



Mazowiecki Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Warszawie

Innowacyjne rozwiązania w uprawie papryki pod osłonami wysokimi



SIEĆ NA RZECZ
INNOWACJI W ROLNICTWIE
I NA OBSZARACH WIEJSKICH



Krajowa Sieć
Obszarów Wiejskich



Program
Rozwoju
Obszarów
Wiejskich
na lata 2014-2020

„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”

„Instytucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014 - 2020 — Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi”

Publikacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach Schematu II Pomocy Technicznej

„Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020

Publikacja opracowana przez Mazowiecki Ośrodek Doradztwa Rolniczego z siedzibą w Warszawie

Spis treści

Nowoczesne metody produkcji rozsady z wykorzystaniem tuneli foliowych oraz warunki adaptacji rozsady na miejscu stałym	2
Nawadnianie papryki.....	11
Patogeny zagrażające uprawie papryki pod osłonami oraz możliwości ograniczania chorób.....	27



Dr Agnieszka Stębowska

Instytut Ogrodnictwa PIB

Nowoczesne metody produkcji rozsady z wykorzystaniem tuneli foliowych oraz warunki adaptacji rozsady na miejscu stałym.

Najlepsze warunki do produkcji pełnowartościowej rozsady papryki zapewniają nowoczesne szklarnie w specjalistycznych gospodarstwach, w których można zamówić pikówkę lub rozsadę gotową do sadzenia. Gospodarcze mnożarki - ogrzewane tunele również muszą spełniać wysokie wymagania techniczne, zwłaszcza w zakresie ogrzewania. Często jednak pozostawiają wiele do życzenia, choćby pod względem szczelności i czystości powłok foliowych. Niedostatek światła, nieefektywne ogrzewanie, wentylacja i brak systemów umożliwiających równomierne nawadnianie to przyczyny osłabienia kondycji rozsady (wybieganie roślin, zła architektura systemu korzeniowego) oraz pojawiania się mikroflory konkurującej z nią o wodę i składniki pokarmowe. Zaniedbania „porządkowe” (chwasty, resztki starych materiałów itp.) sprzyjają infekcjom chorobowym i pojawom szkodników. Konsekwencją jest nasilenie problemów adaptacyjnych po posadzeniu roślin, zwłaszcza gdy w obiektach uprawowych panują niekorzystne warunki klimatyczno-glebowe (za niska temperatura podłoża i/lub powietrza, upały, podmoknięcia, zmęczenie gleby itp.)

Nie sztuką jest wyprodukowanie rozsady, ale uzyskanie młodych roślin o najlepszych parametrach i to przy efektywnym wykorzystaniu zasobów własnych i środowiska wymaga trochę zachodu. Nie jest jednak ani niemożliwe, ani specjalnie trudne. Podstawą są pewne inwestycje początkowo i żelazna konsekwencja w wykorzystywaniu ich możliwości. Trzeba też uwierzyć, że fizjologię roślin określają przebadane i stwierdzone dla danego gatunku, mierzalne parametry środowiska np. klimatu. Nie jesteśmy w stanie działać wbrew nim, a jednocześnie uzyskać jakość roślin, przewidzianą dla nich przez naturę. Dlatego podstawą sukcesu jest znajomość wymagań roślin i zapewnienie im warunków wzrostu jak najbardziej zbliżonych do optymalnych, zwłaszcza za młodu i w czasie aklimatyzacji. W naszym życiu też staramy się najlepiej zadbać o dzieci i młodzież, w przewidywaniu, że dobrze przygotowane za młodu, dadzą sobie radę w dorosłym życiu, nawet gdy nie będzie ono najłatwiejsze.

Od czego zaczynamy?

