z substancji zapasowych zgromadzonych w sadzonce. W sprzyjających warunkach wilgotności i temperatury, stosunkowo szybko wykształca się system korzeniowy i większość sadzonek przyjmuje się dając początek nowym roślinom. Niestety, w przypadku suszy sztobry wysychają zanim dojdzie do wytworzenia systemu korzeniowego, co znacznie zmniejsza odsetek przyjęć. Niekorzystnie działa również zbyt duże uwilgotnienie gleby połączone z niskimi temperaturami – dochodzi wówczas do gnicia sztobrów. Sadząc sztobry bezpośrednio na plantację, należy się więc liczyć z tym, że efektywność przyjęć będzie mała i konieczne będzie uzupełnianie brakujących roślin. Rośliny chmielu wyprowadzone z sadzonek nieukorzenionych początkowo rosną wolno, dlatego wymagają starannej pielęgnacji polegającej na systematycznym odchwaszczaniu, spulchnianiu gleby oraz ochronie przed chorobami i szkodnikami. Pełny plon uzyskuje się zazwyczaj dopiero w trzecim roku po wysadzeniu sztobrów na plantacji.

Nieco lepszą metodą zakładania plantacji chmielu jest stosowanie sadzonek ukorzenionych, uzyskanych ze sztobrów w szkółkach polowych. W takich szkółkach sztobry sadzi się na głębokość 8-10 cm w rozstawie około 60×20 cm. Stosowanie podpór nie jest konieczne, chociaż ułatwiają one ochronę roślin przed agrofagami. Wybijające ze sztobrów pędy chmielu płożą się pokrywając całą powierzchnię pola, co ogranicza rozwój chwastów. Wysadzenie sztobrów w szkółce ułatwia pielęgnację sadzonek z uwagi na mniejszą powierzchnię pola. Ukorzenione sadzonki wykopuje się jesienią bezpośrednio przed sadzeniem na miejsce stałe na plantacji. Ukorzenione sadzonki chmielu posiadają dobrze rozwinięty system korzeniowy, dlatego też przyjmują się zdecydowanie lepiej niż sztobry, a

przy prawidłowej pielęgnacji rośliny dają pełny plon już w drugim roku po wysadzeniu. Zakładanie plantacji przy użyciu sadzonek ukorzenionych daje zdecydowanie lepsze efekty w porównaniu ze sztobrami, ale wyprodukowanie takiego materiału sadzonkowego wymaga sporych nakładów pracy związanych z całoroczną pielęgnacją (systematyczne odchwaszczanie oraz ochrona przed chorobami i szkodnikami) oraz wykopywaniem i sadzeniem ukorzenionych sadzonek.

Podstawową wadą zarówno nieukorzenionych, jak i ukorzenionych sadzonek uzyskanych ze sztobrów jest duże prawdopodobieństwo przeniesienia na nową plantację patogenów i szkodników zasiedlających glebę lub podziemne części roślin chmielu, w tym również wirusów i wiroidów. Sztobry pozyskuje się z plantacji chmielu podczas cięcia karp, które jest wykonywane w okresie spoczynku roślin, najczęściej wiosną przed rozpoczęciem wegetacji, a niekiedy jesienią po jej zakończeniu. Z uwagi na to, niemożliwa jest weryfikacja zdrowotności rozmnażanych roślin, a także ich tożsamości odmianowej. W konsekwencji, plantacje chmielu zakładane przy użyciu sadzonek sztobrowych, już na starcie mogą charakteryzować się niską zdrowotnością roślin, co powoduje szybkie obniżenie produktywności.

Sadzonki wolne od patogenów, w tym wirusów i wiroidów, są najbardziej zaawansowanym rodzajem materiału szkółkarskiego chmielu. Są one pozyskiwane z roślin matecznych, które zostały uwolnione od patogenów przy użyciu zaawansowanych metod biotechnologicznych w kulturach in vitro i są utrzymywane w warunkach pełnego zabezpieczenia przed chorobami i szkodnikami. Rośliny mateczne są systematycznie kontrolowane pod względem zdrowotności, a następnie rozmnażane metodą ukorzeniania sadzonek zielnych uzyskanych z niezdrewniałych, młodych pędów. Ukorzenianie sadzonek zielnych przebiega w kontrolowanych warunkach temperatury i wilgotności, co wymaga odpowiedniego zaplecza technicznego. Jednak korzyści wynikające ze stosowania materiału szkółkarskiego wolnego od patogenów sprawiają, że jest on powszechnie wykorzystywany na świecie do zakładania nowych plantacji chmielu.

Zdrowe sadzonki chmielu są produkowane w doniczkach. Pozwala to na ich wysadzenie na miejsce stałe z nienaruszoną bryłą korzeniową, co gwarantuje bardzo dobre przyjęcia nawet w mniej sprzyjających warunkach. Istotną zaletą tego typu materiału sadzonkowego jest również możliwość wysadzania w warunki polowe przez cały okres wegetacyjny, a nie tylko wiosną lub jesienią, jak to ma miejsce w przypadku tradycyjnych sadzonek uzyskiwanych ze sztobrów. Największym atutem zdrowych sadzonek chmielu jest ograniczenie występowania patogenów, szczególnie tych przenoszonych na drodze wegetatywnego rozmnażania roślin.

Zalety i wady poszczególnych rodzajów sadzonek wykorzystywanych do zakładania plantacji chmielu przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Rodzaje sadzonek wykorzystywane do zakładania plantacji chmielu

Rodzaj sadzonek	Zalety	Wady
Sadzonki nieukorzenione (sztobry)	– tania metoda pozyskiwania, nie wymaga stosowania skomplikowanych środków technicznych.	– mała wydajność (z jednej rośliny można uzyskać 4-10 sztobrów), – możliwość sadzenia jedynie wiosną, – przyjęcia w dużym stopniu uzależnione od warunków pogodowych, – wymagają starannej pielęgnacji po posadzeniu, – pełny plon uzyskuje się po 2-3 latach, – niebezpieczeństwo przeniesienia na nową plantację patogenów i szkodników bytujących w karpach chmielowych.
Sadzonki ukorzenione ze sztobrów	– duża efektywność przyjęć, – uzyskanie sadzonek nie wymaga stosowania skomplikowanych środków technicznych, – pełny plon uzyskuje się w drugim roku uprawy	– mała wydajność, – możliwość sadzenia jedynie wiosną lub jesienią, – niebezpieczeństwo przeniesienia na nową plantację patogenów i szkodników bytujących w karpach chmielowych.
Sadzonki ukorzenione wolne od patogenów uzyskane ze zdrowych roślin matecznych	– duża wydajność (z jednej rośliny matecznej można uzyskać około 100 sadzonek), – materiał szkółkarski o najwyższym stopniu zdrowotności, co korzystnie wpływa na jakość plonu, – możliwość sadzenia przez cały okres wegetacyjny, – duża efektywność przyjęć w mniejszym stopniu zależna od przebiegu pogody, – pełny plon uzyskuje się w drugim roku uprawy, – ograniczanie rozprzestrzeniania organizmów szkodliwych w środowisku rolniczym,	– wymaga specjalistycznego zaplecza technicznego (szklarnia, fitotron, laboratorium kultur tkankowych oraz aparatura do diagnostyki patogenów), – stosunkowo droga.

1.3.3. Gęstość i głębokość sadzenia roślin

Chmiel jest gatunkiem światłolubnym, dlatego rośliny muszą być sadzone w takich odległościach, aby zapewnić im równomierny dostęp światła. Standardowa rozstawa rzędów roślin na plantacjach chmielu wynosi 3 metry. Umożliwia to swobodne wykonywanie niezbędnych zabiegów pielęgnacyjnych z użyciem ciągnika lub innych urządzeń mechanicznych. Odległość roślin w rzędzie zależy od uprawianej odmiany chmielu i najczęściej wynosi 1,5 metra. W przypadku odmian mniej bujnych, takich jak ‘Marynka’, można rośliny posadzić gęściej, tj. co 1,2 m, natomiast intensywnie rosnące rośliny odmiany ‘Magnat’ powinny być sadzone w rozstawie 1,7 m.

Rozstawa roślin wpływa na wielkość oraz jakość plonów. W sytuacji nadmiernego zagęszczenia wzrasta zacienienie dolnych części roślin, co skutkuje zmniejszeniem liczby szyszek, a nawet ich brakiem. Rośliny rosnące w dużym zacienieniu zawiązują szyszki jedynie na pędach położonych w górnej, lepiej doświetlonej części, co wpływa na zmniejszenie wielkości plonu. Szyszki wytworzone w dobrze oświetlonych partiach rośliny

charakteryzują się ponadto większym ciężarem oraz wyższą zawartością alfa kwasów. Należy również pamiętać, że zwiększenie obsady roślin na plantacji generuje większe nakłady pracy i koszty materiałów, związane z koniecznością naprowadzenia większej liczby pędów na przewodniki oraz ich zbiorem. Niestety, nakłady te nie są rekompensowane wyższym plonem szyszek.

Rozstawa roślin jest również jednym z istotnych elementów regulujących mikroklimat plantacji chmielu. Duże zagęszczenie roślin utrudnia cyrkulację powietrza wewnątrz chmielnika, co przyczynia się do wzrostu wilgotności powietrza i w konsekwencji stwarza korzystniejsze warunki do rozwoju chorób grzybowych. Zachowanie optymalnej odległości pomiędzy roślinami w rzędzie jest więc bardzo ważnym ogniwem w strategii integrowanej ochrony, bowiem zmniejsza ryzyko rozwoju niektórych chorób.

Bezpośrednio przed sadzeniem roślin należy bardzo starannie wyrównać pole. Umożliwi to wysadzenie wszystkich sadzonek na jednakowej głębokości. Wyrównanie głębokości sadzenia jest bardzo istotne, gdyż ułatwia precyzyjne wykonywanie mechanicznego cięcia karp w kolejnych latach uprawy.

Sadzonki najlepiej sadzić w dołki jednakowej głębokości wykonane ręcznie lub przy użyciu świdra. Jeśli pole było odpowiednio przygotowane przed sadzeniem roślin, nie jest konieczne dodatkowe zaprawianie dołków. Jeśli natomiast nie był stosowany obornik lub nawóz organiczny, korzystne jest wsypanie na dno dołka kompostu lub dobrze przefermentowanego obornika, który należy wymieszać z glebą w dołku. Spulchniona gleba ma tendencję do osiadania, co trzeba brać pod uwagę ustalając odpowiednią głębokość sadzenia roślin.

Sadzonki należy wysadzać na głębokość 12-15 cm. Sposób sadzenia zależy od jego terminu. W przypadku sadzenia jesiennego problemem może być nadmierne uwilgotnienie gleby w okresie zimy i wczesnej wiosny, które może prowadzić do gnicia sadzonek. Trzeba zatem posadzić rośliny w taki sposób, aby nie dopuścić do wytworzenia się wokół nich zagłębień, w których może gromadzić się i zalegać woda. Dlatego też, sadząc chmiel jesienią, należy przysypać rośliny grubszą warstwą gleby formując nad sadzonką niewielki kopczyk o wysokości około 5 cm. Zapobiegnie to gromadzeniu się wody oraz nadmiernemu zaskorupieniu gleby w pobliżu świeżo posadzonej rośliny. Wiosną kopczyk trzeba rozgarnąć wyrównując powierzchnię gleby wokół rośliny. Postępowanie takie jest wskazane szczególnie na glebach ciężkich, skłonnych do zaskorupiania się, bowiem pozwala na usunięcie wierzchniej, zbitej warstwy gleby, która może utrudniać wzrost młodych pędów chmielu.

W przypadku sadzenia roślin późną wiosną lub latem, szczególnie podczas suszy lub na glebach lżejszych, może zaistnieć potrzeba podlewania sadzonek w pierwszym okresie po wysadzeniu. W takiej sytuacji wokół sadzonki można uformować niewielkie zagłębienie, w którym zatrzyma się woda z podlewania. Takie postępowanie umożliwi lepsze nawilżenie gleby w pobliżu sadzonki i efektywniejsze wykorzystanie aplikowanej wody. Trzeba jednak pamiętać, aby przed okresem zimowym zniwelować zagłębienie obsypując rośliny glebą. Zapobiegnie to gromadzeniu się nadmiaru wody wokół rośliny, która w tym czasie znajduje się w stanie spoczynku i nie może jej wykorzystać.

1.3.4. Pielęgnacja roślin w pierwszym roku uprawy

Nadrzędnym celem zabiegów pielęgnacyjnych w pierwszym roku wegetacji nie powinno być uzyskanie plonu szyszek, ale doprowadzenie do wytworzenia przez młode rośliny chmielu silnego, głębokiego systemu korzeniowego oraz rozbudowa podziemnej karpy. Karpa i system korzeniowy są trwałą częścią chmielu, a ich prawidłowy rozwój rzutuje na wzrost roślin oraz wielkość plonów w kolejnych latach uprawy.

Bardzo ważne dla prawidłowego rozwoju młodych roślin chmielu jest regularne spulchnianie gleby wokół sadzonki oraz zwalczanie chwastów. Spulchnianie gleby wokół młodych roślin najlepiej przeprowadzać ręcznie. W międzyrzędziach należy stosować odpowiednie uprawki mechaniczne (bronowanie, kultywatorowanie). Ważne jest systematyczne wykonywanie tych zabiegów, tak aby nie dopuścić do zaskorupienia się gleby wokół rośliny i nadmiernego rozwoju chwastów zarówno w rzędach, jak i w międzyrzędziach chmielu.

Szkodliwość chwastów dla roślin chmielu w pierwszym roku uprawy jest zdecydowanie większa niż w następnych latach. Polega ona przede wszystkim na konkurowaniu o dostęp do wody i składników odżywczych. Na polach silnie zachwaszczonych, szczególnie w pierwszym okresie po wysadzeniu roślin chmielu, kiedy rosną one stosunkowo wolno, może występować również współzawodniczenie o światło. Chwasty mogą stanowić również rezerwuar organizmów szkodliwych dla chmielu, takich jak: przędziorek chmielowiec, czy *Verticillium nonalfalfae*. Nadmierny rozwój chwastów w pierwszym roku wegetacji chmielu prowadzi do osłabienia wzrostu i wydłużenia czasu potrzebnego do osiągnięcia przez rośliny pełni plonowania. W pierwszym roku wegetacji chmielu nie jest zalecane stosowanie herbicydów z uwagi na zwiększone ryzyko odziaływania fitotoksycznego na młode, delikatne rośliny.

Rozbudowa trwałej, podziemnej części rośliny przebiega prawidłowo wówczas, gdy nadziemna zielona część zaopatrująca karpę w składniki odżywcze jest wystarczająco bujna. W pierwszym roku wegetacji wskazane jest więc naprowadzenie wszystkich pędów wyrastających z karpy. Można dodatkowo uszczykiwać wierzchołki pędów głównych, tak aby pobudzić roślinę do wytwarzania pędów bocznych. Postępowanie takie jest wskazane szczególnie wówczas, gdy sadzonki wysadzane są w późniejszym okresie sezonu wegetacyjnego.

W okresie adaptacji do warunków polowych i przyjmowania się sadzonek nie należy stosować dodatkowego nawożenia. Młode rośliny w tym czasie powinny korzystać z zapasu składników pokarmowych w glebie, co wzmacnia ich system korzeniowy. W późniejszym okresie wskazane jest nawożenie na poziomie 50 kg $N \cdot ha^{-1}$, 25 kg $P_2O_5 \cdot ha^{-1}$ i 60 kg $K_2O \cdot ha^{-1}$ ha, najlepiej w postaci nawozów wieloskładnikowych w dawkach dzielonych. Pierwszą dawkę należy zastosować po naprowadzeniu pędów, drugą przed ostatnim obsypaniem rzędów.

Młode rośliny chmielu wymagają bardzo starannej ochrony przed chorobami i szkodnikami. Po wysadzeniu na plantację sadzonki należy zabezpieczyć przed mączniakiem rzekomym. W miarę potrzeby zabiegi ochronne trzeba powtarzać, tak aby nie dopuścić do systemicznego porażenia roślin. W przypadku uprawy roślin wolnych od wirusów i wiroida utajonego należy zwrócić większą uwagę na zwalczanie mszycy śliwowo-chmielowej.

Szkodnik ten bierze udział w przenoszeniu wirusa mozaiki chmielu, dlatego aby zabezpieczyć zdrowe rośliny przed porażeniem trzeba rozpocząć zwalczanie mszyc już w momencie pojawienia się form uskrzydlonych. W latach ciepłych i suchych należy też obserwować populację przędziorka chmielowca, a w razie wzrostu liczebności szkodnika zastosować zabieg ochronny. Młode rośliny chmielu w pierwszym okresie po wysadzeniu w warunki polowe rosną stosunkowo wolno i mogą być w większym stopniu narażone na atak ze strony pchełki chmielowej. Szkodnik ten pojawia się w dużym nasileniu w latach suchych i ciepłych. Dla szybko rosnącego starszego chmielu nie stanowi on większego zagrożenia, ale w przypadku młodych sadzonek może powodować poważne uszkodzenia liści, które w konsekwencji ograniczają wzrost roślin.

Pielęgnacja młodych roślin chmielu w okresie jesiennym ma na celu stworzenie dogodnych warunków do zgromadzenia w karpie jak największej ilości substancji zapasowych, które będą wykorzystane wiosną w okresie tworzenia nowych pędów. Źródłem substancji zapasowych są asymilaty wytwarzane w procesie fotosyntezy w nadziemnych, zielonych częściach rośliny. U chmielu rosnącego w warunkach naturalnych proces produkcji asymilatów trwa do końca wegetacji, a całość wytworzonych substancji odżywczych jest gromadzona w karpie. Na plantacjach produkcyjnych transport substancji odżywczych do karpy jest przerywany w momencie odcięcia nadziemnej części rośliny podczas zbiorów. W konsekwencji okres produkcji asymilatów jest krótszy, a część wytworzonych substancji odżywczych nie trafia do karpy. W przypadku młodych sadzonek chmielu w pierwszym roku uprawy wskazane jest maksymalne wydłużenie okresu syntezy i gromadzenia asymilatów poprzez pozostawienie nadziemnej części roślin, aż do czasu naturalnego zaschnięcia. Planując zbiór roślin w pierwszym roku wegetacji należy odcinać chmieliny możliwie wysoko, tak aby pozostałości łodyg przy karpie były jak największe.

1.4. Dobór odmian jako czynnik wspomagający integrowaną produkcję chmielu

Chmiel jest wykorzystywany przede wszystkim jako surowiec dla przemysłu piwowarskiego, bowiem odgrywa kluczową rolę w kształtowaniu smaku i aromatu piwa, a także odpowiada za stabilizację piany oraz trwałość napoju. Specyficzne właściwości chmielu związane są z obecnością metabolitów wtórnych, takich jak: kwasy goryczkowe (alfa i beta kwasy), olejki eteryczne, czy polifenole. Zawartość i kompozycja poszczególnych metabolitów wtórnych chmielu stanowi cechę odmianową i jest podstawą do podziału odmian chmielu na dwa typy użytkowe: goryczkowy i aromatyczny. Odmiany goryczkowe charakteryzują się wysoką zawartością alfa kwasów, w granicach 12-19%. Cechują się zazwyczaj wyższym potencjałem plonowania oraz późniejszym dojrzewaniem w porównaniu z odmianami aromatycznymi.

Odmiany aromatyczne charakteryzują się niższą zawartością alfa kwasów w porównaniu z goryczkowymi, natomiast ich najważniejszą cechą wykorzystywaną w produkcji piwa jest specyficzny, harmonijny aromat. Najbardziej szlachetne odmiany aromatyczne cechują się

dość niskim potencjałem plonowania i zazwyczaj wcześniej uzyskują dojrzałość technologiczną w porównaniu z odmianami goryczkowymi.

Polskie odmiany chmielu nie różnią się wyraźnie pod względem wymagań klimatyczno-glebowych i mogą być z powodzeniem uprawiane we wszystkich rejonach uprawy chmielu. Dobór odmiany należy jednak do najbardziej istotnych czynników kształtujących wielkość i jakość plonu oraz jego wartość rynkową, a ze względu na zróżnicowaną podatność odmian na choroby, stanowi również ważny element integrowanej produkcji. Dokonując wyboru odmiany do uprawy należy kierować się przede wszystkim jej cechami użytkowymi i zapotrzebowaniem rynku. Bardzo ważną cechą jest potencjał plonowania i wigor poszczególnych odmian chmielu. Należy wziąć pod uwagę, że odmiany bujne, o dużym potencjale plonowania wymagają mocnych konstrukcji, wydajnych maszyn do zbioru i suszarni o dużej przepustowości. Bardzo istotnym elementem wpływającym na organizację pracy w gospodarstwie jest termin dojrzewania odmian. Odmiany chmielu uprawiane w Polsce wykazują pod tym względem duże zróżnicowanie. Pozwala to, szczególnie w przypadku dużych gospodarstw chmielarskich, na dobór kilku odmian dojrzewających sukcesywnie. Takie postępowanie zapobiega nadmiernemu spiętrzeniu prac związanych z pielęgnacją roślin w okresie wegetacji oraz podczas zbioru i suszenia szyszek. Umożliwia zatem wykonanie wszystkich niezbędnych prac w optymalnym terminie agrotechnicznym, co jest bardzo istotne w integrowanej produkcji. Cechą ważną z punktu widzenia integrowanej produkcji jest również podatność odmian na choroby. Determinuje ona koszty związane z ochroną, a w przypadku stanowisk o dużym nasileniu niektórych organizmów szkodliwych decyduje o powodzeniu uprawy.

W tabelach 2 i 3 przedstawiono wybrane cechy użytkowe najważniejszych odmian chmielu uprawianych w Polsce.

Tabela 2. Charakterystyka najważniejszych odmian chmielu uprawianych w Polsce

Typ użytkowy	Odmiana	Pochodzenie	Potencjał plonowania (t/ha)	Średnia zawartość alfa kwasów (%)	Średnia zawartość olejków eterycznych (mg/100 g s.m.)	Dojrzewanie
Goryczkowa	Chinook	USA	1,7 – 2,2	12,0 – 14,0	1,5 – 2,7	średnio późna
Goryczkowa	Hallertau Magnum	Niemcy	2,0	11,0 – 16,0	1,6 – 2,6	późna
Goryczkowa	Hallertau Taurus	Niemcy	1,9	12,0 – 17,0	0,9 – 1,4	bardzo późna
Goryczkowa	Iunga	Polska	2,0 – 3,0	10,0 – 14,0	1,5 – 2,5	średnio późna
Goryczkowa	Magnat	Polska	1,8 – 2,8	12,0 – 15,0	1,0 – 1,2	późna
Goryczkowa	Marynka	Polska	1,8 – 2,5	7,0 – 10,0	2,0 – 3,0	średnio wczesna
Goryczkowa	Oktawia	Polska	2,0 – 2,5	7,0 – 9,5	0,7 -1,5	średnio późna
Goryczkowa	Zula	Polska	2,0 – 3,0	10,0 – 14,0	1,1 -2,0	średnio późna
Aromatyczna	Cascade	USA	2,0 – 2,5	4,5 – 8,9	0,8 – 1,5	średnio późna
Aromatyczna	Hallertau Tradition	Niemcy	1,9	4,0 – 7,0	0,5 – 1,0	średnio wczesna
Aromatyczna	Lomik	Polska	1,8 – 2,5	4,0 – 5,0	0,6 – 1,2	średnio wczesna
Aromatyczna	Lubelski	Polska	1,0 – 1,5	3,0 – 5,5	0,6 – 1,3	wczesna
Aromatyczna	Perle	Niemcy	1,8	4,0 – 9,0	0,5 – 1,5	średnio późna
Aromatyczna	Puławski	Polska	1,6 – 2,4	8,0 – 10,5	0,8 – 1,4	średnio późna
Aromatyczna	Sybilla	Polska	2,0 – 3,0	6,5 – 8,0	1,2 – 2,1	średnio późna
Aromatyczna	Żatecki	Czechy	0,8 – 1,2	2,5 – 4,5	0,4 – 0,8	średnio wczesna

Tabela 3. Wrażliwość odmian chmielu na najważniejsze choroby

Odmiana	Mączniak rzekomy	Mączniak prawdziwy	Werticilioza
Chinook	mała	brak informacji	mała
Hallertau Magnum	mała	bardzo duża	bardzo mała
Hallertau Taurus	mała	duża	mała
Iunga	mała	duża	brak informacji
Magnat	średnia	duża	brak informacji
Marynka	mała	średnia	bardzo mała
Oktawia	bardzo mała	mała	bardzo mała
Zula	bardzo mała	średnia	mała
Cascade	mała	brak informacji	mała
Hallertau Tradition	bardzo mała	średnia	mała
Lomik	mała	mała	bardzo mała
Lubelski	średnia	mała	duża
Perle	bardzo mała	średnia do dużej	bardzo mała
Puławski	mała	duża	brak informacji
Sybilla	mała	średnia	mała
Żatecki	duża	średnia	duża

2. ZABIEGI PIELĘGNACYJNE NA PLANTACJACH CHMIELU

Każdy z zabiegów pielęgnacyjnych na plantacji chmielu ma określone znaczenie, należy go wykonać starannie oraz w odpowiednim terminie agrotechnicznym zharmonizowanym z rozwojem biologicznym i wymaganiami roślin (tab. 4).

2.1. Cięcie karp chmielu

Chmiel wytwarza dwa rodzaje pędów: pędy pionowe wyrastające nad powierzchnię gleby, których zadaniem jest wytworzenie kwiatostanów, a następnie szyszek oraz rozłogi płożące się pod jej powierzchnią. Rozłogi są organami rozmnażania wegetatywnego chmielu i w warunkach naturalnych umożliwiają one rozprzestrzenianie się roślin na większym obszarze. Na plantacjach produkcyjnych swobodny rozwój rozłogów prowadzi do niekorzystnego rozczłonowania karpy, dlatego powinny być one systematycznie usuwane. Regulowanie kształtu karpy wykonywane jest podczas corocznego zabiegu cięcia.

Bardzo istotnym celem cięcia jest również utrzymanie karp na stałej głębokości pod powierzchnią gleby. Podczas cięcia usuwana jest górna część karpy tak, aby pozostawała ona na głębokości 5-10 cm pod powierzchnią gleby. Niemniej istotną funkcją cięcia karp jest dostosowanie rytmu rozwojowego roślin do warunków klimatycznych, dlatego szczególnie ważne jest terminowe wykonanie tego zabiegu. Opóźnienie cięcia wpływa niekorzystnie na rozwój części wegetatywnych rośliny, co skutkuje spadkiem plonu. Przyjmuje się, że cięcie karp w Polsce powinno być przeprowadzone najpóźniej do 20 kwietnia. Jeśli dotrzymanie tego terminu w danym roku nie jest możliwe, należy raczej zrezygnować z cięcia karp, niż wykonać je zbyt późno. Zabieg cięcia karp można również przeprowadzać jesienią, najlepiej w październiku. Jesienne cięcie jest zalecane szczególnie na stanowiskach o

nieuregulowanych stosunkach wodnych, gdzie wczesną wiosną z powodu zbyt dużego uwilgotnienia gleby występują trudności z prowadzeniem prac przy użyciu ciężkiego sprzętu i istnieją obawy, że zabieg ten nie zostanie wykonany terminowo. Starannie wykonany zabieg cięcia pełni też funkcję fitosanitarną, gdyż z karpy usuwane są fragmenty chore lub zasiedlone przez szkodniki.

Cięcie karp chmielowych wykonuje się maszynowo przy użyciu ścinarki zamontowanej na ciągniku. Przed przystąpieniem do mechanicznego cięcia karp powierzchnia plantacji musi być dokładnie wyrównana, tak aby umożliwić precyzyjne wykonanie tego zabiegu. Niedostateczne wyrównanie terenu powoduje duże wahania głębokości cięcia. Skutkuje to nierównomiernymi wschodami roślin, a nawet może doprowadzić do zniszczenia części karp.

2.2. Naprowadzanie pędów na przewodniki

Młode pędy chmielu wyrastające wiosną z karpy początkowo nie wykazują tendencji do owijania się. Dopiero po osiągnięciu wysokości około 50- 60 cm zaczynają wykonywać ruchy okrężne w prawą stronę. Jest to odpowiedni moment, aby przystąpić do ich naprowadzania na przewodniki. Spośród kilkunastu, a niekiedy nawet kilkudziesięciu pędów wyrastających z karpy do naprowadzenia należy wybrać jedynie 4-6, które wydadzą plon. Odpowiednie do naprowadzania są pędy średniej długości, które wyrastają ze środkowej części karpy. Należy unikać naprowadzania pędów najdłuższych wyrastających z górnej części karpy, bowiem są one bardziej łamliwe. Pędy wybrane do naprowadzania muszą być zdrowe oraz nieuszkodzone. Pędy okręca się ostrożnie wokół przewodnika w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara. Ważne jest, aby podczas tej czynności nie uszkodzić ich wierzchołków. Pozostałe pędy należy usunąć ponieważ stanowią konkurencję dla tych naprowadzonych. Zazwyczaj jednak nie usuwa się od razu wszystkich zbędnych pędów, ale pozostawia kilka w rezerwie. Można je wykorzystać w przypadku, gdy któryś z pędów naprowadzonych ulegnie uszkodzeniu. Pędy rezerwowe usuwa się w czasie naprowadzania poprawkowego, które przeprowadza się około dwa tygodnie po naprowadzaniu podstawowym.

Do karpy chmielowej doprowadzane są przeważnie dwa przewodniki, na każdy naprowadza się 2-3 pędy. Taka obsada zapewnia roślinom optymalne warunki wzrostu i pozwala na pełne wykorzystanie ich potencjału plonowania. Zwiększanie liczby naprowadzanych pędów jest nieuzasadnione, gdyż nie prowadzi do proporcjonalnego wzrostu plonów, natomiast podnosi nakłady pracy oraz powoduje niekorzystne zagęszczenie roślin w późniejszym okresie wegetacji. W konsekwencji dolna część roślin jest mocno ocieniona, co ogranicza rozwój szyszek. Ponadto w zwartym szpalerze występują korzystniejsze warunki dla grzybów chorobotwórczych, dlatego też częściej dochodzi do rozwoju chorób.

Terminowość i precyzja naprowadzania decydują o wielkości i jakości uzyskanych plonów. Termin naprowadzania pędów zależy od odmiany chmielu oraz warunków pogodowych w okresie po cięciu karp. Najczęściej przypada on w okresie od 10 do 20 maja. Rośliny naprowadzone zbyt wcześnie charakteryzują się wprawdzie bujnym wzrostem, ale mają mniejszą obsadę szyszek. Zbyt późne naprowadzanie opóźnia rozwój roślin i dojrzewanie szyszek oraz wpływa niekorzystnie na zawartość alfa kwasów.

2.3. Usuwanie dolnych pędów bocznych i liści

Ważnym zabiegiem pielęgnacyjnym w integrowanej produkcji chmielu jest usuwanie dolnych pędów i liści roślin do wysokości około 60-70 cm od powierzchni gruntu. Dolne, zacienione pędy nie plonują, natomiast czerpią wodę i składniki pokarmowe, utrudniają również prowadzenie prac pielęgnacyjnych. Ich usunięcie prowadzi do lepszego odżywienia wyższych, plonujących części rośliny oraz ma znaczenie fitosanitarne, bowiem ułatwia cyrkulację powietrza na plantacji, co zmniejsza wilgotność i ogranicza rozwój chorób grzybowych. Zabieg ten najczęściej wykonuje się ręcznie odcinając pędy boczne za pomocą ostrego noża. Możliwe jest również niszczenie dolnych pędów chmielu przy użyciu roztworów nawozów mineralnych o działaniu parzącym (np. saletra amonowa, siarczan amonu), ale wówczas należy odpowiednio skorygować dawki nawożenia. Bardzo ważne jest, aby zabieg chemiczny wykonać dopiero wówczas, gdy nastąpi zdrewnienie łodyg w dolnej części rośliny. Dostateczne zdrewnienie tkanek zabezpiecza łodygę przed uszkodzeniem, natomiast niezdrewniałe pędy boczne i liście ulegają zniszczeniu. W ten sam sposób można również usuwać młode pędy wybijające licznie z karpy w trakcie wegetacji niektórych odmian chmielu. Tendencją do tworzenia licznych odrostów charakteryzuje się np. odmiana ‘Marynka’.

2.4. Uprawa roli na plantacjach chmielu

Wiosenna uprawa roli ma na celu zatrzymanie w glebie jak największej ilości wody pochodzącej z opadów zimowych oraz wyrównanie powierzchni plantacji. Pierwszym zabiegiem wiosennym powinno być bronowanie gleby wzdłuż i w poprzek rzędów. Należy je wykonać jak najwcześniej, gdy tylko stan gleby pozwala na użycie ciężkiego sprzętu. Spulchnienie górnej warstwy gleby powoduje przerwanie parowania wody zgromadzonej podczas zimy. Staranne wyrównanie powierzchni plantacji jest również niezbędne do prawidłowego przeprowadzenia zabiegu mechanicznego cięcia karp.

Letnie zabiegi uprawowe powinny uwzględniać rodzaj gleby, jej aktualny stan oraz fazę rozwojową roślin. Uprawa w tym okresie prowadzona jest tylko w międzyrzędziach i ma na celu spulchnienie gleby ugniecionej przy okazji wykonywania zabiegów pielęgnacyjnych (np. zawieszania przewodników, oprysków chemicznych) lub zaskorupionej pod wpływem intensywnych opadów deszczu. Ważnym zadaniem uprawy roli w międzyrzędziach jest również ograniczanie zachwaszczenia. Równolegle z uprawą międzyrzędzi przeprowadza się obsypywanie glebą dolnej, zdrewniałej części łodyg chmielu. W ten sposób wzdłuż rzędów roślin formowane są grobelki o wysokości 15-30 cm. Na obsypanych glebą łodygach chmielu rozwijają się korzenie przybyszowe zaopatrujące roślinę w wodę i składniki odżywcze. Obsypywanie rzędów roślin wykonuje się przy użyciu chmielarskiej brony talerzowej w kilku etapach, aż do uzyskania grobelki o odpowiedniej wysokości. Zabiegi spulchniające glebę oraz obsypywanie rzędów roślin należy zakończyć najpóźniej na przełomie czerwca i lipca (przed kwitnieniem roślin), aby nie uszkodzić rozwijających się korzeni przybyszowych.

Jesienna uprawa roli obejmuje zabiegi wykonywane po zbiorze roślin z plantacji. Jej celem jest spulchnienie gleby w międzyrzędziach, która na skutek wielokrotnych przejazdów

ciężkiego sprzętu rolniczego podczas zbioru szyszek jest nadmiernie zbita i narażona na utratę wilgoci. Jesienne zabiegi uprawowe ograniczają również zachwaszczenie plantacji. Bezpośrednio po zbiorze chmielu należy wykonać kultywatorowanie międzyrzędzi na głębokość 10 cm. Co kilka lat (3-5 w zależności od rodzaju gleby) zalecane jest spulchnianie na głębokość 50-70 cm przy użyciu głębosza. Głęboszowanie rozluźnia glebę bez jej odwracania. Zabieg ten powoduje skruszenie zbitej, często nieprzepuszczalnej podeszwy płużnej, poprawia właściwości fizyczne gleby oraz jej napowietrzenie. Ważnym elementem agrotechniki jest orka zimowa na głębokość 15-20 cm. Przed orką należy wykonać nawożenie mineralne i organiczne, ewentualnie wapnowanie. Orka i związane z nią odwracanie gleby powoduje równomierne rozmieszczenie nawozów w całej warstwie uprawnej gleby, ponadto działa spulchniająco, co stymuluje rozwój silnego systemu korzeniowego chmielu. Trzeba jednak pamiętać, że orka zmniejszając gęstość i zwięzłość gleby, zwiększa ryzyko występowania erozji wodnej i wietrznej.

2.5. Współrzędna uprawa z chmielem roślin przeznaczonych na zielony nawóz

Intensywna uprawa gleby chmielnika przyczynia się do nasilenia procesów erozyjnych, które powodują szereg negatywnych skutków, takich jak: zmniejszenie miąższości gleby, pogorszenie jej struktury, zmniejszenie zawartości materii organicznej, czy też wymywanie składników pokarmowych. Największe natężenie procesów erozyjnych występuje na plantacjach chmielu położonych na obszarach o dużym nachyleniu, szczególnie wówczas, gdy rzędy chmielu usytuowane są wzdłuż stoku. Liczne zabiegi pielęgnacyjne wykonywane na plantacjach chmielu przy użyciu ciężkiego sprzętu nadmiernie zagęszczają glebę oraz pogarszają jej strukturę. Wpływa to niekorzystnie na żyzność i urodzajność oraz aktywność biologiczną gleby. Niezwykle istotne w integrowanej produkcji jest więc prowadzenie działań mających na celu ograniczenie erozji gleby i utrzymanie jej naturalnej żyzności. Jednym z takich zabiegów jest wysiew i współrzędna uprawa z chmielem roślin przeznaczonych na zielony nawóz.

Korzystne oddziaływanie międzyplonów polega na:

- wzbogacaniu gleby w składniki organiczne i mineralne,
- ograniczaniu wymywania składników pokarmowych, przede wszystkim azotanów,
- ochronie gleby przed erozją wietrzną i wodną,
- zwiększaniu aktywności biologicznej gleby,
- poprawie struktury gruzełkowatej gleby,
- spulchnianiu gleby,
- ograniczaniu występowania niektórych chorób,
- ograniczaniu zachwaszczenia.

Wartość nawozowa niektórych międzyplonów jest porównywalna z obornikiem. Mogą być one dobrym rozwiązaniem przy braku lub niedoborze nawozów naturalnych w gospodarstwie.

Do uprawy współrzędnej należy wybrać takie gatunki roślin, które są niezawodne w naszych warunkach klimatycznych, ich obecność na plantacji nie powoduje utrudnień w uprawie chmielu oraz nie stanowi dla chmielu konkurencji w korzystaniu z wody i składników odżywczych. Do gatunków najlepiej nadających się do uprawy w międzyrzędziach chmielu należą żyto i rzepik ozimy, a także gorczyca i facelia. Żyto i rzepik wysiewa się jesienią po zbiorze chmielu, a zielonka przyorywana jest w maju następnego roku. Gatunki te, pozostają więc na plantacji przez okres ośmiu miesięcy zabezpieczając glebę chmielnika przed erozją. Uprawa rzepiku ozimego jest bardziej ryzykowna ze względu na jego mniejszą tolerancję na opóźniony termin siewu oraz słabszą zimotrwałość w porównaniu z żytem. Gorczycę białą i facelię błękitną należy wysiewać około dwa tygodnie przed zbiorem chmielu (koniec sierpnia), a przyorać późną jesienią (listopad), okres ochronnego działania tych gatunków na glebę chmielnika jest więc dużo krótszy, niż w przepadku żyta i rzepiku.

Gatunkiem najbardziej polecanym do współrzędnej uprawy z chmielem jest żyto, które szybko się krzewi i zakrywa powierzchnię gleby, chroniąc ją przed erozją, a oprócz wartości nawozowej posiada również właściwości fitosanitarne. Działa ograniczająco na występowanie werticiliozy – groźnej choroby objawiającej się więdnięciem roślin. Oddziaływanie żyta uprawianego w międzyrzędziach chmielu z przeznaczeniem na przyoranie polega na zwiększaniu liczebności bakterii antagonistycznych w stosunku do *Verticillium nonalfalfae* – sprawcy werticiliozy. Żyto należy wysiewać w międzyrzędzia chmielnika pasami o szerokości 2-2,5 m. Siew powinien być wykonany bezpośrednio po zbiorze chmielu, tj. w drugiej połowie września, w ilości 160-200 kg nasion na 1 ha chmielnika. Żyto należy przyorać przed wykłoszeniem, tj. w połowie maja, uzyskuje się wówczas najlepszy efekt plonotwórczy. Opóźnienie tej czynności wpływa niekorzystnie na plonowanie chmielu.

2.6. Nawadnianie chmielu

Odpowiedni poziom uwilgotnienia gleby jest niezbędnym warunkiem uzyskania wysokich plonów roślin. Deficyt wody wpływa na zahamowanie niektórych procesów fizjologicznych, ogranicza podziały komórek i syntezę enzymów, prowadzi do zaburzeń asymilacji i transpiracji oraz zmniejsza intensywność oddychania i transportu produktów fotosyntezy. Zaburzenia te wpływają negatywnie na rozwój roślin i prowadzą do obniżenia plonowania.

Chmiel jest gatunkiem o dużych potrzebach wodnych, ale jednocześnie jest dość tolerancyjny na suszę. Wprawdzie 50-60% wody chmiel pobiera z górnej warstwy gleby do głębokości około 60 cm, niemniej jednak jego korzenie sięgają znacznie głębiej i w warunkach deficytu opadów, mogą pobierać wodę z głębszych warstw, położonych nawet poniżej 2,5 m. Chmiel uprawiany na glebach płytkich, a także rośliny młode, które nie mają jeszcze dobrze rozwiniętego systemu korzeniowego są bardziej narażone na stres suszy.

Przyjmuje się, że potrzeby wodne chmielu kształtują się na poziomie około 600 -700 mm rocznie, przy czym 75-80% zapotrzebowania przypada w okresie od połowy czerwca do sierpnia. Na początku wegetacji potrzeby wodne chmielu są niewielkie i wynoszą około 1 mm (1 l/m^2) na dobę. W miarę rozwoju roślin wzrasta również zapotrzebowanie na wodę osiągając poziom 3,3 mm/dobę w fazie kwitnienia oraz 4,7 mm/dobę w fazie zawiązywania szyszek.

Podstawowym źródłem zaopatrzenia chmielu w wodę są opady atmosferyczne, jednak ich ilość często jest niewystarczająca, a nierównomierne rozłożenie w sezonie wegetacyjnym powoduje okresowe niedobory wody. Szczególnie niekorzystnie na wzrost i rozwój roślin oddziałują susze występujące w okresach krytycznych, tj. okresach szczególnej wrażliwości roślin na niedobór wody. W przypadku chmielu pierwszy okres krytyczny występuje w fazie wykształcania pędów bocznych, która kończy się tuż przed kwitnieniem. Dobre zaopatrzenie w wodę w tej fazie decyduje o długości pędów bocznych oraz liczbie kwiatostanów. Drugim okresem krytycznym, jest faza zawiązywania szyszek. Warunki wzrostu roślin w tej fazie decydują o masie i wielkości szyszek, a w konsekwencji o wielkości plonu. W fazie zawiązywania szyszek zapotrzebowanie chmielu na wodę jest największe.

Nawadnianie chmielu w okresach występowania niedoborów wilgoci w glebie jest jedną z najbardziej skutecznych metod zwiększania plonowania. Dostateczne zaopatrzenie roślin w wodę przyczynia się również do zwiększenia ich odporności na choroby i szkodniki.

Uzupełnianie niedoborów wilgoci w chmielnikach może być realizowane poprzez deszczowanie, nawadnianie kroplowe oraz nawadnianie wgłębne. Deszczowanie wymaga odpowiedniej instalacji zamontowanej w górnej części konstrukcji nośnej chmielnika, z której za pomocą zraszaczy woda jest aplikowana na powierzchnię roślin i gleby. Wadą tej metody jest zwilżanie powierzchni blaszki liściowej oraz zwiększanie wilgotności powietrza wewnątrz chmielnika, co stwarza korzystne warunki dla rozwoju chorób grzybowych, szczególnie mączniaka rzekomego chmielu. Ponadto metoda ta generuje znaczne straty wody na skutek parowania z powierzchni liści. Nawadnianie kroplowe polega na dostarczaniu małych dawek wody na powierzchnię gleby, wzdłuż rzędów roślin. Woda jest dostarczana punktowo przy użyciu linii kroplujących rozkładanych na powierzchni rzędów po naprowadzeniu i obsypaniu roślin. System ten pozwala na oszczędne gospodarowanie zasobami wodnymi i jest najczęściej stosowany na plantacjach chmielu. Jego wadą jest konieczność corocznego usuwania z plantacji linii kroplujących i ich ponownego rozkładania w kolejnym sezonie wegetacyjnym. Rozwiązaniem tego problemu jest zawieszenie linii kroplujących w rzędach roślin chmielu na wysokości kilkudziesięciu centymetrów nad powierzchnią gruntu. Takie rozwiązanie umożliwia wykonywanie zabiegów uprawowych w rzędach roślin bez konieczności corocznego demontażu linii kroplujących. Nawadnianie wgłębne polega na dostarczaniu wody bezpośrednio do strefy korzeniowej roślin przy użyciu przewodów ułożonych na głębokości około 35-40 cm. System ten jest najbardziej efektywny, bowiem dostarcza wodę w pobliże korzeni oraz zapobiega jej stratom na skutek parowania z powierzchni gleby. W tym systemie przewody rozprowadzające wodę są umieszczone na stałe w glebie i nie ma potrzeby ich usuwania na okres zimy.

Dodatkową zaletą systemów nawadniania jest możliwość ich wykorzystania do fertygacji, czyli połączenia nawadniania z nawożeniem. Zaletą takiego rozwiązania jest dostarczanie roślinom składników pokarmowych w pobliże systemu korzeniowego w okresie największego zapotrzebowania. Zwiększa to efektywność wykorzystania składników odżywczych i pozwala na zmniejszenie dawki aplikowanych nawozów, co ogranicza ryzyko zanieczyszczenia wód gruntowych.

W warunkach klimatycznych Polski nawadnianie pełni jedynie rolę uzupełniającą w stosunku do ilości wody dostarczonej w postaci opadów. Celem nawadniania jest pokrywanie niedoborów wody w górnej warstwie gleby do głębokości około 60 cm, tj. w strefie

największego pobierania wody przez korzenie. Określając potrzeby dodatkowego nawadniania roślin należy brać pod uwagę szereg czynników klimatycznych, glebowych oraz związanych z zapotrzebowaniem roślin na wodę. Do najważniejszych czynników klimatycznych należy zaliczyć ilość oraz częstotliwość opadów atmosferycznych, które są głównym źródłem wody w okresie wegetacji roślin. Ważne są również temperatura i wilgotność powietrza, usłonecznienie oraz prędkość wiatru, bowiem czynniki te wpływają na tempo ewapotranspiracji, czyli odpływu do atmosfery wody parującej z powierzchni gleby (ewaporacja) oraz roślin (transpiracja). Potrzeby nawadniania zależą również od właściwości fizycznych i chemicznych gleby, które wpływają na jej zdolność do zatrzymywania wody, ale również od miąższości gleby, czy też głębokości występowania wód gruntowych. Wśród najważniejszych czynników roślinnych wpływających na potrzeby nawadniania należą faza rozwojowa i związane z nią zapotrzebowanie roślin na wodę.

Zasady prawne regulujące czerpanie i użytkowanie wody do nawadniania upraw zawarte są w ustawie z dnia 17 lipca 2017 r. Prawo Wodne (Dz.U. 2021 poz. 642 ze zm.).

Tabela 4. Ważniejsze zabiegi pielęgnacyjne wykonywane w okresie wegetacji chmielu

Zabieg	Termin wykonania	Cel
Cięcie karp	kwiecień (10 – 25 kwietnia) lub październik	– utrzymanie zwartego pokroju karpy, – utrzymanie karpy na odpowiedniej głębokości, – usunięcie fragmentów chorych i zasiedlonych przez szkodniki, – dostosowanie rytmu rozwojowego roślin do potrzeb organizacji pracy w gospodarstwie.
Naprowadzanie pędów na przewodniki	maj (5 – 25 maja)	– wybranie odpowiednich pędów, które wydadzą plon, – usunięcie pędów zbędnych stanowiących konkurencję, – znormalizowanie liczby pędów na jednostce powierzchni.
Usuwanie dolnych pędów bocznych i liści	po zdrewnieniu dolnych części łodyg	– lepsze odżywienie górnej, plonującej części rośliny, – ułatwienie wykonywania zabiegów uprawowych i ochronnych, – zmniejszenie wilgotności w chmielniku poprzez stymulację cyrkulacji powietrza.
Uprawa roli	wiosna (bronowanie, kultywatorowanie)	– zatrzymanie parowania wody z gleby, – wyrównanie powierzchni plantacji, – wymieszanie nawozów mineralnych z glebą.
	lato (kultywatorowanie)	– spulchnienie gleby w międzyrzędziach, – obsypywanie dolnej części łodyg w celu pobudzenia wzrostu korzeni przybyszowych, – niszczenie chwastów, – wymieszanie nawozów mineralnych z glebą.
	jesień (orka, głęboszowanie)	– głębokie spulchnienie gleby, likwidacja podeszwy płużnej, – wymieszanie nawozów mineralnych z glebą, – przyoranie obornika, – ograniczanie zachwaszczenia.

c.d. Tabela 4.

Zabieg	Termin wykonania	Cel
Współrzędna uprawa roślin na zielony nawóz	sierpień, wrzesień w zależności od gatunku	– wzbogacanie gleby w składniki organiczne i mineralne – ograniczanie wymywania składników pokarmowych, przede wszystkim azotanów, – ochrona gleby przed erozją, – zwiększenie aktywności biologicznej gleby, – poprawa struktury gruzełkowatej gleby, – spulchnianie gleby, – ograniczanie występowania niektórych chorób, – ograniczanie zachwaszczenia.
Nawadnianie	czerwiec – sierpień w zależności od warunków pogodowych	– utrzymanie odpowiedniego poziomu uwilgotnienia gleby w okresach suszy, – uzupełnienie niedoborów wody w okresach szczególnej wrażliwości na suszę, tj. w fazie rozwoju pędów bocznych oraz zawiązywania i wzrostu szyszek.

3. ZINTEGROWANY SYSTEM NAWOŻENIA CHMIELU

Nawożenie jest jednym z ważniejszych czynników plonotwórczych w uprawie chmielu, który jest gatunkiem o stosunkowo dużych wymaganiach pokarmowych. Przy założeniu, że cała masa roślin (szyszki, łodygi i liście) jest usuwana z plantacji podczas zbiorów z 1 ha chmielnika odprowadza się około 150 kg N, 40 kg P_2O_5, 150 kg K_2O, 45 kg MgO oraz 200 kg CaO. Nawożenie musi uzupełnić pulę składników odżywczych w glebie, do poziomu umożliwiającego pokrycie potrzeb pokarmowych roślin. Jednocześnie powinno w jak najmniejszym stopniu wpływać na środowisko przyrodnicze poprzez przemieszczanie się składników nawozowych z gleby do wód gruntowych i powierzchniowych. Aplikacja nawozów w potrzebnej ilości oraz we właściwym czasie umożliwia ich pełne wykorzystanie przez rośliny, co decyduje o wysokiej efektywności i opłacalności nawożenia

Podstawą racjonalnego nawożenia w integrowanej produkcji chmielu powinno być rozpoznanie aktualnej zawartości przyswajalnych form składników pokarmowych w glebie na podstawie analiz chemicznych wykonywanych przez laboratoria Okręgowych Stacji Chemiczno-Rolniczych lub inne laboratoria agrochemiczne. Badania obejmują określenie pH oraz zasobności w makro- i mikroelementy. Uzasadnione jest także oznaczenie zawartości materii organicznej. Analizę chemiczną gleby na plantacji chmielu powinno się wykonywać co 3-4 lata, oddzielnie dla poziomów 0-20 cm i 20-40 cm. W przypadku, gdy plantacja chmielu jest zlokalizowana na obszarze mało zróżnicowanym pod względem warunków przyrodniczych i agrotechnicznych wystarczy z każdej warstwy gleby przygotować do badań jedną próbę ogólną o masie około 0,5 kg. Próba ogólna powinna się składać z około 30-40 próbek pierwotnych reprezentujących całą powierzchnię chmielnika. Próbki pierwotne należy pobierać losowo, zarówno z rzędów roślin (około 40 cm od karpy), jak i międzyrzędzi, przy czym liczebność próbek pobranych z rzędów i międzyrzędzi musi być jednakowa. Jeśli plantacja położona jest na obszarze o zróżnicowanym ukształtowaniu terenu, np. na wzniesieniu lub obejmuje kilka kwater o odmiennych warunkach agrotechnicznych, to dla

każdej z tych powierzchni (np. górna, środkowa i dolna części stoku) powinna być przygotowana oddzielna, reprezentatywna próba ogólna. Należy unikać pobierania próbek gleby do analiz chemicznych bezpośrednio po zastosowaniu nawozów mineralnych lub nawożenia organicznego oraz w okresie nadmiernej suszy lub nadmiernego uwilgotnienia gleby. Najodpowiedniejszym terminem pobierania próbek glebowych na plantacji chmielu jest jesień po zakończeniu zbiorów. Szczegółowe zasady pobierania prób glebowych do analiz chemicznych można znaleźć na stronie Krajowej Stacji Chemiczno-Rolniczej (www.schr.gov.pl/p,155,instrukcje).

Pobieranie składników pokarmowych przez rośliny zależy od wielu czynników środowiskowych, z których najważniejsze to: wilgotność gleby i temperatura, odczyn gleby oraz oddziaływania synergistyczne lub antagonistyczne pomiędzy poszczególnymi pierwiastkami występującymi w glebie.

W okresach suszy dostępność składników pokarmowych jest zdecydowanie mniejsza niż przy odpowiednim uwilgotnieniu gleby. Nadmierna ilość opadów jest jednak powodem wymywania niektórych pierwiastków do głębszych warstw gleby, z których pobieranie przez rośliny jest utrudnione. Dotyczy to zwłaszcza azotu, wapnia i magnezu. Należy pamiętać, że chmiel, mimo bardzo głębokiego systemu korzeniowego, większość swoich potrzeb zaspokaja przez korzenie przybyszowe penetrujące warstwę gleby do głębokości około 60 cm.

Jednym z podstawowych czynników oddziałującym na dostępność składników pokarmowych dla roślin z roztworu glebowego jest odczyn gleby. Większość z nich najlepiej pobierana jest w zakresie odczynu od lekko kwaśnego do obojętnego (pH 5,6 do 7,0). Z uwagi na to utrzymywanie odpowiedniego pH gleby jest istotnym elementem racjonalnego nawożenia.

Pobieranie składników pokarmowych może być również utrudnione na skutek niezrównoważonego nawożenia. Deficyt lub nadmiar któregokolwiek makroelementu lub nawet mikroelementu zmniejsza efektywność wykorzystania pozostałych składników odżywczych. Zbyt wysoka koncentracja azotu w glebie ogranicza pobieranie fosforu, potasu, cynku, miedzi i magnezu. Nadmiar fosforu powoduje zablokowanie pobierania wapnia, cynku, miedzi i manganu, natomiast nadmiar potasu utrudnia pobieranie wapnia, magnezu i azotu. Z kolei nadmiar wapnia ogranicza pobieranie magnezu, potasu i żelaza. Te niekorzystne oddziaływania mogą być wynikiem zarówno niewystarczającego, jak i nadmiernego nawożenia, dlatego dla prawidłowego rozwoju roślin niezbędne jest kontrolowanie zawartości poszczególnych składników pokarmowych w glebie oraz ich zrównoważone dawkowanie.

3.1. Wapnowanie

Wapnowanie ma na celu przede wszystkim uregulowanie odczynu gleby, który jest jednym z najważniejszych parametrów decydujących o żyzności gleb i plonowaniu roślin.

Odczyn wpływa na rozpuszczalność składników pokarmowych w roztworze glebowym, a więc również w znacznym stopniu decyduje o możliwości ich wykorzystania przez rośliny. Duże zakwaszenie gleby prowadzi do spadku przyswajalności azotu, fosforu, potasu, magnezu i wapnia, a także molibdenu i boru. Spadek pH poniżej 5,5 powoduje uwalnianie się do roztworu glebowego jonów glinu i manganu, które w nadmiarze mogą toksycznie

oddziaływać na rośliny. Szczególnie szkodliwy jest nadmiar glinu, który powoduje zaburzenia wielu procesów biochemicznych u roślin oraz hamuje wzrost korzeni, co skutkuje spadkiem plonu. Wraz ze wzrostem odczynu gleby następuje spadek przyswajalności mikroelementów, takich jak żelazo, cynk, mangan i miedź.