Obiekty tunelowe do produkcji rozsady powinny mieć stabilną konstrukcję, umożliwiającą dokładne i **szczerne pokrycie folią**. Ze względu na przepuszczalność światła najlepsza jest pojedyncza folia PE – pod warunkiem, że dbamy o to by była czysta. Lepsze warunki termiczne zapewnia podwójna powłoka foliowa z wtłoczonym do wnętrza powietrzem (poduszka powietrzna), którego ciśnienie i napięcie powłok zapewnia specjalna, automatyczna pompka z kompresorem. Powłoka taka może pokrywać zarówno boki jak i dach tunelu. Poduszka powietrzna, zależnie od kubatury tunelu i warunków zewnętrznych, pozwala na utrzymanie temperatury wewnętrznej o 4-8 °C wyższej niż zwykła folia. Im większy tunel tym jego wnętrze nagrzewa się wolniej, ale również wolniej stygnie niż pomieszczenia małe i niskie. Docelowo, więc średnia temperatura dobową jest korzystniejsza, i łatwiej jest sterować ogrzewaniem. Takie tunele wciąż jednak stanowią innowację w produkcji pod osłonami.

Tanią, alternatywą dla poduszki powietrznej jest zewnętrzna osłona ścian bocznych z folii pęcherzykowej, ale jeszcze bardziej ogranicza dostęp światła do roślin.

Wiadomo, że pomimo nawet „najcieplejszej folii”, konieczne jest ogrzewanie techniczne móżdżek. Najczęściej stosowanym rozwiązaniem są piece konwekcyjne tzw. kozy. Ich wadą jest nierównomierne rozprowadzanie ciepła (inne w pobliżu pieca, inne wokół rury odprowadzającej dym), konieczność osobistego pilnowania temperatury przez całą dobę i duża bezwładność systemu w przypadku gwałtownych zmian temperatury zewnętrznej. Każde zaniedbanie czy awaria prowadzi albo do przechłodzenia, albo przegrzania uprawy. Nieszczelności systemu mogą prowadzić też do emisji tlenku węgla, który jak wiadomo jest zabójczy dla ludzi (pół biedy gdy mamy nieszczelny tunel), ale może być też trujący dla roślin. Lepiej sprawdzają się piece nadmuchowe, z układem harmonijkowych przewodów wentylacyjnych umożliwiającym wydmuchiwanie ogrzanego powietrza pod stoły (kiełkowanie i wschody) lub ponad rośliny (dalszy wzrost rozsady). Rozmieszczenie rur można zmieniać w łatwy sposób. Ich wadą ale i zaletą jest szybkie osuszanie powietrza. Doskonale zadziała gdy w obiekcie kondensuje się para wodna lub „udało się” zalać podłoże. Nie tylko zwiększy się ewaporacja z substratu, ale i transpiracja, co zmusi rośliny do wyciągania wody z podłoża i jego osuszenie. Nadmierne osuszenie powietrza może skutkować jednak takim nasileniem transpiracji, że rośliny zaczną więdnąć. Jeśli jednak mamy do dyspozycji system

zraszania, a jeszcze lepiej zamgławiania, to wilgotność liści możemy szybko i bezpiecznie podwyższyć. Optymalne byłoby rozproszanie ogrzanego powietrza perforowanymi rękawami foliowymi umieszczonymi ponad roślinami.

Stoły i stelaże nadziemne można ogrzewać za pomocą przewodów ogrzewających je od spodu. Może to być system Kitec (pięciowarstwowe rurki polietylenowo-aluminiowe, wypełnione wodą o temperaturze 25-60 °C, umieszczone np. pod warstwą piasku) lub elektryczne druty/maty oporowe. Oprócz ceny, problematyczny jest tu tylko fakt, że ogrzewamy przede wszystkim podłoże. Może to spowodować że będzie ono miało taką samą a nawet wyższą temperaturę jak powietrze, co jest niekorzystne dla roślin. Wbrew pozorom powoduje to osłabienie wzrostu korzenie, a następnie masy nadziemnej. Sprawdzi się jednak sprawdzić jeśli pojemniki uprawowe ustawimy na ażurowych stołach/stelażach i umożliwimy pionową cyrkulację powietrza.

W każdym przypadku, niezależnie od systemu ogrzewania bardzo dobrym rozwiązaniem jest **zainstalowanie wentylatora pionowego** mieszającego warstwy powietrza o zróżnicowanej temperaturze, wilgotności i zawartości CO².