Odczyn gleb użytkowanych rolniczo ulega zmianom prowadzącym z reguły do wzrostu kwasowości. Do ważniejszych czynników powodujących stopniowe zakwaszenie gleby należy zaliczyć: wymywanie wapnia poza zasięg systemu korzeniowego w wyniku opadów atmosferycznych, odprowadzanie tego składnika z plonami roślin oraz zakwaszające działanie niektórych nawozów mineralnych. Znaczącą rolę w zakwaszeniu gleb odgrywają też kwasy organiczne i nieorganiczne powstające w wyniku rozkładu substancji organicznej gleby.

Optymalny dla chmielu jest lekko kwaśny odczyn gleby (pH około 6,3), chociaż gatunek ten może zadowalająco plonować w szerszym zakresie pH od 5,8 do 7,9. Odczyn gleby na plantacjach chmielu należy systematycznie kontrolować, przynajmniej co 4-5 lat, a jego regulacja powinna być nieodłącznym elementem integrowanej produkcji. Dawki wapnia niezbędne do zoptymalizowania odczynu gleb wymagających wapnowania zależą od stopnia zakwaszenia oraz kategorii agronomicznej gleby (tab. 5).

Tabela 5. Dawki wapnia w zależności od kategorii agronomicznej gleby oraz wartości pH

Wapnowanie	Kategorie agronomiczne gleb*					
	lekka		średnia		ciężka	
	pH	dawka CaO (t/ha)	pH	dawka CaO (t/ha)	pH	dawka CaO (t/ha)
Konieczne	≤ 4,5	3,5	< 5,0	4,5	< 5,5	6,0
Potrzebne	4,6 - 5,0	2,5	5,1 - 5,5	3,0	5,6 - 6,0	3,0
Wskazane	5,1 - 5,5	1,5	5,6 - 6,0	1,7	6,1 - 6,5	2,0
Ograniczone	5,6 - 6,0	-	6,1 - 6,5	1,0	6,6 - 7,0	1,0
Zbędne	> 6,0	-	> 6,5	-	> 7,0	-

* ustalone w oparciu o zawartość frakcji <0,02mm: gleba lekka - 11-20 % frakcji <0,02mm; gleba średnia - 21-35 % frakcji <0,02mm; gleba ciężka - >35 % frakcji <0,02mm

Dawki wapnia podane w tabeli 5 zostały wyliczone w taki sposób, by doprowadzić odczyn gleby do wartości optymalnej. W przypadku gleb bardzo kwaśnych dawki te są bardzo wysokie, a ich jednorazowe zastosowanie spowodowałoby zbyt gwałtowne podniesienie odczynu. Jest to bardzo niekorzystne, bowiem prowadzi do zaburzenia procesów fizyko-chemicznych i biologicznych w glebie i w konsekwencji zmian dostępności dla roślin składników pokarmowych. Przyjmuje się, że maksymalna jednorazowa dawka wapnia nie powinna zmieniać odczynu gleby więcej, niż o jedną jednostkę pH. Dla gleby lekkiej maksymalna dawka CaO jaką można zastosować jednorazowo wynosi 2,0 t/ha, dla gleby średniej 3,0 t/ha, a dla gleby ciężkiej 4,0 t/ha. Zatem, w przypadku gleb bardzo kwaśnych doprowadzenie odczynu do poziomu optymalnego powinno być rozłożone na kilka lat.

Istotnym elementem wapnowania jest prawidłowy wybór nawozu wapniowego z uwzględnieniem rodzaju gleby. Na rynku dostępne są dwie podstawowe grupy nawozów wapniowych, tj. nawozy wapniowe węglanowe (zawierające $CaCO_3$) i tlenkowe (zawierające CaO). Nawozy tlenkowe działają szybko, a pozytywnych efektów można spodziewać się już w następnym roku po ich zastosowaniu. Nie poleca się jednak ich stosowania na glebach

lekkich. Wapna tlenkowe lepiej sprawdzają się na glebach średnich i ciężkich, bowiem wpływają korzystnie na ich strukturę. Nawozy węglanowe działają wolniej i są przydatne do stosowania na wszystkich glebach, w tym również na glebach lekkich, mniej zasobnych w próchnicę. Na glebach o małej zawartości magnezu najbardziej wskazane jest stosowanie nawozów wapniowo-magnezowych w formie tlenkowej lub węglanowej.

Optymalnym terminem stosowania nawożenia wapniowego na plantacjach chmielu jest wczesna jesień, po zakończeniu zbioru szyszek. Nawozy wapniowe wysiewa się na całej powierzchni plantacji i miesza z glebą kultywatorem. Dostępność wapnia dla roślin zależy od rozdrobnienia nawozu oraz od stopnia wymieszania go z glebą. Należy unikać łącznego stosowania wapnowania z innymi nawozami mineralnymi, a także obornikiem. Przerwa pomiędzy wapnowaniem a nawożeniem fosforowo-potasowym lub nawożeniem obornikiem powinna wynosić co najmniej 3 tygodnie.

3.2. Nawożenie azotem

Plonotwórcze działanie azotu wiąże się z jego udziałem w budowie białka i kwasów nukleinowych oraz syntezie chlorofilu i fotosyntezie. Azot jest bardzo intensywnie pobierany przez rośliny chmielu. Szczególnie duże zapotrzebowanie na ten składnik przypada w okresie intensywnego rozwoju wegetatywnego, a więc w fazie wydłużania się łodyg i tworzenia pędów bocznych oraz w okresie poprzedzającym kwitnienie i wiązanie szyszek. Rośliny chmielu reagują negatywnie zarówno na niedobór jak i nadmiar azotu. Zbyt małe dawki tego składnika powodują obniżenie wielkości plonu, natomiast jego nadmiar skutkuje opóźnieniem dojrzewania, pogorszeniem jakości z powodu obniżenia zawartości alfa kwasów w szyszkach oraz wzrostem wrażliwości roślin chmielu na niektóre choroby.

Zapotrzebowanie chmielu na azot określa się biorąc pod uwagę przewidywany plon chmielu, przy uwzględnieniu średnich plonów z ostatnich 3-5 lat oraz maksymalne pobranie jednostkowe azotu na jedną tonę produktu, które w przypadku chmielu wynosi 75 kg/t.

$$\text{zapotrzebowanie chmielu na azot} = \text{plon suchego chmielu (t/ha)} \times 75 \text{ kg/t}$$

Potrzeby pokarmowe chmielu w odniesieniu do azotu najczęściej kształtują się w granicach od 120 do 250 kg N/ha w zależności od uprawianej odmiany. Potrzeby te są zaspokajane nie tylko poprzez nawożenie mineralne, ale również na drodze pobierania azotu z innych źródeł, tj. nawozów naturalnych (np. obornik), organicznych (np. kompost) lub roślin uprawianych na zielony nawóz oraz nawozów aplikowanych dolistnie, czy też tych stosowanych do niszczenia dolnych pędów chmielu. Ponadto trzeba wziąć pod uwagę zasoby azotu mineralnego znajdujące się wiosną w warstwie gleby 0 – 60 cm.

Zatem, planując nawożenie azotem w integrowanej produkcji trzeba wziąć pod uwagę wszystkie źródła, z których rośliny mogą pobierać azot i prawidłowo obliczyć dawkę nawozów mineralnych niezbędnych do zaspokojenia potrzeb pokarmowych poszczególnych odmian chmielu. Dawka nawozów mineralnych powinna stanowić uzupełnienie ilości azotu działającego z innych źródeł. Ponieważ azot z nawozów mineralnych nie jest wykorzystywany w całości, dawkę nawozów mineralnych niezbędną do zaspokojenia potrzeb

pokarmowych chmielu należy skorygować uwzględniając współczynnik wykorzystania azotu z nawozów mineralnych, którego wielkość wynosi 0,7.

dawka $N_{min.}$ = zapotrzebowanie chmielu na azot – (suma azotu działającego z innych źródeł)/0,7

Najważniejsze kwestie dotyczące nawożenia azotem reguluje Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 12 lutego 2020 r. (Dz. U. 2020, poz. 243) w sprawie przyjęcia „Programu działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu". Program ten zawiera szczegółowe informacje dotyczące obliczania dawki azotowych nawozów mineralnych oraz ułatwiające określenie ilości azotu działającego na rośliny z innych źródeł. Należy pamiętać, że w przypadku chmielu maksymalna ilość azotu działającego ze wszystkich źródeł, w tym również nawozów mineralnych, nie może przekraczać 350 kg/ha.

Nawozy azotowe powinny być stosowane w dawkach dzielonych, dostosowanych do fazy rozwojowej roślin oraz rytmu pobierania azotu przez poszczególne odmiany chmielu. Najczęściej stosuje się podział dawki na trzy części (tab.6).

Tabela 6. Podział dawki azotu w integrowanym nawożeniu chmielu

Typ odmiany	Po cięciu karp	Po naprowadzeniu pędów na przewodniki	Wysokość roślin ¾ konstrukcji	Początek lipca (przed kwitnieniem)
Aromatyczne		1/3	1/3	1/3
Goryczkowe	1/3	1/3	1/3	
Odmiany późne	1/3	1/3		1/3

Do nawożenia chmielu można stosować wszystkie rodzaje nawozów azotowych znajdujących się w obrocie. Nawozy rozsiewa się równomiernie na całej powierzchni plantacji i miesza z glebą. Nie należy stosować nawozów azotowych bezpośrednio na karpy chmielu. Do wiosennych dawek najlepiej zastosować mocznik lub inne wolno działające nawozy zawierające azot w formie amidowej (NH_2^+) lub amonowej (NH_4^+), natomiast w następnych terminach korzystniej jest stosować szybko działające nawozy zawierające azot w formie azotanowej (NO_3^-), takie jak saletrzak lub saletra amonowa. Na glebach kwaśnych należy unikać stosowania siarczanu amonu, który powoduje dodatkowe obniżenie pH.

Na plantacjach zagrożonych werticiliozą oraz w latach suchych, gdy istnieje niebezpieczeństwo suszy glebowej, a także gdy konieczne jest szybkie dokarmienie roślin, np. po uszkodzeniu przez grad, polecane jest stosowanie azotu w formie oprysku dolistnego. Nawożenie dolistne może zastąpić nawet połowę przewidywanej dawki azotu. Najczęściej stosuje się opryskiwanie roślin 1% roztworem mocznika, który może być aplikowany co 10-14 dni począwszy od połowy czerwca do połowy sierpnia. W pełni wegetacji roślin, do opryskania 1 ha chmielnika zużywa się 3000 l roztworu, co odpowiada 30 kg mocznika. Z tą ilością dostarcza się roślinom około 14 kg azotu. Mocznik stosowany dolistnie jest szybko pobierany przez liście i łatwo przemieszcza się w roślinie. W zalecanym stężeniu nie wykazuje działania fitotoksycznego.

3.3. Nawożenie fosforem i potasem

Fosfor bierze udział w syntezie związków organicznych oraz regulacji procesów syntezy skrobi i transportu węglowodanów w roślinie. Jest również składnikiem kwasów nukleinowych oraz związków odpowiadających za wewnątrzkomórkowy transport energii. Dobre zaopatrzenie roślin w fosfor wpływa na prawidłowy rozwój systemu korzeniowego, dzięki czemu rośliny lepiej radzą sobie z pobieraniem wody i składników pokarmowych. Ponadto fosfor zwiększa odporność roślin na choroby grzybowe, a także na niskie temperatury. Optymalna zawartość fosforu w glebie wpływa również na wzrost aktywności mikroorganizmów, co w konsekwencji poprawia dostępność dla roślin wszystkich składników pokarmowych.

Fosfor bardzo słabo przemieszcza się w glebie, dlatego nawozy fosforowe powinny być dokładnie wymieszane z warstwą orną. Możliwość pobrania fosforu przez rośliny zależy od temperatury, wilgotności oraz odczynu gleby. Niska temperatura i mała wilgotność utrudniają pobieranie tego składnika z gleby. Przyswajalność fosforu zmniejsza się również w glebach bardzo kwaśnych o pH poniżej 5,0.

Potas jest aktywatorem ponad 50 enzymów roślinnych, a także bierze udział w procesach fotosyntezy i przemieszczaniu asymilatów. Reguluje gospodarkę wodną, wpływa na pobieranie i magazynowanie wody, przez co zwiększa wytrzymałość roślin na suszę. Potas wpływa również na mrozoodporność roślin oraz ich podatność na choroby.

Potas jest jednym z najbardziej deficytowych składników pokarmowych w glebach Polski. Jego dostępność dla roślin zależy od zasobności gleby oraz od jej zdolności do uwalniania potasu do roztworu glebowego, skąd może być pobrany przez rośliny. Gleby ciężkie charakteryzujące się większą pojemnością sorpcyjną zawierają wprawdzie więcej potasu niż gleby lekkie, ale jest on silniej związany, dlatego też trudniej dostępny dla roślin. Dobre uwilgotnienie gleby, wyższa temperatura oraz lekko kwaśny odczyn gleby zwiększają dostępność potasu dla roślin. Należy pamiętać, że nadmiar potasu wpływa negatywnie zarówno na glebę, jak i rośliny. Zbyt wysoka jednorazowa dawka potasu powoduje pogorszenie struktury gleby i w konsekwencji zwiększa jej skłonność do zaskorupiania się. Może również prowadzić do niekorzystnego zasolenia gleby. Nadmiar potasu obniża zimotrwałość roślin.

Nawożenie fosforem i potasem w integrowanej produkcji powinno być prowadzone w oparciu o bilans tych składników uwzględniający zasobność gleby oraz potrzeby pokarmowe roślin, a także dopływ tych makroelementów z innych źródeł, takich jak nawozy naturalne i organiczne. Celem takiego podejścia jest zabezpieczenie potrzeb pokarmowych roślin przy jednoczesnym utrzymaniu zasobności gleby w te składniki odżywcze na optymalnym poziomie, czyli w przedziale zawartości średnich.

Zasobność gleby w fosfor i potas należy ocenić na podstawie wyników analiz chemicznych gleby biorąc pod uwagę przedziały zawartości tych składników dla poszczególnych klas zasobności gleb podane w tabeli 7.

Tabela 7. Ocena zasobności gleb w przyswajalne formy fosforu i potasu w zależności od rodzaju gleby

Zasobność gleby	Zawartość mg/100 g gleby			
	fosfor (P_2O_5)	potas (K_2O)		
		gleba lekka	gleba średnia	gleba ciężka
Bardzo niska	<5,0	<5,0	<7,5	<10,0
Niska	5,1 – 10,0	5,1 – 10,0	7,6 – 12,5	10,1 – 15,0
Średnia	10,1 – 15,0	10,1 – 15,0	12,6 – 20,0	15,1 – 25,0
Wysoka	15, 1 – 20,0	15,1 – 20,0	20,1 – 25,0	25,1 – 30,0
Bardzo wysoka	>20,1	>20,1	>25,1	>30,1

Wielkość dawek nawozów fosforowych i potasowych zależy nie tylko od zasobności gleby, ale również od wymagań pokarmowych roślin i poziomu plonowania. Dawki fosforu (P_2O_5) i potasu (K_2O) dla trzech poziomów plonowania chmielu: 1500 kg/ha, 2000 kg/ha oraz 2500 kg/ha z uwzględnieniem zasobności gleby przedstawiono w tabelach 8 i 9.

Tabela 8. Zalecana dawka fosforu (P_2O_5) w zależności od zasobności gleby oraz wielkości plonu szyszek chmielu

Zasobność gleby	Dawka fosforu (P_2O_5) w kg/ha		
	plon 1500 kg/ha	plon 2000 kg/ha	plon 2500 kg/ha
Bardzo niska	120	130	140
Niska	70	80	90
Średnia	30	40	50
Wysoka	20	30	40
Bardzo wysoka	15	20	25

Tabela 9. Zalecana dawka potasu (K_2O) w zależności od zasobności gleby oraz wielkości plonu szyszek chmielu

Zasobność gleby	Dawka potasu (K_2O) w kg/ha		
	plon 1500 kg/ha	plon 2000 kg/ha	plon 2500 kg/ha
Bardzo niska	170	230	270
Niska	140	190	230
Średnia	110	150	180
Wysoka	100	130	160
Bardzo wysoka	55	70	90

Jeśli zawartość fosforu w glebie przekracza 40 mg P_2O_5/100 g, to należy zaniechać nawożenia tym składnikiem. Natomiast, nawożenia potasem nie należy stosować, jeśli jego zawartość w glebach lekkich przekracza 40 mg K_2O /100 g, w glebach średnich 50 mg K_2O /100 g, a w glebach ciężkich 60 mg K_2O /100 g.

Dawki mineralnych nawozów fosforowo-potasowych należy skorygować uwzględniając dopływ tych składników z nawozów naturalnych lub organicznych, jeśli były one stosowane.

Ilość składników wnoszonych w oborniku można oszacować na podstawie standardowych zawartości w poszczególnych rodzajach tego nawozu (tab. 14) lub na podstawie analiz laboratoryjnych. Z uwagi na to, że rośliny mogą wykorzystać tylko część składników pokarmowych zawartych w oborniku, ilość fosforu i potasu wnoszoną w zastosowanej dawce tego nawozu należy przeliczyć na tzw. składniki działające, mnożąc przez odpowiednie współczynniki wykorzystania. W pierwszym roku po zastosowaniu obornika współczynniki wykorzystania fosforu i potasu wynoszą odpowiednio 0,4 i 0,8, natomiast w drugim roku po zastosowaniu obornika 0,3 i 0,1. Przykładowo, ilość fosforu i potasu działających w dawce 30 t obornika bydlęcego w pierwszym roku po zastosowaniu, wynosi:

- fosfor - 2,8 kg/t (zawartość P_2O_5 wg tab. 14) × 30 t (dawka obornika) × 0,4 (współczynnik wykorzystania) = 33,6 kg
- potas - 6,5 kg/t (zawartość K_2O wg tab. 14) × 30 t (dawka obornika) × 0,8 (współczynnik wykorzystania) = 156 kg

Zatem w pierwszym roku po zastosowaniu 30 t obornika, dawki nawozów fosforowych i potasowych wynikające z potrzeb nawożenia (tab. 8 i 9) należy zmniejszyć odpowiednio o 33,6 oraz 156 kg.

Nawozy fosforowe i potasowe najlepiej stosować w dawce jednorazowej, jesienią pod orkę zimową, co zapewnia właściwe ich wymieszanie z warstwą orną gleby. Na glebach lekkich zalecany jest podział dawki nawozów fosforowych i potasowych w taki sposób, aby jej połowę zastosować pod orkę zimową, natomiast pozostałą część wiosną, przed lub bezpośrednio po cięciu karp. Należy pamiętać, że odżywianie roślin potasem odbywa się wyłącznie przez korzeń i interwencyjne nawożenie dolistne po zdiagnozowaniu niedoboru w roślinach jest niemożliwe.

3.4. Nawożenie magnezem

Magnez jest składnikiem chlorofilu, dlatego jego niedobór obniża wydajność fotosyntezy, co powoduje spadek plonów. Pierwiastek ten odgrywa również rolę w syntezie węglowodanów, tłuszczów i białek oraz w transporcie asymilatów, a także jest aktywatorem licznych enzymów. Magnez pobudza wzrost systemu korzeniowego oraz stymuluje pobieranie przez rośliny innych składników pokarmowych, szczególnie fosforu i potasu.

Gleby większości plantacji chmielu w Polsce charakteryzują się niską zawartością przyswajalnego magnezu. Pierwiastek ten jest łatwo wymywany w głębsze warstwy profilu glebowego, przy czym zjawisko to przebiega szybciej w glebach kwaśnych oraz ubogich w materię organiczną. Zakwaszenie gleby (pH poniżej 5) jest również przyczyną słabszego pobierania magnezu przez rośliny. Charakterystycznym objawem niedoboru magnezu u chmielu jest chloroza międzynerwowa, przy czym tkanki położone bezpośrednio przy głównych nerwach liści pozostają zielone. Symptomy pojawiają się początkowo na najstarszych liściach w dolnej części rośliny, z czasem widoczne są również na liściach młodszych.

Z uwagi na duże wymagania pokarmowe chmielu względem magnezu oraz jego łatwe wymywanie z gleby, składnik ten powinien być stosowany systematycznie w dawkach umożliwiających utrzymanie zasobności gleby na poziomie górnej granicy wartości średnich, tj. 5, 7 i 10 mg MgO/100 g odpowiednio dla gleb lekkich, średnich i ciężkich (tab. 10).

Zalecane dawki magnezu (MgO) w zależności od zasobności gleby oraz prognozowanego plonu szyszek przedstawiono w tabeli 11.

Nawożenie magnezem łączy się najczęściej z zabiegiem wapnowania, ponieważ gleby zakwaszone często charakteryzują się niską lub bardzo niską zawartością tego składnika pokarmowego. W takim przypadku przeprowadza się jednocześnie regulację odczynu gleby oraz uzupełnia niedobory magnezu. Na glebach o bardzo niskiej zawartości magnezu połowę zalecanej dawki CaO należy aplikować w postaci wapna magnezowego, natomiast na glebach o niskiej zwartości magnezu jedną trzecią dawki CaO powinno się stosować w formie nawozów wapniowo-magnezowych. Nawozy wapniowo-magnezowe działają wolno, dlatego w przypadku niskiej zasobności gleby w magnez zachodzi konieczność dodatkowego dokarmiania roślin przy użyciu szybkodziałających nawozów mineralnych zawierających magnez. Wskazane jest również dokarmianie dolistne roślin, np. 2% roztworem siarczanu magnezu.

Tabela 10. Ocena zasobności gleb w magnez (MgO) w zależności od rodzaju gleby

Zasobność gleby	Zawartość mg·100 g^{-1}		
	gleba lekka	gleba średnia	gleba ciężka
Bardzo niska	<2,0	<3,0	<4,0
Niska	2,1 – 3,0	3,1 – 5,0	4,1 – 6,0
Średnia	3,1 – 5,0	5,1 – 7,0	6,1 – 10,0
Wysoka	5,1 – 7,0	7,1 – 9,0	10,1 – 14,0
Bardzo wysoka	>7,1	>9,1	>14,1

Tabela 11. Zalecana dawka magnezu (MgO) w zależności od zasobności gleby oraz prognozowanego plonu szyszek chmielu

Zasobność gleby	Dawka magnezu (MgO) w kg/ha		
	plon 1500 kg/ha	plon 2000 kg/ha	plon 2500 kg/ha
Bardzo niska	65	75	85
Niska	50	60	70
Średnia	35	45	55
Wysoka	25	35	45
Bardzo wysoka	15	25	35

Nawozy zawierające magnez w formie węglanowej lub krzemianowej należy stosować jesienią. Wprawdzie działają one wolno, ale ich straty z powodu wymywania są niewielkie, a wpływ na plon chmielu jest długotrwały. Łatwo rozpuszczalne siarczany i chlorki magnezu działają stosunkowo krótko i łatwo ulegają wymyciu, szczególnie z gleb lekkich. Powinny być stosowane wiosną po cięciu karp, a nawet po naprowadzeniu roślin na przewodniki.

3.5. Nawożenie mikroelementami

Mikroelementy, mimo że pobierane są przez rośliny w niewielkich ilościach stanowią niezbędny składnik w żywieniu. Są one aktywatorami wielu enzymów, uczestniczą w

reakcjach metabolicznych związanych z procesem fotosyntezy, przemianami związków azotu i tworzeniem białek, a także podnoszą odporność roślin na patogeny. Niedostateczna zawartość tych składników zakłóca metabolizm roślin, co z kolei rzutuje na ich wzrost i rozwój.

Według badań Stacji Chemiczno-Rolniczych w Polsce 75% gleb jest ubogich w bor, 40% w miedź, 20% w molibden, a 10% ubogich w cynk i mangan. Uprawa chmielu przez wiele lat na tym samym polu, zwłaszcza gdy nie stosuje się nawożenia naturalnego, może prowadzić do wyczerpania z gleby niektórych mikroelementów. Najczęściej dotyczy to cynku i boru, bowiem chmiel wykazuje duże zapotrzebowanie na te składniki.

Charakterystyczne objawy niedoboru cynku na chmielu zwane są liściozwojem. Liście roślin wykazujących liściozwój żółkną i drobnieją. Poszczególne klapy liścia, a szczególnie klapa środkowa, wydłużają się i wywijają ku górze przybierając łódeczkowaty kształt. Nasilenie objawów niedoboru cynku może wystąpić przy intensywnym nawożeniu fosforem, niskiej temperaturze oraz silnym ugniataniu gleby, a także przy zasadowym odczynie gleby (pH powyżej 8). Skuteczną metodą ograniczania objawów liściozwoju jest nawożenie dolistne 0,2 % roztworem siarczanu cynku lub innym specjalistycznym nawozem mikroelementowym zgodnie z zaleceniami producenta.

Objawy niedoboru boru występują przede wszystkim na najmłodszych częściach roślin i to zarówno wegetatywnych (liściach, łodygach), jak i generatywnych (kwiatach, owocach). Niedobór boru u chmielu powoduje osłabienie wzrostu roślin, zgrubienie i zesztywnienie młodych pędów oraz ich słabe ulistnienie. Blaszki liściowe są zdeformowane, a ich brzegi podwinięte ku dołowi. Przy silnym niedoborze boru obumierają wierzchołki wzrostu pędów bocznych. Objawy te pogłębia susza, silne nasłonecznienie oraz wysokie dawki nawozów potasowych i wapniowych. Pobieraniu boru sprzyja pH gleby w zakresie 5,5 – 6,5 oraz duża zawartość przyswajalnego fosforu i optymalne zaopatrzenie roślin w wapń. Nadmiar boru może być toksyczny dla roślin. Z uwagi na to, nawozy doglebowe zawierające bor powinny być stosowane w dawkach 1-2 kg czystego składnika na hektar, bardzo wczesną wiosną.

Nawożenie mikroelementami w integrowanej technologii produkcji powinno być oparte na znajomości zasobności gleby w te składniki (tab. 12 - 13).

Tabela 12. Ocena zasobności gleb w cynk (Zn) w zależności od rodzaju gleby

Zasobność gleby	Zawartość mg/kg gleby		
	gleba lekka	gleba średnia	gleba ciężka
Niska	< 1,4	< 4,6	< 11,5
Średnia	1,4 – 6,3	4,6 – 20,5	11,5 – 51,1
Wysoka	> 6,3	> 20,5	> 51,1

Tabela 13. Ocena zasobności gleb w bor (B) w zależności od odczynu gleby

Zasobność gleby	Zawartość mg/kg gleby			
	pH<4,5	pH 4,6 – 5,5	pH 5,6 – 6,5	pH>6,5
Niska	< 0,8	< 1,0	< 1,3	< 2,2
Średnia	0,8 – 2,6	1,0 – 3,2	1,3 – 4,3	2,2 – 7,2
Wysoka	> 2,6	> 3,2	> 4,3	> 7,2

Bogatym źródłem mikroelementów dla roślin są nawozy naturalne, dlatego też podstawowym sposobem zapobiegania niedoborom mikroelementów jest systematyczne nawożenie obornikiem. W przypadku braku obornika można stosować nawożenie doglebowe w formie specjalnych nawozów mikroelementowych lub nawozów makroelementowych wzbogaconych dodatkowo w mikropierwiastki. W przypadku konieczności szybkiego przeciwdziałania niedoborom mikroelementów polecana jest aplikacja dolistna, która daje szybsze efekty niż nawożenie doglebowe. Najlepiej stosować wieloskładnikowe nawozy dolistne przeznaczone dla chmielu, których skład jest dostosowany do wymagań tego gatunku. Nawozy te należy stosować zgodnie z zaleceniami producenta do momentu osiągnięcia przez chmiel fazy kwitnienia. Nawożenie dolistne polecane jest szczególnie w okresie intensywnego wzrostu roślin. Sprawdza się ono również w sytuacji zachwiania równowagi chemicznej w glebie prowadzącej do uwstecznienia niektórych składników odżywczych. Wskazaniem do stosowania dolistnego nawożenia roślin chmielu mogą być długotrwałe okresy suszy, w czasie których rośliny nie mogą pobrać składników pokarmowych z gleby. Nawożenie dolistne charakteryzuje wysoki stopień wykorzystania składników odżywczych, co zwiększa efektywność dokarmiania. Zaletą tego sposobu nawożenia roślin jest również zmniejszenie dawek doglebowych, co ogranicza wymywanie składników pokarmowych i zanieczyszczenie wód powierzchniowych i gruntowych.

3.6. Nawozy naturalne

Nawozy naturalne to nawozy oparte o odchody zwierzęce, takie jak obornik, gnojówka, czy gnojowica. Nawozy te nie tylko dostarczają roślinom niezbędne składniki pokarmowe (makro- i mikroelementy), ale pełnią również wiele innych funkcji poprawiających stan gleby:

- są ważnym źródłem próchnicy,
- poprawiają właściwości fizyko-chemiczne gleby,
- zwiększają aktywność biologiczną gleby,
- łagodzą ujemny wpływ jednostronnego lub niezrównoważonego nawożenia mineralnego.

W przypadku chmielu wiele zabiegów pielęgnacyjno-uprawowych działa destrukcyjnie na glebę, a wieloletnia uprawa na tym samym stanowisku powoduje kumulację niekorzystnych zjawisk. W integrowanej technologii produkcji chmielu należy więc zwrócić szczególną uwagę na systematyczne stosowanie nawozów naturalnych, które ograniczają niekorzystne skutki uprawy w monokulturze. W nawożeniu chmielu wykorzystywany jest najczęściej obornik. Zawartość składników pokarmowych w oborniku jest zróżnicowana, zależy bowiem od wielu czynników takich jak: rodzaj ściółki i sposób żywienia zwierząt, czy też sposób przechowywania obornika. Dla obliczenia ilości składników pokarmowych wniesionych do gleby wraz z obornikiem można przyjąć wartości średnie podane w tabeli 14 lub oprzeć się na rzeczywistej zawartości określonej na podstawie badań laboratoryjnych nawozu.

Tabela 14. Przeciętna zawartość składników mineralnych (kg/t) w różnych rodzajach obornika

Składnik	Gatunek zwierząt		
	bydło	trzoda chlewna	konie
N	4,7	5,1	5,4
P_2O_5	2,8	4,4	2,9
K_2O	6,5	6,8	9,0
CaO	4,3	4,4	4,3
Mg	1,5	1,8	1,6
Na	1,0	1,1	0,6

Źródło: www.iung.pl/dpr/nawozy_naturalne_rodzaje.html

W dawce 30 t obornika, która jest najczęściej zalecana dla chmielu wnoszone jest przeciętnie: 140-160 kg N, 85-130 kg P_2O_5, 195-270 kg K_2O i 45-55 kg Mg. Obornik jest również ważnym źródłem mikroelementów, w szczególności manganu, cynku, boru, czy też miedzi. Składniki pokarmowe zawarte w oborniku mogą być pobrane przez rośliny dopiero wówczas, gdy ulegną mineralizacji, czyli przekształceniu z form organicznych w mineralne. Proces ten zachodzi stopniowo, dlatego wykorzystanie składników pokarmowych z obornika rozkłada się na okres 2-3 lat. Na glebach lekkich okres działania obornika jest krótszy w porównaniu z glebami ciężkimi.

Obornik na plantacjach chmielu stosuje się jesienią, pod orkę zimową. Stosując obornik należy pamiętać o przestrzeganiu zasad związanych z ochroną zdrowia ludzi i zwierząt oraz środowiska. Zgodnie z ustawą o nawozach i nawożeniu z dnia 10 lipca 2007 r. (Dz.U. 2021 poz. 76 ze zm.) dawka nawozu naturalnego zastosowana w okresie roku, nie może zawierać więcej niż 170 kg azotu w czystym składniku na 1 ha użytków rolnych. Zmniejszenie jednorazowej dawki obornika ma na celu zminimalizowanie ryzyka zanieczyszczenia cieków wodnych lub wód gruntowych przez związki azotu, fosforu, potasu i innych pierwiastków uwolnione z rozkładającej się substancji organicznej. W celu uniknięcia strat składników pokarmowych oraz ograniczenia możliwości zanieczyszczenia środowiska, wymieszanie obornika z glebą powinno zostać przeprowadzone możliwie szybko, nie później niż 24 godziny od jego zastosowania. Na glebach lżejszych obornik należy przyorać na głębokość 12-18 cm, natomiast na glebach zwięzłych na 8-12 cm. Obornik oraz inne nawozy naturalne w postaci stałej lub płynnej można stosować w okresie od 1 marca do 30 listopada. Nawozów naturalnych nie wolno stosować na glebach zalanych wodą oraz przykrytych śniegiem lub zamarzniętych do głębokości 30 cm oraz podczas opadów deszczu.

Stosowanie i przechowywanie nawozów naturalnych reguluje rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie przyjęcia „Programu działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczaniu” z dnia 12 lutego 2020 r. (Dz. U. z 2020 r. poz. 243).

4. OGRANICZANIE ZACHWASZCZENIA W INTEGROWANEJ PRODUKCJI CHMIELU

Niekontrolowany rozwój zachwaszczenia ogranicza wzrost i plonowanie roślin uprawnych. Szkodliwość chwastów w uprawie chmielu polega przede wszystkim na konkurowaniu o wodę i substancje pokarmowe. Chmiel jest najwyższą rośliną uprawną, a w sprzyjających warunkach środowiska może rosnąć bardzo szybko, dlatego konkurencja o światło zwykle nie występuje, nawet w przypadku dużego zachwaszczenia plantacji. Wyjątek stanowią młode rośliny w pierwszym roku uprawy, które po posadzeniu rosną wolniej i mogą być łatwo zagłuszane przez chwasty. Niekorzystne oddziaływanie chwastów polega również na tym, że mogą być one żywicielami niektórych gatunków szkodników (np. przędziorka chmielowca) lub gospodarzami patogenów powodujących choroby chmielu (np. *Verticillium nonalfalfae*). Nadmierny rozwój chwastów zawsze prowadzi do osłabienia wzrostu i obniżenia plonowania roślin chmielu, dlatego regulacja zachwaszczenia jest ważnym elementem integrowanej produkcji tego gatunku. Należy jednak pamiętać, że w integrowanej technologii produkcji nie chodzi o zupełną eliminację chwastów, ale o ograniczenie ich liczebności do poziomu, który nie powoduje ujemnych skutków dla rośliny uprawnej. Ponadto, preferowane są metody mechaniczne z jak najmniejszym udziałem metod chemicznych.

4.1. Niechemiczne metody ograniczania zachwaszczenia

Walkę z chwastami należy rozpocząć jeszcze przed założeniem plantacji chmielu. Polega ona na zastosowaniu przedplonu ograniczającego zachwaszczenie oraz na starannym uprawieniu gleby. Odpowiednim przedplonem dla chmielu jest lucerna, koniczyna lub mieszanki z roślinami strączkowymi. Zespół uprawek letnio-jesiennych po zbiorze przedplonu powinna rozpocząć wczesna podorywka, na głębokość 5-8 cm. Przynosi ona dobre efekty w ograniczaniu chwastów rozmnażających się przez nasiona, ponieważ z jednej strony niszczy rośliny zanim dojrzeją ich nasiona, z drugiej zaś pobudza do kiełkowania nasiona chwastów znajdujące się w glebie zmniejszając tym samym ich rezerwuar. Największy wpływ na ograniczanie zachwaszczenia ma orka zimowa. Niszczy ona chwasty aktualnie występujące na plantacji, a także powoduje przemieszczenie nasion chwastów do głębszych warstw gleby, co ogranicza ich zdolność kiełkowania.

Oddziaływanie chwastów na chmiel jest szczególnie niekorzystne w przypadku roślin młodych, w pierwszym roku po ich posadzeniu w polu. Typowa dla chmielu szeroka rozstawa roślin oraz stosunkowo wąski pokrój w pierwszym roku wzrostu sprawiają, że powierzchnia plantacji jest w dużym stopniu pozbawiona okrywy roślinnej. Rozwijające się chwasty są zatem niemal zupełnie pozbawione konkurencji, co w sprzyjających warunkach temperatury i wilgotności powoduje szybkie zachwaszczenie młodej plantacji. W celu zwiększenia konkurencyjności młodych roślin chmielu w stosunku do chwastów zaleca się stosowanie do zakładania plantacji sadzonek ukorzenionych, które lepiej się przyjmują i szybciej rosną. Ponadto należy zapewnić roślinom chmielu optymalne warunki wzrostu poprzez odpowiednie nawożenie, nawadnianie oraz ochronę przed chorobami i szkodnikami. Wszystkie te działania

pozwolą na ograniczenie ujemnych skutków obecności chwastów w początkowym okresie wzrostu chmielu, kiedy jest on najbardziej wrażliwy na zachwaszczenie.

Walka z chwastami nie może się ograniczać do chmielników młodych, ale powinna być prowadzona systematyczne również w kolejnych latach uprawy. Jest to szczególnie ważne w przypadku upraw wieloletnich, gdzie zaniedbanie czynności regulujących zachwaszczenie może doprowadzić do szybkiej kompensacji chwastów. Dopuszczenie do wysiania nasion prowadzi do zwiększenia ich zapasu w glebie, dlatego chwasty powinno się niszczyć zanim zakwitną i wydadzą nasiona. Podstawowe znaczenie dla regulacji zachwaszczenia chmielników ma prawidłowo wykonana jesienna i wiosenna mechaniczna uprawa gleby. Zabiegi uprawowe prowadzone w okresie wegetacji roślin chmielu, takie jak spulchnianie międzyrzędzi oraz obsypywanie rzędów roślin skuteczne ograniczają zachwaszczenie w chmielniku nawet do połowy lipca. W późniejszym okresie nie stosuje się zabiegów spulchniających w międzyrzędziach ze względu na możliwość uszkodzenia korzeni przybyszowych roślin chmielu. Należy również pamiętać, że częste wykonywanie zabiegów mechanicznych bez uzasadnionej potrzeby, powoduje przesuszenie i przyspiesza mineralizację materii organicznej, a także niekorzystnie wpływa na strukturę gleby. Zatem w integrowanym systemie produkcji chmielu stosowanie mechanicznych zabiegów uprawowych powinno być wyważone.

Ważną rolę w ograniczaniu zachwaszczenia w chmielnikach odgrywają rośliny uprawiane w międzyrzędziach przeznaczone na zielony nawóz. Dobierając gatunki do uprawy współrzędnej z chmielem w aspekcie ich oddziaływania na zachwaszczenie należy brać pod uwagę okres pokrycia powierzchni gleby szatą roślinną. Im jest on dłuższy, tym skuteczniejsza jest regulacja zachwaszczenia.

4.2. Chemiczne metody ograniczania zachwaszczenia

W integrowanej metodzie ochrony roślin przed chwastami stosowanie herbicydów powinno być ograniczone do niezbędnego minimum. Prawidłowo i terminowo wykonane mechaniczne zabiegi uprawowe zazwyczaj w wystarczający sposób zabezpieczają plantacje chmielu przed nadmiernym zachwaszczeniem. Krytyczny dla rozwoju chwastów na chmielniku jest okres po wytworzeniu korzeni przybyszowych przez rośliny chmielu. W tym czasie nie stosuje się już zabiegów spulchniających w międzyrzędziach, wzrasta więc liczebność chwastów. W przypadku bardzo silnego zachwaszczenia polecane jest zastosowanie chemicznego odchwaszczania, należy jednak pamiętać że można je wykonać dopiero wówczas, gdy przyziemna część łodygi chmielu jest już zdrewniała.

Jednym z bardziej uciążliwych chwastów na plantacjach chmielu jest perz. Rozwija się on szczególnie w miejscach słabiej dostępnych dla narzędzi rolniczych, tj. w okolicach słupów chmielowych i w miejscach zakotwiczenia odciągów konstrukcji nośnej chmielnika. Do zwalczania perzu wskazane jest stosowanie herbicydu o działaniu selektywnym, skierowanego przeciwko gatunkom jednoliściennym. W przypadku takiego preparatu, termin wykonania zabiegu nie jest uzależniony od fazy rozwojowej chmielu. Można go stosować w okresie największej wrażliwości perzu, tj. w fazie 4-8 liści.

Efektywne stosowanie herbicydów w uprawie chmielu wymaga nie tylko doboru właściwego środka chemicznego, ale również odpowiedniej techniki aplikacji. Do zwalczania

chwastów należy stosować opryskiwacze ciśnieniowe bez przystawki wentylatorowej, zaopatrzone w belkę dostosowaną do szerokości międzyrzędzi. Rozpylacze powinny być ustawione w taki sposób, aby nie dopuścić do nakładania się cieczy użytkowej na stykach pasów zabiegowych i uwrociach. Zabieg przy użyciu herbicydów należy wykonywać w dni bezwietrzne, aby nie narażać sąsiednich upraw na znoszenie cieczy użytkowej. Konieczne jest bezwzględne przestrzeganie zaleceń podanych w etykiecie środka, które określają jego działanie na chwasty, dawkę oraz termin i warunki aplikacji w taki sposób, aby uzyskać maksymalną skuteczność i jednocześnie nie dopuścić do zagrożenia zdrowia ludzi i zwierząt, a także skażenia środowiska. Charakterystykę substancji czynnych herbicydów przeznaczonych do zwalczania chwastów w uprawie chmielu przedstawiono w tabeli 15.

Tabela 15. Charakterystyka substancji czynnych przeznaczonych do zwalczania chwastów w uprawie chmielu

Substancja czynna	Sposób działania	Wrażliwe gatunki chwastów
Fluazyfop-P-butylu	Substancja przeznaczona do zwalczania rocznych i wieloletnich chwastów jednoliściennych. Wchłaniana przez liście i przemieszczana do stożków wzrostu pędów i korzeni. Najlepsze efekty działania uzyskuje się, gdy w czasie zabiegu chwasty jednoroczne są w fazie od 2 liści do końca krzewienia, a chwasty wieloletnie (np. perz) w fazie 4–8 liści. Fluazyfop-P-butylowy jest najbardziej skuteczny w okresie intensywnego wzrostu chwastów. Preparatów zawierających tę substancję aktywną nie należy stosować, gdy temperatura powietrza przekracza 27°C.	– chwastnica jednostronna, – miotła zbożowa, – owies głuchy, – włośnica zielona, – włośnica sina, – perz właściwy, – wiechlina zwyczajna

Środki ochrony roślin należy stosować zgodnie z podanymi w etykiecie zaleceniami oraz w taki sposób, aby nie dopuścić do zagrożenia zdrowia ludzi, zwierząt lub środowiska

Środki ochrony roślin aktualnie dopuszczone do obrotu i zalecane do zwalczania chwastów w chmielnikach można znaleźć w Wyszukiwarce Środków Ochrony Roślin na stronie Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi (https://www.gov.pl/web/rolnictwo/wyszukiwarka-srodkow-ochrony-roslin).

Wykazy środków zalecanych do zwalczania chwastów w chmielnikach znajdują się w corocznie aktualizowanym Programie Ochrony Chmielu opracowywanym przez Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy i zamieszczanym na Platformie Sygnalizacji Agrofagów (www.agrofagi.com.pl).

5. INTEGROWANA METODA OGRANICZANIA SPRAWCÓW CHORÓB

Specyfika uprawy chmielu sprzyja rozwojowi epidemii chorób. Gatunek ten jest uprawiany w jednolitej odmianowo monokulturze, co oznacza, że wszystkie rośliny na plantacji znajdują się w tej samej fazie rozwoju i są jednakowo podatne na porażenie. Mała odległość pomiędzy roślinami ułatwia szybkie szerzenie się choroby. Uprawa chmielu na tym samym stanowisku przez wiele lat oraz wegetatywny sposób rozmnażania mogą powodować gromadzenie się patogenów zarówno w roślinach, jak i w glebie. Duża wysokość roślin oraz ich zagęszczenie na plantacji sprzyjają wytworzeniu w chmielniku specyficznego mikroklimatu, korzystnego dla rozwoju wielu organizmów chorobotwórczych.

Integrowana ochrona chmielu przed agrofagami jest ważną częścią integrowanej produkcji tego gatunku. Integrowana ochrona polega na połączeniu naturalnych i chemicznych sposobów ograniczania rozwoju populacji organizmów szkodliwych, tak aby zminimalizować zagrożenia dla zdrowia ludzi i dla środowiska. Podstawową zasadą integrowanej ochrony roślin jest zapobieganie występowaniu organizmów szkodliwych poprzez stosowanie metod niechemicznych, takich jak: właściwy płodozmian, uprawa odmian odpornych, odpowiednie zabiegi agrotechniczne, zrównoważone nawożenie, ograniczanie rozprzestrzeniania agrofagów, czy też ochrona organizmów pożytecznych. Środki chemiczne wykorzystuje się dopiero wówczas, kiedy przy użyciu powyższych metod nie można utrzymać nasilenia organizmów szkodliwych poniżej progów szkodliwości. W integrowanej ochronie roślin nie chodzi bowiem o całkowite zwalczenie organizmu szkodliwego, ale o niedopuszczenie do jego nadmiernego rozwoju prowadzącego do powstania poważnych strat ekonomicznych.

Potrzeba wykonania chemicznego zabiegu ochrony roślin powinna być każdorazowo ustalana w oparciu o wyniki monitorowania agrofagów. Stosowanie zasad integrowanej ochrony wymaga zatem prowadzenia systematycznych obserwacji występowania organizmów szkodliwych oraz obiektywnej oceny zagrożenia. Należy pamiętać, aby obserwacje wykonywać na reprezentatywnej liczbie roślin, przynajmniej w kilku miejscach na plantacji.

Kluczowym elementem monitoringu jest prawidłowe rozpoznanie sprawcy choroby. Niezbędna jest do tego wiedza umożliwiająca identyfikację organizmu szkodliwego na podstawie charakterystycznych cech gatunkowych lub objawów chorobowych na roślinach. Znaczenie ma też znajomość czynników środowiskowych, sprzyjających rozwojowi poszczególnych gatunków mikroorganizmów chrobotwórczych. Wiedza ta, w połączeniu z analizą aktualnych warunków środowiskowych umożliwia podjęcie prawidłowej decyzji o wykonaniu zabiegu chemicznego.

5.1. Najważniejsze choroby chmielu

5.1.1. Mączniak rzekomy chmielu

Mączniak rzekomy chmielu jest jedną z najbardziej rozpowszechnionych chorób. Występuje we wszystkich rejonach uprawy chmielu w Europie i Ameryce Północnej. W warunkach sprzyjających rozwojowi sprawcy choroby nasilenie objawów może wzrastać w

krótkim czasie i prowadzić do całkowitej utraty plonu. Choroba jest powodowana przez grzyb *Pseudoperonospora humuli* (Miyabe & Takah) G.W. Wilson, który może porażać zarówno nadziemne, jak i podziemne części rośliny chmielu.

Pierwsze symptomy mączniaka rzekomego pojawiają się wiosną na młodych pędach wyrastających z karpy i są następstwem systemicznego porażenia rośliny (infekcja pierwotna). Porażone pędy mają charakterystyczny pokrój - skrócone międzywęźla, żółtozielone i kruche liście oraz blaszki liściowe wywinięte ku dołowi. Z powodu tego specyficznego wyglądu pędy takie są nazywane kłosowatymi lub „choinkami". Spodnia strona liści na pędach kłosowatych pokryta jest ciemno szarym nalotem grzybni i zarodników konidialnych, za pośrednictwem których sprawca choroby może porażać kolejne rośliny. W dalszej części sezonu wegetacyjnego objawy choroby mogą występować na liściach, pędach, kwiatach i szyszkach chmielu. Na porażonych liściach tworzą się charakterystyczne plamy, których kształt wyznaczają przestrzenie pomiędzy nerwami. Plamy te są początkowo chlorotyczne, ale szybko ulegają nekrozie. Na spodniej stronie blaszki liściowej w obrębie plam widoczny jest charakterystyczny ciemno szary nalot. Porażone pędy boczne mogą przypominać pędy kłosowate, ale często mają jedynie skrócone międzywęźla, natomiast barwa i kształt blaszki liściowej pozostają bez zmian. Niekiedy dochodzi do wtórnego porażenia pędu głównego, co prowadzi do zahamowania wzrostu oraz utraty zdolności owijania się wokół przewodnika. W przypadku bardzo silnego porażenia dochodzi do całkowitego zniszczenia pędu. Porażone kwiatostany zasychają i opadają. Objawy mączniaka rzekomego na szyszkach są zróżnicowane w zależności od fazy rozwojowej, w której doszło do porażenia. Porażenie w początkowej fazie wykształcania szyszek prowadzi do zahamowania ich dalszego rozwoju i zasychania. Na szyszkach w pełni wykształconych pojawiają się charakterystyczne, brunatne smugi przebiegające wzdłuż listków okrywowych szyszki. W warunkach sprzyjających rozwojowi choroby brązowieją całe listki okrywowe, a nawet całe szyszki. *P. humuli* poraża również karpy chmielu oraz rozłogi i korzenie. Na podziemnych częściach rośliny choroba objawia się występowaniem czerwono-brązowych plam lub smug bezpośrednio pod korą.

Występowaniu mączniaka rzekomego sprzyja wysoka wilgotność oraz umiarkowana temperatura powietrza. *P. humuli* może wytwarzać zarodniki w szerokim zakresie temperatury, przy czym optymalne wartości kształtują się w granicach od 16ºC do 20ºC. Kiełkowanie zarodników odbywa się jedynie w obecności wody. Do porażenia pędów dochodzi, gdy wilgoć na ich powierzchni utrzymuje się nieprzerwanie przez okres od 3 do 6 godzin, przy temperaturze od 8ºC do 23ºC. W przypadku porażenia liści wymagany okres zwilżenia jest krótszy (1,5 – 2 h), a zakres temperatury większy (15ºC – 29ºC). Tak szeroki zakres temperatury, w której może dochodzić do porażenia roślin chmielu przez *P. humuli* sprawia, że warunki sprzyjające rozwojowi choroby pojawiają się wielokrotnie w ciągu sezonu wegetacyjnego, co pociąga za sobą konieczność stałej kontroli zdrowotności roślin.

5.1.2. Mączniak prawdziwy chmielu

Mączniak prawdziwy chmielu występuje we wszystkich rejonach uprawy tej rośliny na świecie, poza Australią i Nową Zelandią. Sprawcą choroby jest grzyb *Podosphaera macularis* (Wallr.) U. Braun & S. Takam, który może porażać wszystkie nadziemne części rośliny.

Najbardziej podatne są młode liście oraz kwiaty i szyszki. Przy niekontrolowanym przebiegu choroba może prowadzić do całkowitej utraty plonu.

Pierwsze objawy mączniaka prawdziwego w postaci białych, mączystych plam utworzonych przez skupienia grzybni i zarodników konidialnych, pojawiają się na górnej powierzchni blaszki liściowej młodych liści chmielu. Zarodniki konidialne są łatwo przenoszone przez wiatr, a do kiełkowania nie wymagają obecności wody. W okresie wegetacji dochodzi do licznych infekcji wtórnych, które doprowadzają do rozwoju choroby na kwiatostanach oraz szyszkach. Porażone kwiatostany zamierają. Objawy na szyszkach różnią się w zależności od fazy rozwojowej, w której doszło do porażenia. Szyszki porażone w początkowej fazie rozwoju przestają rosnąć i zamierają, natomiast porażenie w okresie dojrzewania prowadzi do deformacji szyszek o różnym nasileniu. Zdeformowane fragmenty szyszek są pokryte białym nalotem grzybni z zarodnikami konidialnymi. Z czasem nalot ten przybiera barwę ciemno brunatną na skutek wytwarzania przez grzyb czarnych, kulistych otoczni, które są formą zimującą patogena.

Rozwój mączniaka prawdziwego jest uzależniony od warunków pogodowych w sezonie wegetacyjnym, dlatego nasilenie epidemii w poszczególnych latach jest zróżnicowane. Bardzo duży wpływ na rozwój choroby ma temperatura. Wprawdzie *P. macularis* może rozwijać się w szerokim zakresie temperatury od 12°C do 27°C, ale zakres optymalny jest dużo węższy i waha się od 18°C do 21°C. Do czynników ograniczających rozwój choroby należą: wysoka temperatura (powyżej 27°C) oraz bezpośrednie promieniowanie słoneczne. Światło rozproszone oraz wysoka wilgotność powietrza stymulują rozwój choroby.

5.1.3. Werticilioza

Choroba powodowana jest przez grzyb *Verticillium nonalfalfae* (Inderb., H.W. Platt, R.M. Bostock, R.M. Davis & K.V. Subbarao). Patogen żyje w glebie i może porażać wiele gatunków roślin zielnych oraz drzew. Werticilioza występuje najczęściej na glebach zwięzłych, nadmiernie uwilgotnionych, o niewłaściwych stosunkach powietrzno-wodnych. Zagraża roślinom chmielu na plantacjach o naruszonej równowadze biologicznej gleby powstałej w wyniku stosowania zbyt wysokiego, niezrównoważonego nawożenia mineralnego. Szczególnie niebezpieczne jest nadmierne nawożenie azotem, które prowadzi do wzrostu podatności roślin na porażenie.

V. nonalfalfae opanowuje organy i tkanki biorące udział w pobieraniu i przewodzeniu wody oraz składników odżywczych. Pierwszym objawem choroby jest żółknięcie liści na głównym pędzie, a następnie ich więdnięcie, które postępuje od dolnej części rośliny ku górze. Żółknięcie rozpoczyna się od brzegów blaszki liściowej, które następnie zasychają i wywijają się do góry. Liście takie bardzo łatwo odrywają się od łodygi.

Najbardziej charakterystycznym objawem werticiliozy jest zbrunatnienie tkanki naczyniowej widoczne po przecięciu łodygi chmielu. Pierwsze objawy choroby zwykle występują w okresie wiązania szyszek, przy czym z jednej karpy mogą wyrastać zarówno pędy zdrowe, jak i chore.

Rozprzestrzenianie się choroby na plantacjach chmielu zachodzi przede wszystkim podczas uprawy gleby. Chwasty występujące w chmielniku mogą być bezobjawowymi

nosicielami choroby. Stanowią one źródło porażenia dla roślin chmielu. Na inne plantacje chmielu choroba może się przenosić za pośrednictwem zarażonego materiału sadzonkowego.

5.1.4. Fuzarioza

Sprawcą fuzariozy są grzyby: *Fusarium sambucinum* (Fuckel) oraz *Fusarium culmorum* (Schltdl.). Pierwszy z patogenów występuje głównie na chmielu uprawianym na glebach wilgotnych, natomiast drugi zasiedla stanowiska bardziej suche. Układ czynników środowiska korzystny dla *F. culmorum* to bezdeszczowa i ciepła pogoda oraz intensywne nawożenie mineralne.

Pierwszym objawem choroby jest gwałtowne więdnięcie roślin bez wcześniejszego etapu żółknięcia liści. Najczęściej ma to miejsce w okresie poprzedzającym kwitnienie lub w warunkach wysokiej temperatury. Łodygi chmielu z objawami więdnięcia dają się łatwo wyjmować z gleby, co spowodowane jest zgnilizną podstawy pędu. W przeciwieństwie do werticiliozy, u roślin porażonych przez grzyby z rodzaju *Fusarium* nie obserwuje się zbrunatnienia wiązek przewodzących.

Grzyby powodujące fuzariozę chmielu zasiedlają glebę, występują również na resztkach roślin. Porażają chmiel przede wszystkim przez zranienia łodygi powstałe tuż przy powierzchni lub pod powierzchnią gleby w wyniku działania wiatru, maszyn rolniczych lub żerowania owadów. Przy dużej wilgotności, na powierzchni porażonych pędów widoczny jest obfity, biały lub różowy nalot grzybni.