Najlepszym **systemem nawadniania** są podwieszane mikrozraszacze lub zraszacze wysokociśnieniowe (zamgławiacze działają schładzająco, ale nie są wystarczające do nawodnienia roślin),_z których równomierność rozprysku sprawdzamy przed ustawieniem roślin. Dzięki temu unika się nierównomiernego rozkładu wilgotności w podłożu (nagminne przy systemie polewowym, nawet z węża z sitkiem). Zapobiega to nierównomiernemu wzrostowi roślin, ogranicza namnażaniu porostów i glonów oraz mikroflory saprofitycznej (np. grzyb gipsówka brunatna) i patogenicznej (np. *Pythium* sp) a także owadów takich jak ziemiórki i brzegówki. W nowoczesnych, wielkopowierzchniowych tunelach można zainstalować przesuwaną belkę zraszającą, która w mniejszym stopniu zwiększa wilgotność powietrza, a bardziej precyzyjnie nawadnia rośliny. Wymaga jednak stabilnych warunków zamontowania i braku przeszkód na trasie ruchu.

Nawadnianie z węża z sitkiem nie pozwala na równomierne nawilżenie podłoża i jednakowy wzrost roślin. W niektórych miejscach substrat jest stale zalewany (i tam głównie gromadzi się niekorzystna mikroflora i ziemiórki), w innych przesycha zbyt szybko. Najlepiej byłoby podlewać kierując sitko pionowo w dół i przesuwając je równomiernie i powoli, wzdłuż rzędów roślin. Dobrym rozwiązaniem jest lanca wielodyszowa (najlepiej

z dyszą płaskostrumieniową, jak do herbicydów) zraszacz liniowy (trawnikowy), albo chociaż plastikowa butelka z rzędami otworów.

W produkcji rozsąd z siewu do połowy marca wskazane jest **doświetlanie** po ukazaniu się liścieni. Najlepszym rozwiązaniem są wysokoprężne lampy sodowe (HPS) o mocy 400-600 W lub lampy LED o mocy emitowania 130-180 $\mu\text{mol/s}$ i wydajności (skuteczności) jak najbardziej zbliżonej do wartości światła idealnego tj. 683 lm/W . Można stosować fotoperiodyczny system doświetlania czyli wydłużanie dnia (4 godziny po zachodzie lub przed wschodem słońca). Papryka jednak najlepiej reaguje na wysoką intensywność światła w ciągu dnia, dlatego zalecane jest doświetlanie asymilacyjne. Jest to uzupełnianie światła dziennego światłem sztucznym, zwłaszcza w czasie bezsłonecznej pogody. Wiadomo, że energia elektryczna jest droga, ale dzięki LED-om, bieżące koszty doświetlania są o co najmniej połowę tańsze niż przy HPS, które z kolei emitują trochę energii cieplnej co pozwala bezkosztowo nieco podgrzać rośliny (przy zawieszeniu lamp ok. 1,3-1,8 m ponad roślinami). Najgorzej wypadają tanie lampy żarowe (sztuczne kury) i rtęciowe. Ich parametry świetlne są słabe, emitują najwięcej światła żółtego i pomarańczowego, mniej potrzebnego roślinom niż niebieskie i czerwone, za to całkiem dobrze grzeją. Pojedyncze diody w oprawach ledowych nie emitują wprawdzie pełnego spektrum światła, ale zestawiając je odpowiednio można uzyskać widmo o parametrach najbardziej korzystnych dla roślin, głównie niebiesko-białoczerwone. W ofercie firm oświetleniowych są dostępne przydatne do doświetlania rozsąd gotowe oprawy np. typu Green Power, oraz informacje montażowo-serwisowe.

Nie trzeba jednak koniecznie doświetlać papryki. Przy siewie pod koniec I. dek. marca i zachowaniu maksymalnego dostępu światła dziennego rozsądę z powodzeniem można produkować bez doświetlania. Gotowe do sadzenia rośliny uzyskamy w III dek. kwietnia.

Uruchamiamy produkcję

Produkcja rozsady papryki do uprawy w tunelach nieogrzewanych trwa 6-7 tygodni. **W centralnej Polsce najlepszym terminem siewu jest początek marca.** Tylko niecierpliw, którzy chcą najszybciej sadzić rośliny do tuneli – w początku kwietnia, powinni zacząć produkcję w połowie lutego (z doświetlaniem), ale w przypadku ciemnej, zimnej wiosny może okazać się że muszą poczekać z sadzeniem i wtedy zaczną się problemy z utrzymaniem kondycji roślin, zwłaszcza w wielodoniczkach. A owocowania i tak się zbytnio nie przyspieszy.

Rozsadę należy produkować w gotowych substratach torfowych. Unika się w ten sposób uciążliwego i najczęściej niedokładnego wymieszania podłoża. Gotowe produkty, zwłaszcza certyfikowane, są odpowiednio przygotowane dlatego nie wolno samemu nic już do nich dokładać. Do siewu wybieramy podłoża o bardzo drobnej frakcji (1-4mm) - aby nic nie przeszkadzało wyrastaniu kiełków. Mogą mieć niską zawartość składników pokarmowych, ponieważ okres do momentu pikowania jest krótki, a w tym czasie siewka korzysta głównie z produktów fotosyntezy liścieni. Podłoże do siewu i pikowania musi być wilgotne zanim umieścimy w nim rośliny (po ściśnięciu w dłoni łatwo skleja się bryłkę tj. ma wilgotność na poziomie 80% połowej pojemności wodnej). Po pierwsze dlatego, że równomierne nawodnienie „gołej” powierzchni jest łatwiejsze, po drugie w wilgotne podłoże lepiej się sieje i pikuje.

Gotowe substraty są pozbawione biologicznych zanieczyszczeń, ale zawsze istnieje niebezpieczeństwo wtórnej infekcji grzybowej, dlatego wilgotną powierzchnię można opryskać 0,5 % Previcurem Energy (delikatne nawilżenie po siewie zapewni przy okazji lepsze oblepienie nasion podłożem). Przysypanie powierzchni bardzo drobnym, wyprażonym piaskiem zmniejsza ryzyko wystąpienia grzybów saprofitycznych, glonów i szkodników. Pojemniki przykrywa się cienką, białą agrowłókniną, co pozwala utrzymać stałą wilgotność podłoża w trakcie kiełkowania i wschodów. Kiełkowanie przebiega najszybciej w temperaturze powietrza i podłoża 22–27°C (najlepiej jeśli podgrzewane jest podłoże, a nie samo powietrze). W takiej temperaturze wschody pojawiają się już po 5-7 dniach. Im niższa temperatura tym kiełkowanie trwa dłużej. Po wschodach trzeba stopniowo obniżać temperaturę i utrzymywać odpowiednio wysoką wilgotność powietrza, która zapewnią mikrozaszycze podwieszane.

Często niepotrzebnie przeciągany jest okres od siewu do pikowania, a rośliny w nadmiernym zagęszczeniu ciągle wydają się, że są za młode i za delikatne. Tymczasem ich korzenie i pęd podliścieniowy (hypokotyl) stają się długie i delikatne, co bardzo utrudnia pikowanie a delikatna skórka hypokotyli uszkodzana jest przez nawet drobne części strukturalne substratu. Takie zranienia stają się idealnym miejscem infekcji, zwłaszcza jeśli rośliny są zagłębiane w substracie pod liścienie (a pikowane płycej „nie utrzymają pionu”). Ponieważ najpopularniejszy patogen rozsady *Pythium sp.* atakuje na styku korzenia i pędu, trudno wtedy zauważyć, kiedy rozpoczyna się infekcja. A pierwsze objawy więdnienia przypisuje się przesuszeniu podłoża. Wtedy na ratunek jest już za późno.