5.1.5. Choroby powodowane przez wirusy i wiroidy

Chmiel jest najczęściej porażany przez: wirusa mozaiki jabłoni *Apple mosaic virus* (ApMV) oraz wirusa mozaiki chmielu *Hop mosaic virus* (HpMV), a także przez wiroida utajonego chmielu *Hop latent viroid* (HpLVd). Patogeny te występują powszechnie na plantacjach w Polsce. Objawy porażenia chmielu przez wirusy i wiroida utajonego obserwowane są bardzo rzadko i najczęściej pojawiają się tylko na odmianach wrażliwych. Porażenie przez wirus mozaiki chmielu (HpMV) może powodować chlorotyczne plamki na liściach odmian typu Golding lub spokrewnionych z nimi. Wiroid utajony chmielu (HLVd) wywołuje objawy chorobowe w postaci chlorozy i zahamowania wzrostu tylko na jednej wrażliwej odmianie chmielu o nazwie Omega. Symptomy porażenia chmielu przez wirus mozaiki jabłoni ApMV pojawiają się tylko okresowo przy dużych wahaniach temperatury, gdy po silnych upałach następuje gwałtowne ochłodzenie. W takich warunkach na liściach chmielu można obserwować chlorotyczne przebarwienia w kształcie nieregularnych pierścieni, które niekiedy tworzą charakterystyczny wzór przypominający liść dębu.

Najczęściej jednak, porażenie chmielu przez wirusy i wiroida utajonego przebiega bezobjawowo, mimo to wpływa negatywnie na plonowanie roślin. U roślin chmielu porażonych przez wirusy często obserwuje się obniżenie plonu szyszek oraz zawartości alfa i beta kwasów. W przypadku porażenia przez wiroida utajonego chmielu dodatkowo występują niekorzystne zmiany w składzie olejków eterycznych.

Brak widocznych objawów chorobowych utrudnia identyfikację roślin porażonych i uniemożliwia ich eliminację z plantacji. Taka sytuacja powoduje niekontrolowane

rozprzestrzenianie tych czynników chorobotwórczych i w konsekwencji systematyczny wzrost liczby porażonych roślin wraz z wiekiem plantacji. Wirusy mogą być przenoszone z sokiem chorych roślin w sposób mechaniczny w czasie prac pielęgnacyjnych, podczas których dochodzi do zranienia rośliny, a nawet podczas ocierania się roślin pod wpływem działania wiatru. Ten sposób rozprzestrzeniania jest charakterystyczny dla wirusa ApMV i wiroida HLVd. Natomiast w przenoszeniu wirusa mozaiki chmielu dominującą rolę odgrywają mszyce. Jednak najważniejszym sposobem przenoszenia zarówno wirusów, jak i wiroida utajonego chmielu jest rozmnażanie wegetatywne roślin. Patogeny te są przenoszone na nowo zakładane plantacje z materiałem rozmnożeniowym pochodzącym z porażonych roślin.

Jedyną skuteczną metodą ograniczania wirusów i wiroida utajonego jest stosowanie zdrowego materiału szkółkarskiego do zakładania nowych plantacji chmielu.

Terminy pojawiania się najważniejszych chorób chmielu oraz ich cechy diagnostyczne zamieszczono w tabelach 16 i 17.

Tabela 16. Kalendarz pojawiania się chorób podczas wegetacji chmielu

Choroba	Miesiąc					
	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Mączniak rzekomy						
Mączniak prawdziwy						
Werticilioza						
Fuzarioza						

Tabela 17. Najważniejsze cechy diagnostyczne chorób chmielu oraz fazy rozwojowe roślin, w których mogą występować objawy

Choroba	Faza rozwojowa chmielu	Miejsce pojawiania się objawów choroby; cechy diagnostyczne
Mączniak rzekomy	– od początku wegetacji do naprowadzenia pędów na przewodniki	– młode pędy wyrastające z karpy – skrócone międzywęźla, liście żółto-zielone, blaszka liściowa wywinięta do spodu, na spodniej stronie blaszki liściowej szary nalot (tzw. pędy kłosowate)
	– faza tworzenia pędów bocznych	– pędy boczne – skrócone międzywęźla, niekiedy objawy przypominające pędy kłosowate
	– faza kwitnienia	– kwiatostany – brunatnienie i zasychanie
	– faza wiązania szyszek i dojrzałości technologicznej	– szyszki – brunatne smugi wzdłuż listków okrywowych szyszki, brunatnienie całych listków lub szyszek
Mączniak prawdziwy	– faza tworzenia pędów bocznych do zbiorów	– liście – białe, mączyste, wypukłe plamy na górnej powierzchni blaszki liściowej
	– faza kwitnienia	– kwiatostany – biały mączysty nalot, zasychanie
	– faza wiązania szyszek i dojrzałości technologicznej	– szyszki – zahamowanie wzrostu, deformacja porażonych listków szyszki, biały mączysty nalot, który z czasem zmienia barwę na ciemno brązową

c.d. Tabela 17.

Choroba	Faza rozwojowa chmielu	Miejsce pojawiania się objawów choroby; cechy diagnostyczne
Werticilioza	– faza kwitnienia i wykształcania szyszek	– pęd główny –widoczne na przekroju zbrunatnienie tkanki naczyniowej, – liście – żółknięcie, a następnie więdnięcie postępujące od dołu rośliny, liście łatwo odpadają.
Fuzarioza	– okres poprzedzający kwitnienie	– pęd główny – zgnilizna podstawy, pęd daje się łatwo wyciągnąć z gleby – liście – więdnięcie i zasychanie

5.2. Niechemiczne metody ochrony chmielu przed chorobami

Długotrwała uprawa chmielu w monokulturze może prowadzić do niekorzystnych zjawisk w glebie, takich jak: wzrost zakwaszenia, zachwianie proporcji pomiędzy poszczególnymi składnikami mineralnymi oraz naruszenie równowagi biologicznej. Powyższe zjawiska przyczyniają się do wzrostu zagrożenia ze strony patogenów, gdyż z jednej strony osłabiają kondycję roślin, z drugiej zaś mogą stymulować rozwój organizmów chorobotwórczych. Niechemiczne metody ochrony roślin przed chorobami obejmują różnorodne zabiegi agrotechniczne i hodowlane mające na celu:

- regulację mikroklimatu plantacji w taki sposób, aby w jak najmniejszym stopniu sprzyjał rozwojowi sprawców chorób,
- ograniczenie liczebności organizmów chorobotwórczych,
- zwiększenie odporności rośliny gospodarza na porażenie.

W celu ograniczenia w uprawie chmielu strat powodowanych przez choroby konieczne jest łączne stosowanie różnorodnych metod zapobiegających występowaniu organizmów szkodliwych oraz ograniczających ich nadmierny rozwój.

5.2.1. Metoda agrotechniczna

Prawidłowo i terminowo wykonane zabiegi agrotechniczne są jednym z ważniejszych elementów ograniczania porażenia roślin chmielu przez patogeny. Staranna uprawa roli, optymalne nawożenie oraz odpowiednie zabiegi pielęgnacyjne stwarzają roślinom chmielu sprzyjające warunki wzrostu, dzięki czemu mogą one łatwiej przezwyciężyć chorobę.

Regulacja mikroklimatu plantacji

Istotnym czynnikiem sprzyjającym rozwojowi niektórych chorób grzybowych, np. mączniaka rzekomego i prawdziwego chmielu jest utrzymujące się przez dłuższy czas zwilżenie powierzchni liści lub wysoka wilgotność względna powietrza w chmielniku. Duże zagęszczenie roślin sprzyja utrzymywaniu się podwyższonej wilgotności, co skutkuje wydłużeniem okresu zwilżenia blaszki liściowej. Z uwagi na to, już na etapie zakładania plantacji chmielu należy zachować odpowiednią rozstawę roślin. Dla większości odmian chmielu uprawianych w Polsce optymalna odległość pomiędzy roślinami w rzędzie wynosi 1,5 m, natomiast pomiędzy rzędami 3 m. Rozstawa taka powinna być bezwzględnie zachowana w przypadku odmian intensywnie rosnących i dość mocno ulistnionych, takich jak

‘Magnum’, czy ‘Sybilla’. Wolniej rosnące i mniej ulistnione rośliny odmiany ‘Marynka’ mogą być sadzone nieco gęściej, co 1,2 m. W przypadku odmiany ‘Magnat’, charakteryzującej się dużym wigorem i bardzo długimi pędami bocznymi najlepiej zastosować rozstawę 1,7 m.

Elementem regulującym mikroklimat w chmielniku może być również liczba pędów naprowadzona na przewodnik. W Polsce najczęściej stosuje się widełkowy system prowadzenia chmielu, tzn. do każdej rośliny doprowadza się dwa przewodniki zamocowane na sąsiednich cięgnach siatki chmielnika. W celu uzyskania optymalnych warunków wzrostu roślin, na każdy przewodnik należy naprowadzić nie więcej niż 2-3 pędy, co oznacza, że z jednej karpy powinno zostać naprowadzone od 4 do 6 pędów. Zwiększanie liczby naprowadzonych pędów prowadzi do nadmiernego zacienienia dolnych partii roślin, co wpływa niekorzystnie na wielkość plonu, bowiem w zacienionej części roślin zawiązuje się zdecydowanie mniej szyszek. Prowadzi również do niekorzystnego wzrostu wilgotności powietrza w chmielniku. Zabiegiem agrotechnicznym stymulującym przepływ powietrza na plantacji chmielu jest usuwanie dolnych pędów i liści do wysokości około 60 cm od powierzchni gleby.

Materiał sadzonkowy wolny od patogenów

Integrowana ochrona chmielu powinna przede wszystkim skupiać się na działaniach profilaktycznych, zapobiegających występowaniu organizmów szkodliwych. Do tego typu działań należy stosowanie zdrowego materiału sadzonkowego do zakładania nowych plantacji. Ma to szczególne znaczenie dla gatunków roślin rozmnażanych wegetatywnie, do których zalicza się chmiel. Wśród patogenów chmielu, które mogą być przenoszone za pośrednictwem materiału sadzonkowego należy wymienić: *Pseudoperonospora humuli* powodującego mączniaka rzekomego chmielu, grzyby z rodzaju *Verticillium* i *Fusarium* będące przyczyną chorób więdnięcia oraz wirusy i wiroidy. Stosowanie materiału sadzonkowego wolnego od patogenów powinno być połączone z wdrożeniem odpowiednich zasad fitosanitarnych pozwalających jak najdłużej utrzymać jego pełną zdrowotność. Podstawową zasadą jest ograniczenie kontaktu roślin zdrowych z porażonymi. W przypadku, gdy zdrowy materiał sadzonkowy jest stosowany do wymiany nasadzeń najważniejszą czynnością jest bardzo dokładne wyoranie starych karp oraz usunięcie resztek pędów i rozłogów. Wskazane jest zachowanie przynajmniej rocznej przerwy w uprawie chmielu, którą należy wykorzystać na staranne przygotowanie stanowiska pod nową plantację. Zastosowanie odpowiedniego przedplonu połączone z kompleksem zabiegów agrotechnicznych poprawiających żyzność gleby nie tylko zapewni odpowiednie warunki dla wzrostu i rozwoju chmielu, ale również umożliwi gruntowne oczyszczenie plantacji z pozostałości starych, porażonych roślin oraz ograniczy zachwaszczenie pola.

Ograniczanie źródeł infekcji

Ogniskami infekcji są przede wszystkim porażone rośliny chmielu lub ich resztki pozostające na plantacji po zbiorze. Bardzo ważnym zabiegiem dla utrzymania zdrowotności roślin jest zatem usuwanie z plantacji i niszczenie porażonych organów, a w niektórych przypadkach nawet całych roślin. Istotne jest również stosowanie zabiegów agrotechnicznych mających na celu niszczenie zimujących form patogenów rozwijających się na obumarłych liściach i szyszkach, a także ograniczanie zachwaszczenia, które może być źródłem organizmów chorobotwórczych dla chmielu.

Usuwanie chorych roślin chmielu ma szczególne znaczenie w ograniczaniu werticiliozy i fuzariozy, bowiem likwiduje ogniska tych chorób oraz ogranicza kumulację patogenów w glebie. W przypadku mączniaka rzekomego chmielu skutecznym zabiegiem ograniczającym źródła infekcji jest usuwanie wiosennych pędów kłosowatych oraz staranne cięcie karp. Zagrożenie ze strony mączniaka prawdziwego można zminimalizować poprzez głębokie przyorywanie resztek porażonych roślin, na których tworzą się zimujące otocznie *P. macularis*. Usuwanie chwastów spełnia natomiast ważną rolę w ograniczaniu *V. nonalfalfae* oraz wirusa mozaiki jabłoni.

Racjonalne nawożenie

Nawożenie wpływa nie tylko na kondycję roślin, ale również na równowagę biologiczną w glebie. Optymalne nawożenie nie tylko wpływa pozytywnie na plonowanie chmielu, ale również przyczynia się do zwiększenia odporności roślin na porażenie przez patogeny. Do składników odżywczych, które w największym stopniu oddziałują na procesy metaboliczne związane z odpornością należą azot, fosfor i potas. Odpowiednie zaopatrzenie w potas i fosfor zwiększa odporność roślin na choroby, natomiast nadmierne nawożenie azotem opóźnia dojrzewanie roślin, powoduje wydelikacenie tkanek, zwiększając tym samym podatność na porażenie, np. przez grzyb *P. macularis* powodujący mączniaka prawdziwego chmielu.

Należy również pamiętać o odpowiednim zbilansowaniu składników odżywczych. Jednostronne nawożenie mineralne może bowiem prowadzić do ograniczenia dostępności poszczególnych makro- i mikroelementów oraz do zmniejszenia aktywności mikrobiologicznej gleby. Ważnym elementem racjonalnego nawożenia jest stosowanie nawozów organicznych i naturalnych, które intensyfikują rozwój mikroflory glebowej, również tej antagonistycznej w stosunku do patogenów.

Zrównoważone nawożenie jest jednym z elementów integrowanej ochrony chmielu przed werticiliozą. Na plantacjach, na których stwierdza się występowanie tej choroby wskazane jest zmniejszenie nawożenia azotem oraz wyeliminowanie jego formy saletrzanej, a także uprawa żyta w międzyrzędziach chmielu i jego przyoranie na zielony nawóz. Fitosanitarne oddziaływanie żyta polega na stymulowaniu rozwoju bakterii z rodzaju *Pseudomonas* antagonistycznych w stosunku do *V. nonalfalfae* – sprawcy werticiliozy chmielu, a także wynika ze zmniejszenia zawartości azotu mineralnego w glebie.

5.2.2. Metoda hodowlana

Uprawa odmian odpornych lub tolerancyjnych jest najlepszą metodą ochrony roślin przed chorobami. Z uwagi na to, metoda hodowlana opierająca się na właściwym doborze odmiany z uwzględnieniem jej wrażliwości na patogeny stanowiące największe zagrożenie na konkretnym polu powinna być ważnym elementem integrowanej produkcji chmielu. Odmiany chmielu różnią się znacznie pod względem wrażliwości na poszczególne choroby (tab.3).

Całkowitą odporność, umożliwiającą rezygnację ze stosowania ochrony chemicznej roślin w okresie wegetacji, uzyskano tylko w stosunku do mączniaka prawdziwego. Jednak jest to tzw. odporność pionowa, determinowana przez pojedyncze geny swoiste w stosunku do rasy patogena. Tego typu odporność jest stosunkowo nietrwała z uwagi na dużą zmienność sprawcy mączniaka prawdziwego, który tworzy nowe rasy zdolne do jej przełamywania. Dlatego nieustannie prowadzone są prace hodowlane i poszukiwania nowych źródeł

odporności na mączniaka prawdziwego chmielu. Dotychczas na świecie wyhodowano kilkanaście odmian chmielu odpornych na tę chorobę w oparciu o różne genetyczne źródła odporności. Niestety, odporność wielu z tych odmian została już przełamana.

5.3. Chemiczne metody ochrony chmielu przed chorobami

5.3.1. Progi ekonomicznej szkodliwości

Chmiel należy do upraw wymagających intensywnej ochrony przed chorobami. Niewłaściwie prowadzona ochrona chemiczna może powodować wiele efektów ubocznych w środowisku, takich jak: skażenie gleby, wód gruntowych i atmosfery oraz żywności, niekorzystne zmiany w biocenozie, a także uodparnianie się organizmów szkodliwych na środki ochrony roślin. W integrowanej ochronie roślin, która jest integralną częścią integrowanej produkcji, metoda chemiczna powinna być jednym z elementów wielokierunkowego systemu działań mających na celu utrzymanie nasilenia choroby poniżej progu ekonomicznej szkodliwości przy jak najmniejszym narażeniu zdrowia ludzi i środowiska. Użycie środków ochrony roślin jest wskazane dopiero wówczas, gdy wyczerpane zostaną inne metody. Potrzeba wykonania chemicznego zabiegu ochrony roślin powinna być każdorazowo ustalana w oparciu o wyniki monitorowania organizmów szkodliwych. Celem obserwacji jest właściwe rozpoznanie sprawcy choroby oraz ocena jego nasilenia. Użycie chemicznego środka ochrony roślin jest uzasadnione wówczas, gdy organizm szkodliwy występuje w nasileniu przekraczającym próg ekonomicznej szkodliwości. Orientacyjne progi ekonomicznej szkodliwości najważniejszych chorób chmielu podano w tabeli 18. Ich wartości różnią się w zależności od fazy wzrostu roślin. Wynika to z faktu, że szkodliwość chorób w poszczególnych fazach rozwojowych chmielu jest zróżnicowana. Wartości progów ekonomicznej szkodliwości powinno się traktować orientacyjnie, bowiem na każdej plantacji chmielu warunki rozwoju organizmów szkodliwych mogą być modyfikowane przez wiele specyficznych czynników, takich jak: przebieg pogody, poziom nawożenia, zagęszczenie roślin, czy też usytuowanie plantacji względem kierunków geograficznych.

Tabela 18. Orientacyjne progi ekonomicznej szkodliwości mączniaka rzekomego i prawdziwego chmielu

Choroba	Termin obserwacji	Próg ekonomicznej szkodliwości
Mączniak rzekomy	od początku wegetacji do naprowadzania pędów na przewodniki (infekcja pierwotna)	10% roślin z pędami kłosowatymi
	od naprowadzenia pędów na przewodniki do kwitnienia	występowanie na 100 liściach więcej niż 100 plam mączniakowych,
	faza kwitnienia	pierwsze objawy porażenia na kwiatach
	faza wiązania szyszek	pierwsze objawy porażenia na szyszkach
Mączniak prawdziwy	faza tworzenia pędów bocznych do kwitnienia	pierwsze objawy porażenia na liściach
	faza kwitnienia	pierwsze objawy porażenia na kwiatach
	faza wiązania szyszek	pierwsze objawy porażenia na szyszkach

5.3.2. Wybór środka chemicznego

W integrowanej ochronie roślin decyzja o użyciu środków ochrony roślin powinna być podejmowana tylko w sytuacji, gdy inne strategie ochrony nie przynoszą oczekiwanych efektów, a nasilenie choroby zbliża się do progu ekonomicznej szkodliwości. Przy wyborze środka chemicznego należy bezwzględnie zapoznać się z informacjami znajdującymi się na etykiecie. Ważna jest przede wszystkim substancja czynna środka oraz mechanizm jej działania, zakres zwalczanych patogenów, dawka i faza wzrostu roślin, w której można go używać, a także maksymalna liczba zabiegów w sezonie i okres karencji.

W ostatnich latach dokonał się znaczny postęp w zakresie mechanizmów działania środków ochrony roślin, co doprowadziło do zwiększenia selektywności preparatów, ograniczenia szkodliwości dla środowiska naturalnego oraz zmniejszenia stosowanych dawek. Mimo to, zabiegi ochronne z użyciem środków ochrony roślin nadal stwarzają zagrożenie dla środowiska, ludzi oraz organizmów pożytecznych. Dlatego środki chemiczne stosowane w integrowanym systemie produkcji powinny charakteryzować się dużą toksycznością w stosunku do docelowych agrofagów oraz małą toksycznością dla organizmów niebędących celem zwalczania, a także krótką trwałością w środowisku, tak aby po spełnieniu swego zadania ulegały szybkiej degradacji.

Ze względu na sposób działania fungicydy dzieli się na: kontaktowe, wgłębne i układowe. Preparaty kontaktowe działają tylko na powierzchni roślin w miejscu ich naniesienia. Nie wnikają w głąb rośliny i nie przemieszczają się w niej. Należy pamiętać o tym, że fungicydy kontaktowe nie niszczą sprawcy choroby po jego wniknięciu do rośliny, dlatego też powinny być stosowane zapobiegawczo, czyli przed pojawieniem się patogena na roślinach. Działanie fungicydów kontaktowych jest skuteczne tylko wówczas, gdy pokrywają one dokładnie całą powierzchnię rośliny tworząc warstwę ochronną. Z uwagi na to, po wystąpieniu opadów deszczu powodujących zmycie środka z powierzchni rośliny oprysk należy powtórzyć. Stosowanie preparatów o działaniu kontaktowym nie jest wskazane w okresie intensywnego wzrostu roślin, ponieważ nie zapewniają ochrony nowym przyrostom, które nie są pokryte preparatem. Poleca się je do ochrony plantacji w pełni wegetacji, kiedy rozwój części nadziemnej roślin jest już ukończony. Zaletą preparatów powierzchniowych jest ich mniejsza podatność na zjawisko uodparniania się grzybów.

Środki wgłębne wnikają do tkanek rośliny na kilka warstw komórek, a ich przemieszczanie w roślinie ma zakres lokalny. Z uwagi na to preparaty wgłębne wykazują ograniczone działanie ochronne w stosunku do nowych przyrostów, dlatego są polecane do ochrony roślin w pełni rozwiniętych, które nie rosną już tak intensywnie. Jednak w przeciwieństwie do środków o działaniu kontaktowym skutecznie chronią rośliny w warunkach często powtarzających się intensywnych opadów. Fungicydy wgłębne powinny być stosowane przemiennie z preparatami o innych mechanizmach działania ze względu na ryzyko uodparniania się grzybów na substancje czynne zawarte w tych środkach.

Preparaty o działaniu układowym (systemiczne) wnikają w głąb rośliny i przemieszczają się do wiązek przewodzących, zapewniając ochronę także w tych miejscach, na które preparat nie został naniesiony. Zatem działanie ochronne preparatów systemicznych obejmuje także nowe przyrosty, dlatego środki te są szczególnie przydatne w ochronie młodych, szybko rosnących roślin. Fungicydy układowe wykazują toksyczność również w stosunku do

patogenów rozwijających się w roślinie, a więc w przypadku gdy doszło już do infekcji, zatem mogą być stosowane interwencyjnie. Z uwagi na duże niebezpieczeństwo uodparniania się grzybów na substancje czynne preparatów systemicznych, częstotliwość ich stosowania powinna być ograniczona do 1-2 zabiegów w sezonie wegetacyjnym.

Środki ochrony roślin stosowane są bezpośrednio w środowisku, stanowiąc potencjalne zagrożenie wynikające z dużej aktywności biologicznej oraz szerokiego zakresu szkodliwego oddziaływania. Bardzo ważna jest zatem identyfikacja zagrożeń mogących wystąpić podczas stosowania środków ochrony roślin. Środki ochrony roślin klasyfikuje się pod względem zagrożeń dla zdrowia człowieka oraz dla środowiska i organizmów wodnych (tab.19). W celu ograniczenia tych zagrożeń, środki ochrony roślin należy stosować zgodnie z informacjami zamieszczonymi w etykiecie dołączonej do każdego preparatu.

Środki ochrony roślin aktualnie dopuszczone do obrotu i zalecane do zwalczania chorób chmielu można znaleźć w Wyszukiwarce Środków Ochrony Roślin na stronie Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi (https://www.gov.pl/web/rolnictwo/wyszukiwarka-srodkow-ochrony-roslin).

Wykazy środków zalecanych do zwalczania chorób chmielu znajdują się w corocznie aktualizowanym Programie Ochrony Chmielu opracowywanym przez Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy i zamieszczanym na Platformie Sygnalizacji Agrofagów (www.agrofagi.com.pl).

Środki ochrony roślin należy stosować zgodnie z podanymi w etykiecie zaleceniami oraz w taki sposób, aby nie dopuścić do zagrożenia zdrowia ludzi, zwierząt lub środowiska

Niechemiczne i chemiczne metody ograniczania sprawców najważniejszych chorób w integrowanej produkcji chmielu zestawiono w tabeli 20.

Tabela 19. Sposób działania i szkodliwość substancji czynnych fungicydów zalecanych do integrowanej produkcji chmielu

Choroba	Substancja czynna	Sposób działania w roślinie	Szkodliwość dla ludzi	Szkodliwość dla środowiska
Mączniak rzekomy	fosetyl glinu	układowe	**drażniący** – działa drażniąco na oczy.	– przy właściwym stosowaniu produkt nie stwarza zagrożeń dla środowiska, – ulega szybkiej biodegradacji, – nie ulega bioakumulacji.
	azoksystrobina	wgłębne i układowe	– działa szkodliwie w następstwie wdychania.	**niebezpieczny dla środowiska** – działa bardzo toksycznie na organizmy wodne powodując długotrwałe skutki.
	mandipropamid	wgłębne i kontaktowe	– przy właściwym stosowaniu produkt nie stwarza zagrożeń dla zdrowia.	**niebezpieczny dla środowiska** – działa toksycznie na organizmy wodne powodując długotrwałe skutki.
	miedź w postaci wodorotlenku miedzi + miedź w postaci tlenochlorku miedzi	kontaktowe	– może powodować wystąpienie reakcji alergicznej.	**niebezpieczny dla środowiska** – działa bardzo toksycznie na organizmy wodne powodując długotrwałe skutki.
	miedź w postaci tlenochlorku miedzi	kontaktowe	– działa szkodliwie w następstwie wdychania, – działa drażniąco na oczy.	**niebezpieczny dla środowiska** – działa bardzo toksycznie na organizmy wodne powodując długotrwałe skutki.
	miedź w postaci tlenochlorku miedzi + cymoksanil	wgłębne i kontaktowe	– działa szkodliwie po połknięciu, – działa drażniąco na oczy, – działa szkodliwie w następstwie wdychania, – może powodować wystąpienie reakcji alergicznej.	**niebezpieczny dla środowiska** – działa bardzo toksycznie na organizmy wodne powodując długotrwałe skutki, – toksyczny dla pszczół.
	miedź w postaci trizasadowego siarczanu miedzi	kontaktowe	– może powodować wystąpienie reakcji alergicznej.	**niebezpieczny dla środowiska** – działa bardzo toksycznie na organizmy wodne powodując długotrwałe skutki, – toksyczny dla pszczół.
Mączniak prawdziwy	siarka	kontaktowe	– może powodować wystąpienie reakcji alergicznej.	nie jest klasyfikowany zgodnie z kryteriami określonymi w przepisach o substancjach i preparatach chemicznych.
	fluopyram + trifloksystrobina	układowe i kontaktowe	– działa szkodliwie po połknięciu, – może powodować uszkodzenie narządów (wątroba) poprzez długotrwałe lub powtarzane narażenie, – może powodować wystąpienie reakcji alergicznej.	**niebezpieczny dla środowiska** – działa bardzo toksycznie na organizmy wodne powodując długotrwałe skutki.