Rozsadę do upraw pod osłonami produkuje się dwuetapowo. Ze względu na oszczędność miejsca o szczególnie wysokich parametrach termicznych i świetlnych, a więc najbardziej kosztochłonnych, najpierw wysiewa się nasiona do skrzynek wysiewnych lub wielodoniczek o najmniejszych komórkach np. 160 komórek lub więcej. Następnie siewkę (w fazie liścieni, najpóźniej z widocznym pakiem liścia właściwego) pikuje się do większych pojemników. Najlepsze warunki dla rozwoju korzeni i uzyskania dużej, ale krępej rozsady (ok. 25 cm) zapewniają pierścienie (pojemność 0,7 dm³), doniczki (ok. 0,5 dm³) oraz kostki torfowe o wymiarach 7,5-10 x 7,5-10 cm (0,4 – 1 dm³). Takie pojemniki ustawia się na stołach litych, wypoziomowanych i wyłożonych folią, a jeszcze lepiej zieloną włókniną podsiąkową (ułożenie perforowaną folią do góry). Podlewanie można również wykonywać lejąc wodę na włókninę a nie do każdej doniczki z osobna. Zmniejsza to niebezpieczeństwo porostu powierzchni substratu mikroflorą. W miarę wzrostu roślin pojemniki należy rozstawiać tak by liście jak najmniej się stykały. Dzięki temu każda roślina ma zapewniony odpowiedni dostęp światła i powietrza. Na macie podsiąkowej można też ułożyć przewody nawadniające i zminimalizować w ten sposób nakład pracy na podlewanie oraz umożliwić dokorzeniowe podawanie nawozów i stymulatorów.

Znacznie mniej miejsca zajmuje produkcja rozsady w wielodoniczkach (nie więcej niż 54 komórki w tacy). Niemożliwe jest jednak rozstawianie roślin, dlatego przy takim sposobie produkcji powinno się sadzić rozsadę kiedy tylko korzenie przerosną objętość komórki – niezależnie od wysokości części nadziemnej. Nie bójmy się, że rośliny są małe. Takie, nawet łatwiej zniosą chłody po sadzeniu bo płytka warstwa gleby, w którą je posadzimy będzie bardziej nagrzana niż na głębokości 10-12 cm (zagłębienie rozsady z doniczek lub kostek ziemnych).

Aby korzenie roślin w wielodoniczkach rozwijały się prawidłowo, tace muszą być ustawione na ażurowym podkładzie (np. stoły z dnem z twardej, odpornej na odkształcenia siatki, stelaż z kołków bambusowych ułożony na skrzynkach, na nim zawieszono wielodoniczki). Pod dnem komórek nie będzie gromadziła się woda a korzenie nie będą zwiły się na ich dnie. Powietrze może cyrkulować wokół komórek i stabilizować ich temperaturę. Wtedy sprawdzi się ogrzewanie ułożone pod pojemnikami. Szkoda byłoby zniweczyć te efekty nawadnianiem polewowym – trzeba zainwestować w zraszacz.

Podłoże do pikowania powinno mieć taką zawartość składników pokarmowych, aby wystarczyły na około 4 tygodnie wzrostu. Odpowiednie są substraty o zawartości 1,5-2 kg

PGmix/m³. Dzięki temu nie ma potrzeby dokorzeniowego dostarczania nawozów w czasie wzrostu roślin. W razie potrzeby, zwłaszcza jeśli przedłużamy okres jej produkcji paprykę można dokarmiać dolistnie. Stosujemy nawozy wieloskładnikowe, dolistne, bo zawierają łatwo przyswajalne składniki, które będą transportowane także do korzeni. Najbardziej spektakularne są zawsze objawy wyczerpania się azotu z podłoża – dolne liście jaśnieją i żółkną. Wówczas stosujemy dolistne opryski nawozami azotowymi, które zawierają różne formy azotu (azotanowe, amonowe, amidowe) np. 0,2-0,3% Aminsol lub Aminoplant, 3 % mocznik. Nie można jednak przetrzymywać rozsady zbyt długo bowiem w ciasnym pojemniku korzenie i tak będą się starzały, a po sadzeniu powoli będą się aklimatyzować.