Tabela 20. Najważniejsze metody ograniczania sprawców chorób chmielu

Choroba (sprawca choroby)	Metoda agrotechniczna i hodowlana	Metoda chemiczna
Mączniak rzekomy (*Pseudoperonospora humuli*)	- stosowanie zdrowego materiału sadzonkowego do zakładania plantacji, - zachowanie właściwej rozstawy roślin podczas sadzenia (dla większości odmian chmielu 1,5×3,0 m), - naprowadzanie odpowiedniej liczby pędów na przewodniki (nie więcej niż 4-6 pędów z karpy), - staranne cięcie karp połączone z usunięciem części porażonych, - usuwanie wiosennych pędów kłosowatych, - usuwanie dolnych pędów i liści w celu zmniejszenia wilgotności w chmielniku, - zrównoważone nawożenie azotem, - uprawa odmian o mniejszej wrażliwości na chorobę (brak odmian całkowicie odpornych).	- opryskiwanie fungicydami przeznaczonymi do ochrony chmielu w okresie od ukazania się pierwszych pędów do dojrzałości szyszek, z uwzględnieniem progów szkodliwości, - w okresach szczególnego zagrożenia chorobą, tj. bezpośrednio po naprowadzeniu pędów na przewodniki oraz w przypadku uszkodzenia roślin przez grad, silny wiatr lub herbicydy należy zastosować oprysk odpowiednim fungicydem zapobiegawczo, bez względu na występowanie objawów choroby.
Mączniak prawdziwy (*Podosphaera macularis*)	- zachowanie właściwej rozstawy roślin podczas sadzenia (dla większości odmian chmielu 1,5×3,0 m), - naprowadzanie odpowiedniej liczby pędów na przewodniki (nie więcej niż 4-6 pędów z karpy), - usuwanie dolnych pędów i liści w celu zmniejszenia wilgotności w chmielniku, - usuwanie z plantacji lub przyorywanie resztek porażonych roślin, - zrównoważone nawożenie azotem, - uprawa odmian odpornych.	- opryskiwanie przy użyciu fungicydów w momencie pojawienia się pierwszych objawów na liściach, kwiatach lub szyszkach.

c.d. Tabela 20.

Choroba (sprawca choroby)	Metoda agrotechniczna i hodowlana	Metoda chemiczna
Werticilioza (*Verticillim nonalfalfae*)	- stosowanie zdrowego materiału sadzonkowego do zakładania plantacji, - usuwanie z plantacji roślin porażonych oraz bezpośrednio sąsiadujących z nimi, - niszczenie chwastów, które są roślinami żywicielskimi dla sprawcy choroby, - racjonalne i zrównoważone nawożenie mineralne, - ograniczenie nawożenia azotowego, - nawożenie obornikiem, - głębokie spulchnianie gleby w międzyrzędziach, - uprawa żyta na zielony nawóz w międzyrzędziach chmielu, - uprawa odmian o mniejszej wrażliwości na chorobę (brak odmian całkowicie odpornych).	
Fuzarioza (*Fusarium sambucinum, Fusarium culmorum*)	- regulacja stosunków powietrzno-wodnych w glebie poprzez eliminację zastoisk wody, regularne głęboszowanie, unikanie nadmiernego ugniatania gleby, - stosowanie nawozów naturalnych i organicznych, - utrzymywanie odczynu gleby na poziomie optymalnym dla chmielu, tj. pH około 6,3, - usuwanie chorych roślin, - zapobieganie mechanicznym uszkodzeniom okolicy podstawy pędu, - zapobieganie żerowaniu szkodników powodujących uszkodzenia podstawy pędu, - uprawa odmian o mniejszej wrażliwości na chorobę (brak odmian całkowicie odpornych).	
Wirusy i wiroidy	- stosowanie zdrowego materiału szkółkarskiego.	

6. OGRANICZANIE STRAT POWODOWANYCH PRZEZ SZKODNIKI W INTEGROWANEJ PRODUKCJI CHMIELU

6.1. Najważniejsze gatunki szkodników w uprawie chmielu

6.1.1. Mszyca śliwowo-chmielowa

Mszyca śliwowo-chmielowa (*Phorodon humuli* Schrank) jest najczęściej występującym szkodnikiem na plantacjach chmielu. Dorosłe formy bezskrzydłe osiągają wielkość od 1,2 mm do 1,8 mm, formy uskrzydlone są nieco większe (1,8-2,1 mm). Mszyce uskrzydlone, tzw. migrantki mają głowę, tułów i czułki barwy ciemnobrunatnej z zielono-brązowymi plamkami na tułowiu od strony grzbietowej. Formy bezskrzydłe są zielone.

Mszyca śliwowo-chmielowa jest gatunkiem dwudomowym, co oznacza, że do pełnego cyklu rozwojowego wymaga obecności dwóch roślin żywicielskich. Żywicielami zimowymi są różne gatunki śliw, w tym również dziko rosnąca tarnina. Na tych gatunkach uskrzydlone samice składają jaja odporne na działanie niekorzystnych czynników atmosferycznych podczas zimy. Wiosną, od końca lutego do kwietnia z jaj wylęgają się bezskrzydłe samice, które żerują na śliwach. Objawem ich żerowania jest charakterystyczne skręcanie się liści. W maju rodzą się samice uskrzydlone, które przelatują na żywiciela letniego, czyli chmiel. Migracje rozpoczynają się zwykle w końcu maja i trwają do połowy lipca. Ich przebieg zależy od warunków atmosferycznych: temperatury powietrza, wilgotności oraz prędkości wiatru. Inicjacja lotów następuje przy temperaturze 13°C, ale ich intensywność jest największa, gdy średnia dobowa temperatura powietrza waha się w granicach od 14,5°C do 20°C, a wilgotność względna kształtuje się na poziomie 70%. Wyraźne ograniczenie nalotów występuje w przypadku obniżenia średniej dobowej temperatury powietrza do 8,5 -13°C oraz zwiększenia wilgotności względnej do 85-90%.

Mszyce są zdolne do aktywnego lotu tylko na niewielkie odległości, ale mogą być w sposób bierny przenoszone przez wiatr. W takim przypadku migracje mogą obejmować dystans nawet kilku kilometrów. Zwykle jednak odległość ta nie przekracza 1 km, dlatego największym zagrożeniem dla upraw chmielu są stanowiska śliw znajdujące się w sąsiedztwie chmielników. Wraz ze wzrostem odległości pomiędzy gatunkami żywicielskimi zmniejsza się prawdopodobieństwo pojawienia się mszycy na chmielu. Samice zasiedlają w pierwszej kolejności najmłodsze części roślin chmielu: wierzchołki pędów oraz młode, górne liście. Po zasiedleniu żywiciela letniego migrantki tracą zdolność do lotu. Po 2-3 dniach rodzą larwy, z których rozwijają się bezskrzydłe samice rozmnażające się dzieworodnie. W ciągu sezonu wegetacyjnego może rozwinąć się na chmielu 8-9 pokoleń samic bezskrzydłych. Rozwój jednego pokolenia trwa, w zależności od temperatury powietrza od 8 do 16 dni. Najkorzystniejsze warunki do rozwoju bezskrzydłych samic na chmielu występują przy umiarkowanej temperaturze i wysokiej wilgotności powietrza. W sprzyjających warunkach liczba osobników na jednym liściu może przekroczyć 2000 sztuk. Ograniczająco na liczebność populacji mszyc na chmielu wpływa wysoka temperatura powietrza (średnia dobowa powyżej 21°C) oraz susza.

Przy masowym wystąpieniu mszyca śliwowo-chmielowa może powodować poważne szkody na plantacjach chmielu. Owady początkowo żerują na spodniej stronie blaszki liściowej nakłuwając ją i wysysając soki. W późniejszym okresie atakują również kwiatostany i szyszki. Opanowane przez szkodnika kwiatostany przestają się rozwijać, natomiast szyszki stają się bladozielone, a następnie brązowieją. Mszyce żerujące wewnątrz szyszek wydzielają bogatą w cukry spadź, która stanowi podłoże do rozwoju grzybów z grupy sadzaków. Tworzą one czarny nalot ograniczający asymilację, co powoduje dodatkowe obniżenie wielkości oraz jakości plonu. Mszyce biorą również udział w rozprzestrzenianiu wirusa mozaiki chmielu (HpMV).

6.1.2. Przędziorek chmielowiec

Przędziorek chmielowiec (*Tetranychus urticae* Koch) należy do roztoczy o szerokim zakresie roślin żywicielskich obejmującym wiele gatunków roślin użytkowych oraz chwastów. Dorosłe samice osiągają wielkość od 0,4 do 0,6 mm, a osobniki męskie są jeszcze mniejsze. Młode samice początkowo są prawie bezbarwne, później w zależności od przyjmowanego pokarmu przybierają barwę jasno żółtą lub zielono-żółtą. Po bokach ciała mają dwie, charakterystyczne ciemne plamy, których barwa oraz wielkość zmienia się zależnie od pory roku, wieku roztoczy oraz rośliny żywicielskiej. Na ogół samce są jaśniejsze i nie mają tak wyraźnie zaznaczonych plam. Z powodu małych rozmiarów pojawienie się pierwszych roztoczy często bywa niezauważone, co może doprowadzić do niekontrolowanego rozwoju populacji.

Samice przędziorka chmielowca zimują na resztkach roślin, pomiędzy grudkami gleby, czy w szczelinach słupów. Wiosną, gdy temperatura wzrasta powyżej 10°C, przędziorki rozpoczynają żerowanie na młodych liściach chwastów, szczególnie pokrzywy. Z chwastów przechodzą na rośliny chmielu. Samica przędziorka w ciągu swojego życia składa od 50 do 150 jaj. Czas potrzebny do rozwoju jednego pokolenia przędziorków zależy od temperatury powietrza. W temperaturze 13°C cykl ten trwa 36 dni, podczas gdy w 28°C tylko 6 dni. W ciągu sezonu wegetacyjnego w warunkach klimatycznych naszego kraju rozwija się najczęściej cztery pokolenia roztoczy. Występowaniu przędziorka sprzyjają lata ciepłe i suche, wówczas liczebność populacji wzrasta bardzo szybko.

Pierwszym sygnałem występowania przędziorka na chmielu jest pojawienie się na spodniej stronie liści delikatnej pajęczynki, pod którą występują wszystkie stadia rozwojowe, tj. jaja, larwy i osobniki dorosłe. Przy masowym wystąpieniu szkodnika oprzęd może pokrywać cały liść. Żerowanie przędziorka polega na wysysaniu soków, co destabilizuje przemianę materii oraz przemieszczanie substancji pokarmowych w roślinie, prowadzi również do zaburzeń w funkcjonowaniu aparatów szparkowych oraz zmniejszenia ilości chlorofilu. Zaatakowane liście i szyszki chmielu przybierają rudo-brązowe zabarwienie, a następnie zasychają. Szkodnik często występuje gniazdowo atakując pojedyncze rośliny lub ich grupy. Zasiedla najpierw dolne partie roślin chmielu i stopniowo przemieszcza się wyżej, aż do szyszek. Jako pierwsze porażane są zwykle rośliny rosnące na brzegach plantacji, gdyż tam występują najbardziej sprzyjające warunki dla rozwoju szkodnika. Z czasem przędziorki przemieszczają się również w głąb chmielnika. Przy masowym pojawie, szkodnik może spowodować całkowitą utratę plonu.

6.1.3. Opuchlak lucernowiec

Opuchlak lucernowiec (*Otiorrhynchus ligustici* L.) - chrząszcz z rodziny ryjkowców jest szkodnikiem o szerokim zakresie roślin żywicielskich. Pełny rozwój opuchlaka lucernowca trwa trzy lata. Większość życia szkodnik spędza pod powierzchnią gleby. Na chmielu żerują zarówno larwy, jak i osobniki dorosłe. Kremowo-białe larwy osiągają długość około 1,5 cm, bytują w glebie w pobliżu karpy chmielowej i żerują na korzeniach chmielu powodując zakłócenia pobierania składników odżywczych i wody. Młode korzonki zostają niejednokrotnie zupełnie obgryzione, w starszych, grubszych korzeniach larwy drążą charakterystyczne rynienki i jamki. Poprzez te uszkodzenia do roślin mogą wnikać patogeniczne grzyby bytujące w glebie, co stanowi dodatkowe zagrożenie. Uszkodzone w ten sposób karpy rosną słabiej, a w kolejnych sezonach wegetacji próchnieją i zamierają.

Dorosłe chrząszcze mają szaro-ziemiste zabarwienie i osiągają długość 1,3-1,5 cm. Nie są zdolne do latania. Wiosną, gdy temperatura gleby osiąga 13-15°C, wychodzą na powierzchnię i rozpoczynają żerowanie na młodych pędach chmielu niszcząc ich wierzchołki. Uszkodzenie wierzchołka pędu głównego prowadzi do przedwczesnego wytwarzania pędów bocznych. Takie pędy nie owijają się prawidłowo wokół przewodników. Przy masowym występowaniu szkodnika może brakować odpowiednich pędów do naprowadzenia. Chrząszcze mogą uszkadzać również pędy już naprowadzone do czasu osiągnięcia przez rośliny wysokości około 2 m. W takim przypadku występuje konieczność naprowadzenia pędów zapasowych lub bocznych.

Szczególnie dogodne warunki dla rozwoju opuchlaka występują na glebach piaszczysto-gliniastych, szybko ogrzewających się wiosną. Występowanie szkodnika na plantacji chmielu ma najczęściej charakter gniazdowy. Przy masowym wystąpieniu na jednej karpie może znajdować się ponad 100 larw i około 40 chrząszczy.

6.1.4. Omacnica prosowianka

Omacnica prosowianka (*Ostrinia nubilalis* Hubner) jest motylem nocnym o brązowo-beżowym zabarwieniu z charakterystycznymi zygzakowatymi poprzecznymi wzorami na skrzydłach. Długość ciała samic dochodzi do 15 mm, a rozpiętość skrzydeł waha się w granicach 25-34 mm. Samce są nieco mniejsze od samic i ciemniej ubarwione. Szkody wyrządzają gąsienice motyla, które mogą żerować na różnych gatunkach roślin, ale najchętniej zasiedlają uprawy kukurydzy. Do roślin żywicielskich omacnicy prosowianki należy również chmiel. Gąsienice mają długość około 2,5 cm, zabarwienie ciała beżowe lub beżowo-brązowe z charakterystycznymi, brązowo obwiedzionymi plamkami na każdym segmencie oraz ciemniejszą pręgą na grzbiecie. Głowa ciemno-brązowa lub czarna. Gąsienice żerują wewnątrz pędów chmielu, uszkadzając rdzeń łodygi. W konsekwencji dochodzi do zakłócenia obiegu wody w roślinie. Zaatakowane rośliny słabiej rosną, ich liście drobnieją, żółkną i opadają, szyszki są również zdrobniałe i przedwcześnie zasychają, niekiedy brązowieją. Prowadzi to do obniżenia zarówno wielkości, jak i jakości plonu.

Przy masowym pojawie szkodnika, w jednym pędzie do wysokości 4 m może występować nawet 15 larw. Obecność omacnicy zdradzają otwory w łodydze, przez które wysypują się trociny zmieszane z odchodami larw.

Stadium zimującym omacnicy prosowianki są dorosłe gąsienice, które spędzają zimę wewnątrz pędów chmielu pozostających na plantacji po zbiorze roślin lub w łodygach chwastów o grubych pędach. Wiosną, gdy średnia temperatura osiąga 15-16 ^{o}C, gąsienice zaczynają się przepoczwarczać. Poczwarki omacnicy prosowianki mają barwę brązową i długość 13-17 mm. Przepoczwarczanie trwa od 10 do 25 dni, w zależności od temperatury. Wylot motyli rozpoczyna się zazwyczaj w czerwcu. Początkowo w populacji dominują samce, z czasem wzrasta liczebność samic i to one zaczynają przeważać. Zapłodnione samice składają jaja na liściach chmielu, w skupiskach liczących od kilku do kilkudziesięciu sztuk. Jaja są płaskie, owalne, wielkości około 1 mm, początkowo białe, z czasem przybierają barwę kremową lub kremowo-żółtą. Jaja w złożu są ułożone dachówkowato. Jedna samica może złożyć od 250 do 350 jaj. Z jaj wylęgają się gąsienice, które wgryzają się do wnętrza pędów, gdzie żerują powodując szkody.

Rozwojowi motyla sprzyjają ciepłe i suche warunki pogodowe. Zasięg występowania omacnicy prosowianki obejmuje wszystkie rejony uprawy chmielu w Polsce. W ostatnich latach zagrożenie dla chmielu ze strony tego szkodnika wzrosło z powodu znacznego zwiększenia areału kukurydzy, która jest rośliną żywicielską omacnicy prosowianki.

6.1.5. Pchełka chmielowa

Pchełka chmielowa (*Psylliodes attenuata* Koch) jest małym, skaczącym chrząszczem wielkości około 1,5 – 2,5 mm, barwy ciemnozielonej, niemal czarnej z metalicznym połyskiem. Chrząszcze żerują na roślinach z rodziny pokrzywowatych, tj. pokrzywach, chmielu, czy konopiach. Wczesną wiosną żerują na pokrzywach, z których przenoszą się na chmiel. W liściach chmielu wygryzają liczne otwory pozostawiając niekiedy jedynie nerwy. Przy silnej gradacji pchełki może dochodzić do całkowitego zniszczenia liści w dolnej części rośliny. Prowadzi to do zaburzeń fotosyntezy, co w konsekwencji powoduje osłabienie wzrostu młodych roślin chmielu. Jest to szczególnie niebezpieczne wiosną, na początku wegetacji roślin, bowiem może prowadzić do zahamowania ich wzrostu. Szkody, które wyrządza pchełka chmielowa wczesną wiosną są rekompensowane przez szybko rosnące rośliny. W późniejszym okresie wegetacji, gdy część nadziemna chmielu jest mocno rozbudowana, znaczenie pchełki chmielowej maleje. Pchełka chmielowa jest zatem szkodnikiem o mniejszym znaczeniu dla starszych roślin chmielu. Poważne szkody może natomiast wyrządzać na nowych plantacjach. Młode sadzonki chmielu w okresie adaptacji do warunków polowych rosną wolniej, co może skutkować większym nasileniem uszkodzeń

Pchełka chmielowa jest owadem ciepłolubnym. Już pierwsze ocieplenie wiosenne pobudza zimujące chrząszcze do opuszczenia kryjówek zimowych i rozpoczęcia żerowania. Aktywność szkodnika rośnie wraz ze wzrostem temperatury. Jednak długotrwały brak opadów nie sprzyja rozwojowi pchełki chmielowej, bowiem jaja i larwy tego szkodnika są wrażliwe na suszę i giną, gdy wilgotność gleby spada poniżej 20%. Zamarzanie i odmarzanie gleby w okresie zimowym wpływa niekorzystnie na przeżywalność zimujących chrząszczy pchełki chmielowej.

6.2. Niechemiczne metody ochrony chmielu przed szkodnikami

Integrowany system ochrony roślin skierowany jest nie tyle na zwalczanie poszczególnych agrofagów, ale przede wszystkim na oddziaływanie na całą agrocenozę w taki sposób, aby zapobiegać nadmiernym stratom spowodowanym przez szkodniki. Założenie to jest realizowane przez kontrolę wielkość populacji szkodników oraz stworzenie korzystnych warunków dla rozwoju ich naturalnych wrogów, a także stosowanie technik zwiększających odporność roślin na szkodniki. Decyzję o przeprowadzeniu zabiegu chemicznego należy podjąć dopiero wówczas, gdy metody profilaktyczne są niewystarczające do utrzymania liczebności szkodnika poniżej progu ekonomicznej szkodliwości i nie występują warunki, które w sposób naturalny mogłyby ograniczyć jego rozwój.

W integrowanym systemie produkcji chmielu lustracja plantacji pod kątem występowania organizmów szkodliwych powinna być prowadzona systematycznie. Ocenę zagrożenia przeprowadza się zgodnie z metodami opracowanymi dla poszczególnych gatunków szkodników. Kontrola liczebności szkodników powiązana z obserwacją warunków meteorologicznych może stanowić podstawę do przewidywania z pewnym wyprzedzeniem zagrożenia masowym pojawem, co pozwala na trafniejsze podejmowanie decyzji związanych z ochroną roślin, a tym samym zwiększa jej efektywność. Orientacyjne terminy pojawiania się i żerowania szkodników na plantacjach chmielu przedstawiono w tabeli 21.

Tabela 21. Kalendarz pojawiania się szkodników podczas wegetacji chmielu

Szkodnik	Miesiąc					
	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Mszyca śliwowo-chmielowa						
Przędziorek chmielowiec						
Opuchlak lucernowiec - chrząszcze						
Opuchlak lucernowiec - larwy						
Omacnica prosowianka						
Pchełka chmielowa						

Jedną z podstawowych metod ograniczania liczebności szkodników jest likwidacja gatunków roślin będących ich żywicielami w obrębie lub w sąsiedztwie plantacji chmielu. Niektóre szkodniki atakujące chmiel charakteryzują się szerokim zakresem roślin żywicielskich. Często obejmuje on również popularne chwasty towarzyszące uprawie chmielu lub występujące w okolicach plantacji. Do takich szkodników należy przędziorek chmielowiec, czy też pchełka chmielowa. Szkodniki rozpoczynają wiosenne żerowanie na chwastach, z których w późniejszym okresie przenoszą się na chmiel. Niszczenie chwastów, a szczególnie pokrzywy, utrudnia rozwój przędziorka i pchełki, może więc ograniczyć ich gradację na roślinach chmielu. Podobny efekt w odniesieniu do mszycy śliwowo-chmielowej przynosi usuwanie w promieniu przynajmniej 1 km od chmielnika, żywicieli zimowych tego gatunku jakimi są śliwy. Skutecznym sposobem ograniczania liczebności omacnicy prosowianki jest usuwanie z plantacji i palenie zaschniętych pędów chmielu pozostałych po zbiorze, w których zimuje około 95% larw tego szkodnika.

Nawożenie, szczególnie azotowe jest jednym z istotnych czynników oddziałujących na podatność roślin chmielu na niektóre szkodniki. Nadmierne nawożenie azotowe stymuluje wzrost wegetatywnych części roślin. Pojawiają się młode, delikatne przyrosty chętnie zasiedlane np. przez mszyce. Również przędziorki atakują przeważnie rośliny nadmiernie nawożone lub osłabione z powodu stresu spowodowanego niedostatkiem wody. Zrównoważone nawożenie chmielu oraz nawadnianie mogą ograniczać straty spowodowane przez żerowanie tych szkodników.

Hodowlana metoda ochrony roślin chmielu przed szkodnikami polega na uprawie odmian odpornych lub mniej podatnych. Niestety wśród odmian chmielu uprawianych w Polsce brak jest takich, które są odporne na szkodniki.

6.3. Chemiczne metody ochrony chmielu przed szkodnikami

6.3.1. Progi ekonomicznej szkodliwości

Podstawową zasadą integrowanej ochrony roślin jest przewidywanie oraz ocena ryzyka masowego pojawu szkodnika. Stosowanie tej zasady w ochronie chmielu wymaga stałego kontrolowania występowania agrofagów na plantacji oraz znajomości ich biologii. Lustracja plantacji przynajmniej raz w tygodniu w okresie wegetacji roślin, powinna stać się rutynową czynnością w integrowanej produkcji chmielu. Trzeba sobie zdawać sprawę, że w celu skutecznej ochrony chmielu nie jest konieczne całkowite wyeliminowanie szkodników ze środowiska, ale utrzymanie ich liczebności poniżej progu ekonomicznej szkodliwości. Próg ekonomicznej szkodliwości oznacza takie nasilenie populacji szkodnika, przy którym straty z powodu jego żerowania są równe nakładom, które miałyby być poniesione w celu jego zwalczenia. Wykonywanie chemicznych zabiegów ochrony roślin przy nasileniu agrofaga poniżej progu ekonomicznej szkodliwości jest nie tylko nieuzasadnione ekonomicznie, ale również szkodliwe. Zbędne zabiegi przy użyciu zoocydów mogą przyczynić się do szybszego rozwoju odporności na substancje czynne preparatów chemicznych w populacji szkodników. Mogą być również powodem zmniejszenia liczebności organizmów pożytecznych, będących naturalnymi wrogami szkodników. Dlatego też, decyzję o zastosowaniu chemicznej ochrony roślin należy podejmować rozważnie, na podstawie oceny rzeczywistego zagrożenia przez agrofagi oraz z uwzględnieniem progów ekonomicznej szkodliwości (tab.22).

Tabela 22. Terminy i sposoby lustracji oraz progi ekonomicznej szkodliwości najważniejszych szkodników chmielu

Szkodnik	Termin obserwacji	Próg ekonomicznej szkodliwości
Mszyca śliwowo-chmielowa	maj - lipiec (do fazy kwitnienia chmielu). Obserwacje prowadzić co 10-14 dni na młodych liściach i wierzchołkach pędów.	50-100 osobników bezskrzydłych na jednym liściu
	lipiec – sierpień (faza kwitnienia i wiązania szyszek). Obserwacje prowadzić co 7-10 dni na kwiatostanach i szyszkach chmielu.	występowanie pojedynczych mszyc na kwiatostanach lub szyszkach

c.d. Tabela 22.

Szkodnik	Termin obserwacji	Próg ekonomicznej szkodliwości
Przędziorek chmielowiec	czerwiec – wrzesień (liczebność populacji należy kontrolować przynajmniej raz w tygodniu. Obserwację prowadzić na spodniej strony blaszki liściowej przy użyciu lupy. Ocenie poddać 200 liści pobranych z 40-50 roślin, z których połowę powinny stanowić rośliny rosnące na obrzeżach plantacji)	5 osobników dorosłych na jednym liściu
Opuchlak lucernowiec	marzec – kwiecień (od pojawienia się pierwszych pędów chmielu na powierzchni gleby do osiągnięcia przez rośliny wysokości około 2 m). Obserwacje wykonywać co najmniej raz w tygodniu na młodych pędach chmielu.	5 chrząszczy na 100 roślinach wybranych losowo w 3-5 miejscach na plantacji.

Progi ekonomicznej szkodliwości są wartościami orientacyjnymi, służącymi jedynie jako pomoc, a nie jedyne kryterium podejmowania decyzji o wykonaniu zabiegu chemicznego. Ocena zagrożenia powinna uwzględniać również analizę warunków pogodowych oraz agrotechnicznych w aspekcie ich oddziaływania na rozwój populacji szkodnika, informacje o jego występowaniu w danym rejonie w poprzednich latach, a także wiedzę na temat wrogów naturalnych szkodnika. Prowadzenie produkcji w systemie integrowanym wymaga zatem od rolnika dużej wiedzy i doświadczenia.

6.3.2. Wybór środka chemicznego

Odpowiedni wybór środka chemicznego decyduje o skuteczności zabiegu. Podstawową zasadą jest dostosowanie środka ochrony roślin do zwalczanego agrofaga. W ochronie chemicznej chmielu przed szkodnikami najczęściej mamy do czynienia z insektycydami, czyli środkami owadobójczymi oraz akarycydami stosowanymi w zwalczaniu roztoczy. Prawidłowa identyfikacja szkodnika jest zatem pierwszym etapem podejmowania decyzji o zastosowaniu preparatu chemicznego do ochrony. Wybór zoocydu powinien uwzględniać również takie czynniki jak temperatura, w której preparat wykazuje największą skuteczność oraz okres prewencji i karencji. Preparaty należy dobierać pod kątem ukierunkowanego działania, tak aby w jak najmniejszym stopniu oddziaływały na organizmy niebędące celem zwalczania. Wśród organizmów występujących na plantacjach chmielu jest wiele gatunków drapieżnych czy pasożytniczych, które są naturalnymi wrogami szkodników. Mogą one w sprzyjających warunkach regulować liczebność populacji niepożądanych agrofagów. W systemie integrowanej produkcji należy stosować środki ochrony niskiego ryzyka, których oddziaływanie na zdrowie ludzi oraz środowisko powoduje najmniejsze skutki uboczne. Należy bezwzględnie przestrzegać zalecanych dawek preparatu i maksymalnej liczby zabiegów w sezonie wegetacyjnym, a także zasad odpowiedniego przygotowania cieczy użytkowej i wykonywania oprysku. Informacje te zawarte są w etykiecie dołączonej do każdego środka ochrony roślin. Sposób działania i szkodliwość substancji czynnych zoocydów zalecanych do integrowanej produkcji chmielu przedstawiono w tabeli 23.

Aktualny wykaz środków ochrony roślin dopuszczonych do obrotu i zalecanych do zwalczania szkodników w uprawie chmielu można znaleźć w Wyszukiwarce Środków Ochrony Roślin na stronie Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi (https://www.gov.pl/web/rolnictwo/wyszukiwarka-srodkow-ochrony-roslin).

Wykazy środków zalecanych do zwalczania szkodników chmielu znajdują się w corocznie aktualizowanym Programie Ochrony Chmielu opracowywanym przez Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy i zamieszczanym na Platformie Sygnalizacji Agrofagów (www.agrofagi.com.pl).

Środki ochrony roślin należy stosować zgodnie z podanymi w etykiecie zaleceniami oraz w taki sposób, aby nie dopuścić do zagrożenia zdrowia ludzi, zwierząt lub środowiska

Niechemiczne i chemiczne metody ograniczania najważniejszych szkodników w integrowanej produkcji chmielu zestawiono w tabeli 24.

Tabela 23. Sposób działania i szkodliwość substancji czynnych zoocydów do integrowanej produkcji chmielu

Szkodnik	Substancja czynna	Sposób działania w roślinie	Szkodliwość dla ludzi	Szkodliwość dla środowiska
Mszyca śliwowo-chmielowa	flonikamid	układowy	– działa drażniąco na oczy, – działa szkodliwie po połknięciu, – może powodować wystąpienie reakcji alergicznej.	– działa szkodliwie na organizmy wodne, powodując długotrwałe skutki.
	flupyradifuron	układowy	– działa szkodliwie w następstwie wdychania, – może powodować reakcję alergiczną skóry.	**niebezpieczny dla środowiska** – działa bardzo toksycznie na organizmy wodne powodując długotrwałe skutki, – stosowany zgodnie z etykietą jest bezpieczny dla organizmów pożytecznych.
Przędziorek chmielowiec	acekwinocyl	powierzchniowy	– działa szkodliwie po połknięciu, – może spowodować uszkodzenie narządów (układ krwionośny) w następstwie długotrwałego lub powtarzanego narażenia, – może powodować wystąpienie reakcji alergicznej.	**niebezpieczny dla środowiska** – działa bardzo toksycznie na organizmy wodne powodując długotrwałe skutki.
	milbemektyna	powierzchniowy i wgłębny	– łatwopalna ciecz i pary, – połknięcie i dostanie się przez drogi oddechowe może grozić śmiercią.	**niebezpieczny dla środowiska** – działa bardzo toksycznie na organizmy wodne powodując długotrwałe skutki, – toksyczny dla pszczół.
Pchełka chmielowa	lambda-cyhalotryna	powierzchniowy	– działa szkodliwie po połknięciu, – działa szkodliwie w następstwie wdychania, – może powodować reakcję alergiczną skóry.	**niebezpieczny dla środowiska** – działa bardzo toksycznie na organizmy wodne powodując długotrwałe skutki, – niebezpieczny dla pszczół.

Środki ochrony roślin należy stosować zgodnie z podanymi w etykiecie zaleceniami oraz w taki sposób, aby nie dopuścić do zagrożenia zdrowia ludzi, zwierząt lub środowiska

Tabela 24. Metody ochrony chmielu przed szkodnikami

Szkodnik	Metoda agrotechniczna	Metoda chemiczna
Mszyca śliwowo-chmielowa	– usuwanie żywicieli zimowych (śliw) w promieniu około 1 km od plantacji chmielu, – zrównoważone nawożenie azotem.	– opryskiwanie insektycydem z uwzględnieniem progu ekonomicznej szkodliwości właściwego dla fazy rozwojowej chmielu.
Przędziorek chmielowiec	– niszczenie chwastów, szczególnie pokrzywy w pobliżu plantacji chmielu, – zrównoważone nawożenie i nawadnianie roślin chmielu.	– opryskiwanie akarycydem z uwzględnieniem progu ekonomicznej szkodliwości.
Omacnica prosowianka	– usuwanie z plantacji i palenie pędów chmielu pozostałych po zbiorze.	
Pchełka chmielowa	– niszczenie chwastów, szczególnie pokrzywy w pobliżu plantacji chmielu.	– opryskiwanie odpowiednim insektycydem w początkowej fazie rozwoju chmielu do osiągnięcia przez rośliny wysokości około 50 cm.

Środki ochrony roślin należy stosować zgodnie z podanymi w etykiecie zaleceniami oraz w taki sposób, aby nie dopuścić do zagrożenia zdrowia ludzi, zwierząt lub środowiska

7. ZASADY STOSOWANIA ŚRODKÓW OCHRONY ROŚLIN W INTEGROWANEJ PRODUKCJI CHMIELU

7.1. Uodparnianie się agrofagów na środki ochrony roślin

Uodpornianie się agrofagów na środki ochrony roślin jest rezultatem wielokrotnego stosowania preparatów chemicznych zawierających tę samą substancję czynną. Substancja czynna działa na patogeny jak czynnik selekcyjny. Podatne formy zostają zniszczone, ale jeśli w populacji pojawią się osobniki odporne, to zaczynają się szybko rozwijać z powodu braku konkurencji. Wielokrotne stosowanie tej samej substancji czynnej sprawia, że formy odporne grzybów zdobywają przewagę i wówczas preparat chemiczny traci swoją skuteczność. Prawdopodobieństwo uodpornienia się grzyba na fungicyd zależy od zmienności czynnika chorobotwórczego oraz mechanizmu działania fungicydu. W przypadku fungicydów, których działanie opiera się na zakłócaniu wielu funkcji życiowych patogena prawdopodobieństwo uodpornienia jest znikome. Jeśli jednak związek grzybobójczy działa tylko na jedną, ściśle określoną funkcję, wystarczy mutacja jednego genu w genomie patogena, aby doprowadzić do wytworzenia odporności. W takim przypadku, prawdopodobieństwo uodpornienia się grzyba jest zdecydowanie większe. Ryzyko wystąpienia odporności jest ściśle związane z szybkością rozmnażania i łatwością rozprzestrzeniania się patogena. Gatunki zdolne do szybkiego i masowego rozmnażania łatwiej uodparniają się na środki ochrony roślin.

Uodparnianie się na środki ochrony roślin dotyczy nie tylko patogenów grzybowych, ale występuje również w przypadku szkodników.

W integrowanej produkcji chmielu należy zawsze brać pod uwagę niebezpieczeństwo powstawania odporności agrofagów na substancje czynne zawarte w środkach ochrony roślin i podejmować działania zapobiegające. W celu ograniczenia powstawania odporności organizmów szkodliwych wykorzystuje się strategię, która polega na przemiennym stosowaniu środków ochrony roślin zawierających substancje czynne z różnych grup chemicznych, o odmiennych mechanizmach działania w stosunku do organizmów zwalczanych. Należy też stosować rotację środków o różnym sposobie działania w roślinie, tj. przemiennie stosować preparaty o działaniu powierzchniowym, wgłębnym i układowym. W celu ograniczenia powstawania odporności organizmów szkodliwych należy bezwzględnie przestrzegać maksymalnej liczby zabiegów danym preparatem w sezonie wegetacyjnym oraz zachować zalecany w etykiecie środka minimalny odstęp pomiędzy zabiegami.

Planując chemiczną ochronę chmielu, należy więc zwrócić uwagę na skład chemiczny preparatu oraz sposób jego działania, bowiem często środki ochrony roślin o innych nazwach handlowych zawierają tą samą substancję czynną.

7.2. Ochrona środowiska wodnego

Zabiegi ochronne z użyciem środków ochrony roślin wykonywane na polach uprawnych stanowią potencjalne zagrożenie dla otaczającego środowiska. Pozostałości preparatów mogą przenikać do gleby, wody i powietrza oraz produktów spożywczych i paszowych, z którymi dostają się do łańcucha pokarmowego ludzi i zwierząt. Środowisko wodne jest szczególnie wrażliwe na pestycydy, dlatego należy wdrożyć odpowiednie środki służące jego ochronie. Ochrona środowiska wodnego i zasobów wody pitnej przed wpływem środków ochrony roślin powinna być realizowana przez:

- przyznanie pierwszeństwa środkom ochrony roślin, które nie zostały sklasyfikowane jako niebezpieczne dla środowiska wodnego,
- stosowanie bezpiecznych dla środowiska technik aplikacji środków ochrony roślin polegających na użyciu urządzeń antyznoszeniowych,
- utworzenie stref buforowych, tak aby ograniczyć ekspozycję wód na znoszenie cieczy roboczej, przesiąkanie i spływanie,
- utworzenie stref ochronnych dla wód powierzchniowych i podziemnych wykorzystywanych do pobierania wody pitnej, w których nie wolno stosować ani przetrzymywać środków ochrony roślin,
- ograniczenie lub wyeliminowanie stosowania środków ochrony roślin w obrębie infrastruktury znajdującej się w pobliżu wód powierzchniowych lub podziemnych oraz na powierzchniach uszczelnionych lub wysoce przepuszczalnych.

Środki ochrony roślin muszą być stosowane w sposób właściwy, tj. zgodnie z informacjami podanymi w etykietach, z uwzględnieniem zasad integrowanej ochrony roślin, a także zasad BHP podczas sporządzania cieczy użytkowej, wykonywania oprysku oraz po jego zakończeniu.

7.3. Ochrona organizmów pożytecznych

Działanie środków ochrony roślin obejmuje nie tylko docelową grupę agrofagów, ale również organizmy, które nie są celem zwalczania. Wśród tych organizmów bardzo ważną grupę stanowią drapieżne lub pasożytnicze owady, które są naturalnymi wrogami szkodników, a także owady obojętne dla chmielu, poszukujące schronienia lub pokarmu na chwastach. Do najbardziej znanych wrogów naturalnych mszyc zalicza się larwy i osobniki dorosłe biedronek oraz larwy złotooków i muchówek z rodziny bzygowatych, a także drapieżne wciornastki. Wraz z masowym pojawem mszyc na plantacji wzrasta również liczebność ich wrogów naturalnych, dlatego przed przystąpieniem do chemicznych zabiegów ochrony roślin, należy sprawdzić, czy na plantacji nie występują owady pożyteczne, które mogą ograniczyć liczebność mszyc.

Naturalni wrogowie najczęściej nie są w stanie w sposób ciągły skutecznie utrzymywać liczebności szkodników poniżej progu ekonomicznej szkodliwości. Efektywność działania organizmów pożytecznych jest największa, gdy warunki atmosferyczne w sezonie wegetacyjnym są dla nich bardziej korzystne, niż dla szkodnika. Należy jednak pamiętać, że integrowana ochrona, powinna w jak największym stopniu wykorzystywać potencjał pasożytów i drapieżców w ograniczaniu organizmów szkodliwych.

W celu ochrony pożytecznej entomofauny należy:

- w sposób racjonalny stosować chemiczne środki ochrony roślin w oparciu o realne zagrożenie wystąpieniem szkodnika. W tym celu trzeba stale monitorować nasilenie występowania szkodników oraz podejmować decyzje o użyciu środków chemicznych biorąc pod uwagę progi ekonomicznej szkodliwości. Należy wstrzymać się ze stosowaniem zabiegów, jeżeli pojaw szkodnika jest nieliczny i towarzyszy mu wzrost liczebności gatunków pożytecznych oraz występują warunki, które w sposób naturalny mogłyby ograniczyć rozwój szkodnika. W przypadku, gdy szkodnik nie występuje na całej plantacji należy rozważyć ograniczenie ochrony chemicznej do miejsc jego występowania, np. jedynie do rzędów brzegowych.
- unikać stosowania insektycydów o szerokim spektrum działania, a wybierać selektywne, które skutecznie niszczą organizmy niepożądane i jednocześnie są mało toksyczne dla form pożytecznych. Niestety, etykiety poszczególnych środków ochrony roślin zawarte w etykiecie nie zawierają informacji o wpływie preparatu na gatunki będące naturalnymi wrogami szkodników. Stopień zagrożenia gatunków drapieżnych można w pewnym zakresie ocenić na podstawie informacji o toksyczności danego preparatu dla pszczół.
- dobierać termin zabiegu w taki sposób, aby nie powodować wysokiej śmiertelności owadów pożytecznych, np. nie stosować, gdy w uprawie występują kwitnące chwasty lub stosować wieczorem po zakończeniu oblotu roślin przez owady zapylające.
- dokładnie zapoznawać się z treścią etykiety dołączonej do każdego środka ochrony roślin oraz przestrzegać zawartych w niej zaleceń dotyczących dawkowania, terminów stosowania i okresów prewencji dla pszczół.

7.4. Technika aplikacji środka ochrony roślin

Stosowanie środków ochrony roślin na terenie otwartym przy użyciu opryskiwaczy regulują odpowiednie przepisy prawne. Określają one warunki atmosferyczne w jakich dopuszcza się wykonywanie zabiegów ochrony roślin oraz minimalną odległość od określonych miejsc lub obiektów, którą należy zachować stosując chemiczne środki ochrony. Należy bezwzględnie przestrzegać okresu prewencji, tj. czasu po zastosowaniu środka ochrony roślin, w którym człowiek i zwierzęta nie powinni przebywać w pobliżu miejsc, gdzie był on stosowany. Zgodnie z Dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 r. (Dz. Urz. UE L309/71 z dnia 24.11.2009 r.), sprzęt do aplikacji środków ochrony roślin musi być stosowany odpowiednio do zamierzonego celu, zapewniając dokładne dozowanie i rozprowadzenie cieczy roboczej. Sprzęt powinien działać niezawodnie, pozwalać na łatwe napełnianie, opróżnianie i czyszczenie, tak aby uniemożliwić wyciek preparatów do środowiska. Stan sprzętu musi zapewniać bezpieczeństwo pracy podczas wykonywania zabiegów ochrony roślin. Sprawność techniczna opryskiwaczy powinna zostać potwierdzona badaniami przeprowadzonymi przez jednostki organizacyjne upoważnione przez Państwową Inspekcję Ochrony Roślin i Nasiennictwa. Badania potwierdzające sprawność techniczną opryskiwaczy polowych i sadowniczych trzeba przeprowadzać co 3 lata.

Wykonywanie zabiegów ochrony roślin zgodnie z wymienionymi wymogami ogranicza ryzyko zanieczyszczenia środowiska, ale nie eliminuje go całkowicie. Podczas wykonywania oprysków część cieczy użytkowej jest przenoszona z prądami powietrza na tereny sąsiadujące z plantacją, gdzie są niepożądane, a nawet mogą stanowić zagrożenie dla ludzi i zwierząt, a także wód, gleby oraz powietrza. Zjawiska znoszenia nie da się całkowicie wyeliminować, ale można je ograniczyć. Do najważniejszych czynników wpływających na wielkość znoszenia cieczy użytkowej zalicza się:

- wielkość kropel cieczy użytkowej, która zależy od ciśnienia cieczy oraz typu i rozmiaru rozpylacza,
- prędkość roboczą opryskiwacza,
- prędkość strumienia powietrza generowaną przez wentylatory,
- czynniki atmosferyczne, takie jak prędkość i kierunek wiatru oraz wilgotność i temperatura powietrza,
- czynniki biologiczne (faza rozwojowa, wielkość i gęstość roślin).

W przypadku ochrony chemicznej chmielu zagrożenie znoszeniem cząstek środka ochrony roślin jest dużym problemem. Chmiel jest uprawiany na konstrukcjach nośnych o wysokości 6-7 m. Skuteczne pokrycie preparatem ochronnym tak wysokich roślin jest możliwe dzięki zastosowaniu opryskiwaczy o dużej wydajności wentylatora i odpowiedniej konstrukcji rozpylaczy. Jednym z warunków dokładnego pokrycia rośliny cieczą roboczą jest rozproszenie preparatu na drobne krople. Przyjmuje się, że w celu dokładnego i równomiernego pokrycia górnej i dolnej powierzchni blaszki liściowej chmielu średnica kropel cieczy roboczej powinna wynosić od 75 do 130 μm. Krople o średnicy poniżej 100 μm są najbardziej podatne na znoszenie, dlatego jeśli jest to możliwe należy unikać tak dużego rozpylenia cieczy użytkowej. Trzeba jednak pamiętać, że zbyt duże krople słabiej docierają do środka rzędów roślin oraz spływają z powierzchni liści, co zmniejsza skuteczność zabiegu ochronnego oraz stwarza ryzyko zanieczyszczenia gleby i wód. Istotną

przyczyną zwiększenia znoszenia cieczy użytkowej jest również nadmierna prędkość robocza opryskiwacza. Optymalna prędkość jazdy opryskiwacza w chmielnikach zależy od fazy rozwojowej roślin. W początkowym okresie wzrostu chmielu może być ona większa i wynosić do 3,5 km/h, natomiast w końcowym okresie wegetacji nie należy przekraczać 2,5 km/h. Zbyt duża prędkość robocza wywołuje miejscowe zawirowania powietrza, co skutkuje gorszą penetracją rzędów roślin. W ochronie chmielu niezbędne jest stosowanie opryskiwaczy z pomocniczym strumieniem powietrza wytwarzanym przez wentylator. Zwiększenie wydajności wentylatora wpływa na równomierne pokrycie cieczą użytkową całej rośliny, a także na rozmieszczenie jej na górnej i dolnej powierzchni blaszki liściowej. Niestety, zwiększa się przy tym znacząco zasięg znoszenia. Nadmierna prędkość powietrza wytwarzanego przez wentylator zwiększa straty cieczy, która może być zagrożeniem dla środowiska. Najważniejszym czynnikiem atmosferycznym wpływającym na wielkość znoszenia jest wiatr. Przyjmuje się, że odległość przemieszczania się kropel jest wprost proporcjonalna do prędkości wiatru. Wilgotność i temperatura wpływają na szybkość odparowania kropli. Ewaporacja prowadzi do zmniejszenia masy kropli, które mogą przemieszczać się na większe odległości. Niekorzystny wpływ czynników atmosferycznych na znoszenie cieczy użytkowej można ograniczyć wybierając odpowiednią porę dnia na wykonanie zabiegów ochrony roślin. Najbardziej dogodny jest późny wieczór lub wczesny ranek, ponieważ zazwyczaj prędkość wiatru jest wówczas mniejsza. W tym okresie niższa jest również temperatura oraz większa wilgotność powietrza, co ogranicza ewaporację. Znoszenie cieczy użytkowej ma większy zasięg w początkowych fazach rozwoju roślin chmielu. Rośliny bardziej rozbudowane, o większej powierzchni liści charakteryzują się większą zdolnością do zatrzymywania cieczy użytkowej, co w efekcie redukuje ilość i zasięg znoszonej cieczy.

Jednym z najprostszych sposobów ograniczania znoszenia cieczy użytkowej podczas ochrony chemicznej chmielu jest stosowanie specjalnej techniki wykonywania oprysków w skrajnych rzędach chmielnika. Polega ona na wyłączeniu rozpylaczy na połowie głowicy opryskiwacza od zewnętrznej części chmielnika, tak aby cząstki preparatu ochronnego skierowane były w kierunku wnętrza plantacji. Najczęściej stosuje się przejazd skrajnym rzędem plantacji z wyłączonymi rozpylaczami od strony zewnętrznej, a następnie przejazd co drugim rzędem z włączonymi wszystkimi rozpylaczami (wariant I). Najlepsze efekty uzyskuje się wówczas, gdy oprysk połową rozpylaczy jest wykonywany w trzech skrajnych rzędach chmielnika (wariant II). Skrajne rzędy roślin są naturalną barierą dla cieczy znoszonej z głębi chmielnika, dlatego następne rzędy opryskiwane są pełnym zestawem rozpylaczy, ale przejazdy wykonuje się co drugim rzędem. Taka technika pozwala na ograniczenie znoszenia cząstek rozpylanej cieczy roboczej w odległości 20 m od chmielnika z 6,0 % (wariant I) do 0,7 % (wariant II). Bardziej zaawansowanym sposobem ograniczania znoszenia cieczy użytkowej jest stosowanie rozpylaczy niskoznoszeniowych, które dzięki specjalnej konstrukcji generują większe krople, w sposób znaczący ograniczając liczbę kropli o średnicy poniżej 100 μm, które są najbardziej podatne na znoszenie.

Etykieta dołączona do każdego środka ochrony roślin zawiera informacje dotyczące szerokości stref ochronnych od zbiorników i cieków wodnych oraz terenów nieużytkowanych rolniczo, które muszą być wyznaczone w celu ochrony organizmów wodnych i stawonogów niebędących celem działania środka. Należy bezwzględnie przestrzegać tych zaleceń aby nie dopuścić do zagrożenia zdrowia człowieka, zwierząt lub środowiska.

8. ZBIÓR I WSTĘPNE PRZYGOTOWANIE SUROWCA

W integrowanej technologii produkcji zbiór chmielu powinien być przeprowadzony w taki sposób, aby plon charakteryzował się najwyższą możliwą jakością oraz minimalną ilością uszkodzeń i zanieczyszczeń.

Zbiór chmielu rozpoczyna się, gdy rośliny osiągną dojrzałość technologiczną. Jest to taka faza dojrzałości owocostanów, w której ich cechy jakościowe kształtują się na optymalnym poziomie z punktu widzenia przetwórstwa. W tym okresie szyszki charakteryzują się najkorzystniejszym składem chemicznym, a ich masa osiąga najwyższą wartość. Lupulina znajdująca się między listkami szyszki nabiera żółtego zabarwienia, pojawia się charakterystyczny chmielowy zapach. Szyszki stają się sprężyste, a ich listki zamykają się. Odpowiedni termin zbioru jest kluczowym elementem kształtującym wielkość plonu i jakość surowca. Ustalenie właściwego terminu rozpoczęcia zbioru szyszek wymaga dużego doświadczenia. Zbyt wczesny zbiór powoduje obniżenie plonu z powodu niskiej masy szyszek, ponadto szyszki zebrane zbyt wcześnie charakteryzują się niższą zawartością alfa kwasów. Opóźnienie zbioru również wpływa niekorzystnie na jakość surowca. Szyszki stają się kruche, co zwiększa straty podczas zbioru maszynowego. Jednocześnie pogarszają się ich właściwości chemiczne ważne dla przemysłu piwowarskiego.

8.1. Zbiór

Chmiel zbiera się przy użyciu stacjonarnych maszyn zrywających, dlatego pierwszym etapem pracy jest pozyskanie roślin z plantacji oraz ich transport do stanowiska zbioru. Chmieliny (łodygi owinięte wokół jednego przewodnika) są odcinane od karpy, a następnie odrywane od siatki nośnej chmielnika. Czynności te zazwyczaj wykonuje się ręcznie, natomiast w większych gospodarstwach chmielarskich wykorzystuje się automatyczne zrywacze obsługiwane przez traktorzystę. Chmieliny są umieszczane w podajniku maszyny zrywającej szyszki, gdzie następuje oderwanie szyszek i części liści od pędów. Zerwana masa szyszek i liści jest następnie poddawana czyszczeniu na specjalnych czyszczalniach wykorzystujących różnice w kształcie i masie poszczególnych części roślin. Maszyna do zbioru chmielu powinna być dobrze uregulowana, tak aby dokładnie odrywać szyszki nie pozostawiając ich na pędach, nie rozkruszać szyszek podczas zrywania, dobrze oddzielać szyszki od zanieczyszczeń, tj. liści i fragmentów pędów oraz nie pozostawiać tych zanieczyszczeń w zerwanym surowcu, a także ograniczać przedostawanie się szyszek do frakcji odpadów.

8.2. Suszenie

Zerwane i oczyszczone szyszki chmielu powinny być jak najszybciej wysuszone, gdyż przetrzymywane w stanie świeżym szybko tracą swoje walory. Prawidłowe suszenie pozwala na zachowanie cennych właściwości chemicznych szyszek nawet przez kilka miesięcy. Chmiel suszony jest w specjalnych suszarniach żaluzjowych opalanych paliwem stałym,

ciekłym lub gazowym. Najczęściej stosowane są wielokondygnacyjne suszarnie komorowe, w których czynnikiem suszącym jest powietrze ogrzane do temperatury 45-60ºC. Dzięki specjalnej konstrukcji suszarni ogrzane powietrze przemieszcza się od dołu ku górze przez poszczególne kondygnacje wypełnione chmielem o różnym stopniu wysuszenia. Świeże szyszki są umieszczane na najwyższym poziomie suszarni. Nad nim w dachu znajduje się wywietrznik służący do odprowadzania wilgotnego powietrza. Suszenie wstępne na górnym sicie trwa 2-3 godziny, w tym czasie warstwa szyszek powinna być kilkakrotnie przemieszana, aby zapewnić równomierne wysuszenie. Wstępnie wysuszone szyszki są przesypywane na niższe kondygnacje suszarni, gdzie odbywa się ich dosuszanie. Świeże szyszki chmielu mają wilgotność około 80%. Po wysuszeniu, wilgotność najdłużej schnącej osadki, nie powinna przekraczać 6%. Czas suszenia zależy od budowy szyszek. Szyszki o delikatnej osadce suszy się przeważnie około 6 godzin, te o grubszej osadce około 8 godzin. Prawidłowo wysuszone szyszki chmielu powinny mieć barwę jasnozieloną oraz cytrynowożółtą lupulinę. Osadka powinna łatwo się łamać podczas zgniatania w palcach.

8.3. Nawilżanie i pakowanie

Po zakończeniu suszenia szyszki są bardzo kruche i łatwo ulegają uszkodzeniu, dlatego przed zapakowaniem należy zwiększyć ich elastyczność. Uzyskuje się to przez wtórne zwiększenie wilgotności suszu do około 11-12%. Wysuszony chmiel jest higroskopijny, a więc stopniowo pochłania wodę z powietrza. Susz można więc nawilżyć w sposób naturalny, przechowując go w dobrze przewietrzanych magazynach, w luźnych stosach przez okres około 2 tygodni. Jednak długotrwałe przetrzymywanie niespakowanego suszu powoduje utlenianie cennych składników chemicznych i w konsekwencji pogorszenie jego jakości. Szyszki powinny być zatem jak najszybciej sprasowane i zapakowane, aby ograniczyć dostęp powietrza. W integrowanej technologii produkcji proces nawilżania należy przeprowadzić możliwie szybko. Służą do tego klimatyzatory, w których warstwa suszu jest przedmuchiwana powietrzem o temperaturze około 25-28ºC i wilgotności względnej 80-95%. W klimatyzatorze proces nawilżania można skrócić nawet do 90 min. Bardzo istotne jest równomierne nawilżenie całej partii chmielu.

Nawilżone szyszki odzyskują elastyczność. Pozwala to na ich bezpieczne pakowanie bez obawy o rozkruszenie. Chmiel pakowany jest w worki chmielarskie cylindryczne o średnicy 70 cm i wysokości 200 cm lub worki w kształcie prostopadłościanu. Worek taki powinien zawierać około 60-70 kg sprasowanych szyszek. Prawidłowe wypełnienie worka odpowiednią masą suszu chmielowego wymaga użycia prasy. Prasowanie chmielu nie tylko zmniejsza objętość surowca, ale również ogranicza penetrację powietrza, co hamuje procesy utleniania żywic chmielowych cennych dla przemysłu piwowarskiego. Do pakowania chmielu używane są prasy mechaniczne z regulowaną siłą nacisku. Równomierne napełnienie worka następuje przez sprasowanie kilku porcji chmielu. Równomierne wypełnienie worka odpowiednią masą suszu wpływa na zachowanie jakości surowca. Zbyt luźne pakowanie ułatwia dostęp powietrza, co przyspiesza niekorzystne przemiany cennych składników szyszek i pogarsza ich jakość, a także zwiększa ryzyko rozkruszania szyszek. Nadmierne ugniatanie suszu w worku prowadzi do uszkodzenia gruczołów lupulinowych, co przyspiesza degradację najważniejszych metabolitów chmielu zawartych w lupulinie.

8.4. Przechowywanie chmielu

W czasie przechowywania w szyszkach chmielu zachodzą niekorzystne przemiany prowadzące do obniżenia ich wartości browarniczej, określane ogólnym mianem starzenia szyszek. Tempo tych przemian w dużym stopniu zależy od warunków magazynowania surowca. Czynnikami w największym stopniu oddziałującymi na tempo i stopień starzenia chmielu są temperatura przechowywania oraz dostępność tlenu i światła. Dobrze wysuszony, sprasowany chmiel może być przechowywany przez okres kilku miesięcy w suchych magazynach pozbawionych obcych zapachów i dostępu światła oraz w niskiej temperaturze, najlepiej w granicach od +1°C do +5°C. W takich warunkach niekorzystne procesy utleniania najważniejszych metabolitów chmielu zachodzą bardzo powoli, co pozwala na zachowanie wysokiej jakości surowca przez dłuższy czas.