W produkcji rozsady i po sadzeniu przydatne są stymulatory wzrostu, zwłaszcza działające na korzenie wyciągi z wodorostów (alg), fosforyn potasu, wyciągi humusowe. Można je stosować już od wschodów, czy pikowania, a następnie raz w tygodniu, aż do kilku dni przed sadzeniem. Efektywne i oszczędnie jest już nawet dwukrotne ich zastosowanie - pierwszy raz po pikowaniu, drugi raz przed sadzeniem. Dzięki stymulatorom, bardzo dobrze rozwija się zarówno system korzeniowy jak i masa zielona. Korzenie są obfite, z obszerną strefą włośnikową, szybko się krzewią i długo zachowują żywotność. Pęd główny jest gruby i sztywny, ale nie drewnieje, liście mają dużą powierzchnię i wysoką zawartość chlorofilu. Jednym słowem rośliny są dobrze przygotowane do startu w dorosłe życie.

Adaptacja rozsady na miejscu stałym

Szybka aklimatyzacja po sadzeniu zależy zarówno od warunków klimatycznych jak i jakości rozsady. Korzenie młode, z obszerną strefą włośnikową szybciej wznawiają wzrost w nowych warunkach niż te o starych, grubych korzeniach szkieletowych. Konieczne jest jednak zapewnienie im temperatury podłoża co najmniej 12-15 °C, bo dopiero wtedy możliwe jest pobieranie przez nie składników pokarmowych. I jest to nawet ważniejsze niż temperatura powietrza (optymalna 17-30 °C). Dlatego tunele należy przykrywać folią najwcześniej jak się da, aby gleba zdążyła się nagrzać ale nie straciła nadmiernie wilgotności. I naprawdę nie warto spieszyć się z sadzeniem.

Przypomnienia wymaga również fakt, że przed sadzeniem należy zrobić analizę gleby, aby uniknąć niepotrzebnego stosowania niektórych nawozów, a nie zaniedbać składników, których akurat będzie brakować. Warunkiem dobrego startu papryki jest odpowiednio

wysoka zawartość azotu, konieczna do rozbudowania krzaku, zdolnego do wykarmienia wielu owoców.

Nieprzewidywalny klimat może negatywnie wpływać na rośliny nawet po dobrym ukorzenieniu. Nie pomoże wówczas dolistne dokarmianie azotem. Znacznie korzystniejszy jest fosfor, który aktywizuje energię komórek potrzebną do przewycięzania stresu chłodowego. Pomaga również w stabilizacji transportu hormonów niezbędnych do kwitnienia i zawiązywania kształtnych owoców.

Po sezonie.

Zanim pomyślimy o następnym sezonie mnożarki powinny być posprzątane najszybciej jak się da po wyniesieniu z nich roślin. Niestety nawał pracy przy rozpoczynaniu uprawy powoduje, że odkładamy to na później, potem....zapominamy, aż w końcu nadchodzi kolejna wiosna i robimy porządki na chybcika. Wielki błąd!!! Porządki na ostatnią chwilę nigdy nie są dokładne, a przez cały poprzedni sezon zdążyło się w mnożarkach nagromadzić sporo patogenów, zwłaszcza na chwastach - roślinach żywicielskich, resztkach uprawowych, narzędziach a także na stołach, konstrukcji i osłonach.