Spakowanie szyszek o zbyt dużej wilgotności nie tylko wpływa niekorzystnie na jakość surowca, ale może być też niebezpieczne. W obecności wilgoci i tlenu zachodzą egzotermiczne procesy utleniania żywic i materii organicznej prowadzące do wzrostu temperatury wewnątrz worka chmielowego. Pod wpływem wysokiej temperatury susz początkowo brązowieje, a w skrajnych sytuacjach może dojść do jego samozapłonu.

Obecnie chmiel jest niemal w całości przetwarzany na produkty chmielowe, głównie granulaty i ekstrakty o standaryzowanej zawartości alfa kwasów. Przerób następuje w ciągu kilku miesięcy po zbiorach, tak aby straty cennych dla piwowarstwa substancji aktywnych chmielu były jak najmniejsze.

Wysuszony i zapakowany chmiel jest dopuszczany do obrotu handlowego po uzyskaniu certyfikatu. Certyfikat jest wydawany przez Państwową Inspekcję Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych na podstawie badań laboratoryjnych. Potwierdza on, że dana partia chmielu pochodząca z jednej odmiany spełnia minimalne wymagania jakościowe w zakresie wilgotności, zawartości zanieczyszczeń organicznych i zawartości nasion. Wilgotność szyszek nie może przekraczać 14%, zawartość zanieczyszczeń grubych 6%, zawartość zanieczyszczeń drobnych 4%. Zawartość nasion w chmielu niezaziarnionym nie może być większa niż 2%.

Najważniejsze zasady zbioru i wstępnego przygotowania surowca w integrowanej produkcji chmielu zestawiono w tabeli 25.

Tabela 25. Najważniejsze zasady zbioru i wstępnego przygotowania surowca w integrowanej produkcji chmielu

Etap zbioru lub przygotowania surowca	Najważniejsze zasady wpływające na jakość plonu
Dojrzałość szyszek	– zbiór szyszek przeprowadzać w fazie dojrzałości technologicznej, – optymalny termin zbioru ustalić w oparciu o cechy fizyczne szyszek lub analizę składu chemicznego.
Pozyskiwanie roślin chmielu z plantacji	– maksymalnie skrócić czas od zerwania roślin na polu do oberwania szyszek i ich wysuszenia, – dostosować tempo pozyskiwania roślin z plantacji do wydajności maszyny do zbioru szyszek, tak aby zerwane rośliny nie oczekiwały na zbiór.

c.d. Tabela 25.

Etap zbioru lub przygotowania surowca	Najważniejsze zasady wpływające na jakość plonu
Zrywanie szyszek z roślin chmielu zebranych z plantacji	Maszynę do zbioru szyszek wyregulować tak, aby: – szyszki były dokładnie odrywane i nie pozostawały na pędach, – podczas zrywania szyszki nie były uszkadzane i rozkruszane, – w zerwanym surowcu nie pozostawały liście oraz fragmenty pędów, – szyszki nie przedostawały się do frakcji odpadów.
Suszenie szyszek	– szyszki należy suszyć w suszarni o dobrej wentylacji, – nie przekraczać maksymalnej masy zasypu, – dbać o równomierne suszenie całej warstwy szyszek poprzez systematyczne przegarnianie, – kontrolować temperaturę czynnika suszącego i nie dopuszczać do podniesienia temperatury suszenia powyżej 60°C, – kontrolować wilgotność chmielu wyjmowanego z suszarni, powinna ona wynosić około 6%.
Nawilżanie suszu	– maksymalnie skrócić okres nawilżania suszu, – zadbać o równomierne nawilżenie całej partii suszu do około 11-12%.
Pakowanie surowca	– po nawilżeniu chmiel jak najszybciej spakować do worków chmielarskich, – zadbać o równomierne wypełnienie worków odpowiednią masą suszu.
Magazynowanie surowca	do czasu przerobu przechowywać chmiel w chłodnym magazynie, pozbawionym dostępu światła i obcych zapachów.

9. FAZY ROZWOJOWE ROŚLIN CHMIELU

Poprawne określenie fazy rozwojowej rośliny uprawnej jest niezwykle istotnym elementem integrowanej ochrony roślin. Pozwala nie tylko na prawidłowe określenie progu szkodliwości choroby lub szkodnika, ale również na terminowe wdrożenie agrotechnicznych metod ochrony roślin, co zwiększa ich skuteczność. Fazy fenologiczne powinny być również podstawą programowania nawożenia roślin, szczególnie nawozami azotowymi. Prawidłowe wyznaczenie okresów największego zapotrzebowania roślin na niektóre składniki pokarmowe pozwala na ich lepsze wykorzystanie.

Obecnie najbardziej uniwersalną i jednocześnie najprostszą skalą do określania głównych faz rozwojowych roślin jedno- oraz dwuliściennych jest skala BBCH przyjęta w krajach Unii Europejskiej. Skala ta, w całym rozwoju rośliny, określa 10 wyraźnie różniących się faz rozwojowych, tzw. faz głównych. Fazy te ponumerowane są od 0 do 9, przy czym wyższa cyfra wskazuje na późniejszą fazę rozwojową rośliny. W celu dokładniejszego określenia rozwoju poszczególnych gatunków roślin, w obrębie każdej fazy głównej wydzielono szereg charakterystycznych etapów pośrednich, numerując je również od 0 do 9. Precyzyjne określenie fazy rozwojowej opiera się więc na dwucyfrowym kodzie, w którym pierwsza cyfra oznacza główną fazę rozwojową natomiast druga – etap pośredni. Przejście od jednej fazy do kolejnej odbywa się w sposób płynny. Przyjmuje się, że początek fazy przypada wówczas, gdy 10% roślin ma cechy charakterystyczne dla danej fazy rozwojowej,

natomiast pełnia – gdy 50 % roślin posiada te cechy. Długość fazy rozwojowej zależna jest od gatunku rośliny, odmiany oraz od warunków atmosferycznych w danym regionie uprawy.

Klucz do określania faz rozwojowych chmielu BBCH

Główna faza rozwojowa 0: Wschody

00 Spoczynek: karpa bez widocznych pędów (przed cięciem)
01 Spoczynek: karpa bez widocznych pędów (cięcie przeprowadzone)
07 Początek wzrostu pędów pod powierzchnią gleby (karpa przed cięciem)
08 Początek wzrostu pędów pod powierzchnią gleby (cięcie przeprowadzone)
09 Pierwsze pędy widoczne na powierzchni gleby

Główna faza rozwojowa 1: Rozwój liści

11 Rozwinięta pierwsza para liści
12 Rozwinięta druga para liści (początek okręcania się pędów)
13 Rozwinięta trzecia para liści
1. Fazy trwają aż do…
19 Rozwinięta dziewiąta i następne pary liści

Główna faza rozwojowa 2: Tworzenie pędów bocznych

21 Widoczna pierwsza para pędów bocznych
22 Widoczna druga para pędów bocznych
23 Widoczna trzecia para pędów bocznych
2. Fazy trwają aż do…
29 Rozwinięta dziewiąta i następne pary pędów bocznych (pojawiają się pędy boczne drugiego rzędu)

Główna faza rozwojowa 3: Wydłużanie się pędów głównych

31 Pędy osiągają 10% wysokości konstrukcji nośnej chmielnika
32 Pędy osiągają 20% wysokości konstrukcji nośnej chmielnika
33 Pędy osiągają 30% wysokości konstrukcji nośnej chmielnika
3. Fazy trwają aż do…
38 Pędy dorastają do siatki nośnej chmielnika
39 Zakończenie wzrostu pędów głównych

Główna faza rozwojowa 5: Rozwój kwiatostanów

51 Widoczne pąki kwiatostanów
55 Nabrzmiałe pąki kwiatostanów

Główna faza rozwojowa 6: Kwitnienie

61 Początek kwitnienia: około 10% kwiatostanów otwartych
62 Około 20% kwiatostanów otwartych
63 Około 30% kwiatostanów otwartych

64 Około 40% kwiatostanów otwartych
65 Pełnia kwitnienia: około 50% kwiatostanów otwartych
66 Około 60% kwiatostanów otwartych
67 Około 70% kwiatostanów otwartych
68 Około 80% kwiatostanów otwartych
69 Koniec kwitnienia

Główna faza rozwojowa 7: Rozwój szyszek
71 Początek wiązania szyszek: 10% kwiatostanów przekształcona w szyszki
75 Połowa fazy rozwoju szyszek: wszystkie kwiatostany przekształcone w szyszki, szyszki małe, znamiona słupków nadal widoczne
79 Rozwój szyszek zakończony: niemal wszystkie szyszki osiągają maksymalną wielkość, szyszki miękkie

Główna faza rozwojowa 8: Dojrzewanie szyszek
81 Początek dojrzewania: 10% szyszek z zamkniętymi listkami
82 20% szyszek z zamkniętymi listkami
83 30% szyszek z zamkniętymi listkami
84 40% szyszek z zamkniętymi listkami
85 Zaawansowane dojrzewanie: 50% szyszek z zamkniętymi listkami
86 60% szyszek z zamkniętymi listkami
87 70% szyszek z zamkniętymi listkami
88 80% szyszek z zamkniętymi listkami
89 Szyszki dojrzałe do zbioru: zamknięte listki, lupulina barwy żółto-złotej, pełny chmielowy aromat

Główna faza rozwojowa 9: Starzenie się i wchodzenie w okres spoczynku
92 Dojrzałość fizjologiczna: szyszki żółto-brązowe, obniżenie jakości aromatu
97 Okres spoczynku: liście i pędy nadziemne zamierają

10. ZASADY HIGIENICZNO-SANITARNE W INTEGROWANEJ PRODUKCJI ROŚLIN

W trakcie zbiorów oraz przygotowania do sprzedaży płodów rolnych wyprodukowanych w systemie integrowanej produkcji roślin producent zapewnia utrzymanie następujących zasad higieniczno-sanitarnych.

10.1. Higiena osobista pracowników

1. Osoby pracujące przy zbiorze i przygotowaniu do sprzedaży płodów rolnych powinny:
   – nie być nosicielem ani nie chorować na choroby mogące przenosić się przez żywność;

- utrzymywać czystość osobistą, przestrzegać zasad higieny a w szczególności często w trakcie pracy myć dłonie;
- nosić czyste ubrania, a gdzie konieczne ubrania ochronne;
- skaleczenia i otarcia skóry opatrywać wodoszczelnym opatrunkiem.

2. Producent roślin zapewnia osobom pracującym przy zbiorze i przygotowaniu do sprzedaży płodów rolnych:
   - nieograniczony dostęp do umywalek i ubikacji, środków czystości, ręczników jednorazowych lub suszarek do rąk itp.;
   - przeszkolenie w zakresie higieny.

10.2. Wymagania higieniczne w odniesieniu do płodów rolnych przygotowywanych do sprzedaży

1. Producent roślin podejmuje odpowiednio do potrzeb działania zapewniające:
   - wykorzystanie do mycia płodów rolnych, według potrzeb, wody czystej lub w klasie wody przeznaczonej do spożycia;
   - zabezpieczenie płodów rolnych w trakcie zbiorów i po zbiorach przed zanieczyszczeniem fizycznym, chemicznym i biologicznym.

10.3. Wymagania higieniczne w systemie integrowanej produkcji roślin w odniesieniu do opakowań i środków transportu oraz miejsc do przygotowywania płodów rolnych do sprzedaży

1. Producent w systemie integrowanej produkcji roślin podejmuje odpowiednio do potrzeb działania zapewniające:
   - utrzymanie czystości pomieszczeń (wraz z wyposażeniem), środków transportu oraz opakowań;
   - niedopuszczanie zwierząt gospodarczych i domowych do pomieszczeń, pojazdów i opakowań;
   - eliminowanie organizmów szkodliwych (agrofagów roślin i organizmów niebezpiecznych dla ludzi) mogących być przyczyną powstających zanieczyszczeń lub zagrożeń zdrowia ludzi np. mykotoksynami;
   - nieskładowanie odpadów i substancji niebezpiecznych razem z przygotowywanymi do sprzedaży płodami rolnymi.

11. LISTA OBLIGATORYJNYCH CZYNNOŚCI I ZABIEGÓW W INTEGROWANEJ PRODUKCJI CHMIELU

Wymagania obligatoryjne (zgodność 100%, tj. 7 punktów)			
Lp.	**Punkty kontrolne**	**TAK/NIE**	**Komentarz**
1.	Stosowanie środków ochrony roślin z wykazu środków	□/□	

	zalecanych do IP.		
2.	Wykonywanie analizy gleby pod kątem odczynu oraz na zawartość przyswajalnego fosforu, potasu i magnezu - przynajmniej raz na 4 lata.	☐/☐	
3.	Racjonalne nawożenie w oparciu o wyniki analiz zasobności gleby oraz stosowanie nawozów azotowych z uwzględnieniem podziału dawki w terminach dostosowanych do fazy rozwojowej roślin.	☐/☐	
4.	Regulacja odczynu gleby poprzez wapnowanie, jeśli na taką potrzebę wskazują wyniki analiz glebowych.	☐/☐	
5.	Systematyczne prowadzenie lustracji pod kątem występowania mączniaka rzekomego w okresie od wybijania młodych pędów roślin do fazy tworzenia pędów bocznych - co 10 dni, a następnie w fazie kwitnienia i zawiązywania szyszek do dojrzałości technologicznej – minimum 1 raz w tygodniu. Monitorowanie mączniaka prawdziwego chmielu od połowy czerwca do fazy kwitnienia - co 10 dni, natomiast w fazie kwitnienia i zawiązywania szyszek do dojrzałości technologicznej – minimum 1 raz w tygodniu.	☐/☐	
6.	Prowadzenie obserwacji występowania mszycy śliwowo-chmielowej w okresie od czerwca do fazy kwitnienia – co 10 dni, natomiast począwszy od fazy kwitnienia do dojrzałości technologicznej szyszek – przynajmniej 1 raz w tygodniu. Monitorowanie przędziorka chmielowca od fazy kwitnienia chmielu do dojrzałości technologicznej – minimum 1 raz w tygodniu.	☐/☐	
7.	Wykorzystanie w regulacji zachwaszczenia w pierwszej kolejności metod agrotechnicznych, a w przypadku ochrony chemicznej właściwy dobór dawki i terminu stosowania z uwzględnieniem poziomu wrażliwości występujących w uprawie gatunków chwastów.	☐/☐	
	Suma punktów		

Uwaga:
Realizację wszystkich wymogów z listy obligatoryjnych czynności i zabiegów w systemie integrowanej produkcji należy udokumentować w notatniku integrowanej produkcji roślin.

12. LISTA KONTROLNA DLA UPRAW SPECJALNYCH

Wymagania podstawowe (zgodność 100%, tj. 28 punktów)			
Lp.	**Punkty kontrolne**	**TAK/NIE**	**Komentarz**
1.	Czy producent prowadzi produkcję i ochronę roślin według szczegółowych metodyk zatwierdzonych przez Głównego Inspektora?	☐/☐	

c.d. Wymagania podstawowe

Lp.	Punkty kontrolne	TAK/NIE	Komentarz
2.	Czy producent posiada aktualne szkolenie IP potwierdzone zaświadczeniem z zastrzeżeniem art. 64 ust. 4, 5, 7 i 8 ustawy o środkach ochrony roślin?	□/□	
3.	Czy w gospodarstwie znajdują się i są przechowywane wszystkie wymagane dokumenty (np. metodyki, notatniki)?	□/□	
4.	Czy Notatnik IP jest prowadzony prawidłowo i na bieżąco?	□/□	
5.	Czy producent stosuje nawożenie na podstawie faktycznego zapotrzebowania roślin na składniki pokarmowe, określone w szczególności na podstawie analiz gleby lub roślin?	□/□	
6.	Czy producent systematycznie dokonuje obserwacji kontrolnych upraw i odnotowuje je w notatniku?	□/□	
7.	Czy producent postępuje z pustymi opakowaniami po środkach ochrony roślin i środkami przeterminowanymi zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa?	□/□	
8.	Czy ochrona chemiczna roślin jest zastępowana metodami alternatywnymi wszędzie tam gdzie jest to uzasadnione?	□/□	
9.	Czy ochrona chemiczna roślin jest prowadzona w oparciu o progi ekonomicznej szkodliwości i sygnalizację organizmów szkodliwych (tam gdzie to jest możliwe)?	□/□	
10.	Czy zabiegi środkami ochrony roślin są wykonywane wyłącznie przez osoby posiadające aktualne, na czas wykonywania zabiegów, zaświadczenie o ukończeniu szkolenia w zakresie stosowania środków ochrony roślin lub doradztwa dotyczącego środków ochrony roślin lub integrowanej produkcji roślin lub inny dokument potwierdzający uprawnienia do stosowania środków ochrony roślin?	□/□	
11.	Czy aplikowane środki ochrony roślin są dopuszczone do stosowania w danej uprawie - roślinie?	□/□	
12.	Czy każde zastosowanie środków ochrony roślin jest zanotowane w Notatniku IP z uwzględnieniem powodu stosowania, daty i miejsca stosowania oraz powierzchni uprawy, dawki i ilości cieczy użytkowej na jednostkę powierzchni?	□/□	
13.	Czy zabiegi ochrony roślin były przeprowadzane w odpowiednich warunkach (optymalna temperatura, wiatr poniżej 4 m/s)?	□/□	
14.	Czy przestrzega się rotacji substancji czynnych środków ochrony roślin wykorzystywanych do wykonywania zabiegów – jeżeli jest to możliwe?	□/□	
15.	Czy producent ogranicza liczbę zabiegów i ilość stosowanych środków ochrony roślin do niezbędnego minimum ?	□/□	
16.	Czy producent posiada urządzenia pomiarowe pozwalające dokładnie określić ilość odmierzanego środka ochrony roślin?	□/□	

c.d. Wymagania podstawowe

Lp.	Punkty kontrolne	TAK/NIE	Komentarz
17.	Czy warunki bezpiecznego stosowania środków określone w etykietach są przestrzegane?	☐/☐	
18.	Czy producent przestrzega zapisów etykiety dotyczących zachowania środków ostrożności związanych z ochroną środowiska naturalnego, tj. np. zachowania stref ochronnych i bezpiecznych odległości od terenów nieużytkowanych rolniczo?	☐/☐	
19.	Czy przestrzegane są okresy prewencji i karencji?	☐/☐	
20.	Czy nie są przekraczane dawki oraz maksymalna liczba zabiegów w sezonie wegetacyjnym określona w etykiecie środka ochrony roślin?	☐/☐	
21.	Czy opryskiwacze wymienione w Notatniku IP są sprawne i mają aktualne badania techniczne?	☐/☐	
22.	Czy producent przeprowadza systematyczną kalibrację opryskiwacza/-y?	☐/☐	
23.	Czy producent posiada wydzielone miejsce do napełniania i mycia opryskiwaczy?	☐/☐	
24.	Czy postępowanie z resztkami cieczy użytkowej jest zgodne z zapisami etykiet środków ochrony roślin?	☐/☐	
25.	Czy środki ochrony roślin są przechowywane w oznakowanym, zamkniętym pomieszczeniu w sposób zabezpieczający przed skażeniem środowiska?	☐/☐	
26.	Czy wszystkie środki ochrony roślin są przechowywane wyłącznie w oryginalnych opakowaniach?	☐/☐	
27.	Czy producent IP przestrzega przy produkcji roślin zasad higieniczno-sanitarnych, w szczególności określonych w metodykach?	☐/☐	
28.	Czy są zapewnione odpowiednie warunki dla rozwoju i ochrony organizmów pożytecznych?	☐/☐	
	Suma punktów		

Wymagania dodatkowe dla polowych upraw specjalnych (zgodność min. 50%, tj. 8 punktów)			
Lp.	**Punkty kontrolne**	**TAK/NIE**	**Komentarz**
1.	Czy uprawiane odmiany roślin zostały dobrane pod kątem integrowanej produkcji roślin?	☐/☐	
2.	Czy zastosowany materiał nasadzeniowy posiada dokument potwierdzający jego zdrowotność?	☐/☐	
3.	Czy każda kwatera/pole jest oznaczona zgodnie z wpisem w Notatniku IP?	☐/☐	
4.	Czy producent wykonał wszystkie niezbędne zabiegi agrotechniczne zgodnie z metodykami IP?	☐/☐	
5.	Czy w gospodarstwie prowadzi się działania ograniczające erozję gleby?	☐/☐	
6.	Czy producent stosuje nawozy naturalne lub organiczne?	☐/☐	

c.d. Wymagania dodatkowe

Lp.	Punkty kontrolne	TAK/NIE	Komentarz
7.	Czy do wykonania zabiegu zostały użyte opryskiwacze wyszczególnione w notatniku IP?	☐/☐	
8.	Czy maszyny do stosowania nawozów są utrzymane w dobrym stanie technicznym?	☐/☐	
9.	Czy maszyny do stosowania nawozów umożliwiają dokładne ustalenie dawki?	☐/☐	
10.	Czy każde zastosowane nawożenie jest zanotowane z uwzględnieniem formy, rodzaju, daty stosowania, ilości oraz miejsca stosowania i powierzchni?	☐/☐	
11.	Czy nawozy i opakowania po nawozach są magazynowane w oddzielnym, wyznaczonym do tego celu pomieszczeniu, w sposób zabezpieczający przed skażeniem środowiska?	☐/☐	
12.	Czy producent zabezpiecza puste opakowania po środkach ochrony roślin przed dostępem osób postronnych?	☐/☐	
13.	Czy producent posiada odpowiednio przygotowane miejsce do zbierania odpadów i odrzuconych płodów rolnych?	☐/☐	
14.	Czy w pobliżu miejsc pracy znajdują się apteczki pierwszej pomocy medycznej?	☐/☐	
15.	Czy w gospodarstwie są wyraźnie oznaczone miejsca niebezpieczne np. miejsca przechowywania środków ochrony roślin?	☐/☐	
16.	Czy producent korzysta z usług doradczych?	☐/☐	
	Suma punktów		

Zalecenia dla upraw specjalnych (realizacja min. 20%, tj. 2 punkty)			
Lp.	**Punkty kontrolne**	**TAK/NIE**	**Komentarz**
1.	Czy dla gospodarstwa są sporządzone mapy glebowe?	☐/☐	
2.	Czy nawozy nieorganiczne są magazynowane w czystym i suchym pomieszczeniu?	☐/☐	
3.	Czy wykonano analizę chemiczną nawozów naturalnych na zawartość składników pokarmowych?	☐/☐	
4.	Czy w gospodarstwie jest system nawadniający zapewniający optymalne zużycie wody?	☐/☐	
5.	Czy jest stosowana w międzyrzędziach uprawa roślin przeznaczonych na zielony nawóz?	☐/☐	
6.	Czy oświetlenie w pomieszczeniu gdzie przechowywane są środki ochrony roślin umożliwia odczytywanie informacji zawartych na opakowaniach środków ochrony roślin?	☐/☐	

c.d. Zalecenia

Lp.	Punkty kontrolne	TAK/NIE	Komentarz
7.	Czy producent wie jak należy postępować w przypadku rozlania lub rozsypania się środków ochrony roślin i czy ma narzędzia do przeciwdziałania takiemu zagrożeniu?	□/□	
8.	Czy producent ogranicza dostęp do kluczy i magazynu, w którym przechowuje środki ochrony roślin, osobom niemającym uprawnień w zakresie ich stosowania?	□/□	
9.	Czy producent przechowuje w gospodarstwie tylko środki ochrony roślin dopuszczone do stosowania w uprawianych przez siebie gatunkach?	□/□	
10.	Czy producent pogłębia wiedzę na spotkaniach, kursach lub konferencjach poświęconych integrowanej produkcji roślin?	□/□	
	Suma punktów		

13. OGÓLNE ZASADY WYDAWANIA CERTYFIKATÓW W INTEGROWANEJ PRODUKCJI ROŚLIN

Zamiar stosowania integrowanej produkcji roślin zainteresowany producent roślin zgłasza corocznie podmiotowi certyfikującemu, nie później niż 30 dni przed siewem albo sadzeniem roślin, albo w przypadku roślin wieloletnich, przed rozpoczęciem okresu ich wegetacji.

Podmiot certyfikujący prowadzi kontrolę producentów roślin stosujących integrowaną produkcję roślin. Czynności kontrolne obejmują w szczególności:

- ukończenie szkolenia z zakresu IP;
- prowadzenie produkcji zgodnie z metodykami zatwierdzonymi przez Głównego Inspektora Ochrony Roślin i Nasiennictwa;
- nawożenie;
- dokumentowanie procesu produkcji;
- przestrzeganie zasad higieniczno-sanitarnych;
- pobieranie próbek i kontrolę najwyższych dopuszczalnych pozostałości środków ochrony roślin oraz poziomów azotanów, azotynów i metali ciężkich w roślinach i produktach roślinnych.

Badaniom pod kątem najwyższych dopuszczalnych pozostałości środków ochrony roślin oraz poziomów azotanów, azotynów i metali ciężkich w roślinach poddaje się rośliny lub produkty roślinne u nie mniej niż 20% producentów roślin wpisanych do rejestru producentów prowadzonych przez podmiot certyfikujący, przy czym w pierwszej kolejności badania przeprowadza się u producentów roślin, w przypadku których istnieje podejrzenie niestosowania wymagań integrowanej produkcji roślin. Badania przeprowadza się w laboratoriach posiadających akredytację w odpowiednim zakresie udzieloną w trybie przepisów ustawy z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności lub przepisów rozporządzenia nr 765/2008. Producenci towarów roślinnych przeznaczonych do spożycia

przez ludzi powinni znać wartości najwyższych dopuszczalnych pozostałości pestycydów (Rozporządzenie (WE) nr 396/2005 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 lutego 2005 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych poziomów pozostałości pestycydów w żywności i paszy pochodzenia roślinnego i zwierzęcego oraz na ich powierzchni. Powinni oni dążyć do ograniczania i minimalizacji pozostałości, poprzez wydłużanie okresu pomiędzy stosowaniem środków ochrony roślin a zbiorem. Aktualnie obowiązujące wartości najwyższych dopuszczalnych poziomów pozostałości pestycydów na obszarze Wspólnoty Europejskiej publikowane są pod adresem internetowym:

https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/mrls/?event=search.pr

Poświadczeniem stosowania integrowanej produkcji roślin jest certyfikat wydawany na wniosek producenta roślin. Certyfikat poświadczający stosowanie integrowanej produkcji roślin wydaje się, jeżeli producent roślin spełnia następujące wymagania:

- ukończył szkolenie w zakresie integrowanej produkcji roślin i posiada zaświadczenie o ukończeniu tego szkolenia, z zastrzeżeniem art. 64 ust. 4, 5, 7 i 8 ustawy o środkach ochrony roślin;
- prowadzi produkcję i ochronę roślin według szczegółowych metodyk zatwierdzonych przez Głównego Inspektora i udostępnionych na stronie internetowej administrowanej przez Główny Inspektorat Ochrony Roślin i Nasiennictwa;
- stosuje nawożenie na podstawie faktycznego zapotrzebowania roślin na składniki pokarmowe, określone w szczególności na podstawie analiz gleby lub roślin;
- dokumentuje prawidłowo prowadzenie działań związanych z integrowaną produkcją roślin;
- przestrzega przy produkcji roślin zasad higieniczno-sanitarnych, w szczególności określonych w metodykach;
- w próbkach roślin i produktów roślinnych pobranych do badań, nie stwierdzono przekroczenia najwyższych dopuszczalnych pozostałości środków ochrony roślin oraz poziomów azotanów, azotynów i metali ciężkich;
- przestrzega przy produkcji roślin wymagań z zakresu ochrony roślin przed organizmami szkodliwymi, w szczególności określonych w metodykach.

Certyfikat poświadczający stosowanie integrowanej produkcji roślin wydaje się na okres niezbędny do zbycia roślin, jednak nie dłużej niż na okres 12 miesięcy.

Producent roślin, który otrzymał certyfikat poświadczający stosowanie integrowanej produkcji roślin, może używać Znaku Integrowanej Produkcji Roślin do oznaczania roślin, dla których został wydany ten certyfikat. Wzór znaku Główny Inspektor udostępnia na stronie internetowej administrowanej przez Główny Inspektorat Ochrony Roślin i Nasiennictwa.