Nie czekajmy, więc do ostatniej chwili! Jak najszybciej po wyniesieniu rozsady z mnożarki wyrzucamy wszelkie pozostałości – resztki roślin i substratów, stare opakowania i wszystko inne co zostało tam zmagazynowane (a bywa tego nie mało!). Wyrrywamy chwasty! Czyścimy urządzenia i przewody grzewcze. Dobrze byłoby odkażać pomieszczenie np. przez spalanie siarki, ale w przypadku nieszczelnych powłok mija się to z celem. Dobre efekty daje zmycie wnętrza wodą pod ciśnieniem – mechanicznie usuniemy w ten sposób wiele zanieczyszczeń, także biologicznych. Wysprzątaną mnożarkę możemy opryskać dokładnie, zwłaszcza na styku konstrukcji i powłok, w zakamarkach pod stołami i na ich powierzchni oraz glebę preparatami zawierającymi nadtlenek wodoru z jonami srebra (np. 1% roztwór HuwaSan TR50). Nadtlenek wodoru to główny składnik wody utlenionej (2-2,5% roztwór H_2O_2), perhydrolu (30-35 % H_2O_2), nowoczesnych preparatów stabilizowanych jonami srebra (>50% H_2O_2), oraz niektórych, domowych odplamiaczy. Ma właściwości bójcze w stosunku do wszystkich mikroorganizmów, a nie stanowi natomiast zagrożenia dla środowiska i człowieka (oczywiście pod warunkiem zachowania zalecanych przez producenta środków ostrożności – stężony ma właściwości żrące). Dla obniżenia kosztów można odkażenie wykonać dopiero wiosną.

W posprzątanej mnożarce dokonujemy koniecznych napraw, wyrównujemy powierzchnię stołów i możemy zmagazynować wymyte pojemniki wysiewne, rozsadowe i wszelki potrzebny sprzęt (najlepiej zabezpieczony folią przed powtórny zabrudzeniem). Nie przechowujemy w niej za to substratu, nawozów i nasion. Zbyt wysokie temperatury w lecie źle wpłyną na ich jakość.

Wiosną trzeba wymyć folię zewnętrzną aby zwiększyć się przepuszczalność powłoki dla światła. Jeśli folia nie jest uszkodzona wystarczy zmyć ją z zewnątrz np. wodą z szarym mydłem. Regularne mycie ścian i dachu jest szczególnie ważne w przypadku móżarek oszklonych, ponieważ kilkusezonową folię można i trzeba wymienić, a „zapracowane” szkło doczyścić jest bardzo trudno. Na kilka dni przed rozpoczęciem sezonu konieczne jest włączenie ogrzewania i wniesienie do móżarki substratu, aby zdążył się ogrzać, ale jak najkrócej zanęcał ziemiórki, które odżywiają się obumarłą materia organiczną i są przywabiane jej zapachem.

Nawadnianie papryki

Woda bierze udział we wszystkich procesach fizjologicznych dlatego jej niedobory istotnie wpływają na wielkość i jakość plonu. Uprawiając rośliny pod osłonami jesteśmy zmuszeni do instalacji systemu nawodnieniowego. Dotyczy to oczywiście także producentów papryki. W przypadku tej uprawy najlepszym rozwiązaniem jest instalacja systemu kropłowego.



Najważniejszymi zaletami instalacji kropłowych jest oszczędne gospodarowanie wodą, niskie zapotrzebowanie na energię, całkowite wyeliminowanie zraszania liści, możliwość wykonywania prac agrotechnicznych w trakcie nawadniania oraz możliwość stosowania nawożenia (fertygacja). Istotną wadą systemów kropłowych jest duża wrażliwość emiterów na zapychanie. Podstawowym elementem instalacji kropłowej są linie i taśmy kropkujące wykonane z polietylenu z wtopionymi do ich wnętrza emiterami kropłowymi. Kropłowniki mogą mieć formę pojedynczych elementów z labiryntem (rys. 1 A) lub długiej taśmy

z labiryntami ciągnącej się wzdłuż wnętrza całego przewodu (rys. 1 B). Wlot do każdego labiryntu zaopatrzony jest w indywidualny filtr.



Rys.1. Różne rozwiązania emiterów kroplowych.

Ze względu na hydraulikę emiterów kroplowych, linie kroplujące, tak jak i pojedyncze kroplowniki, możemy podzielić na kilka rodzajów:

- bez kompensacji - wydatek zwiększa się wraz ze wzrostem ciśnienia,
- z kompensacją - wydatek jest stały w określonym zakresie ciśnień,
- typ CNL - z kompensacją, nie wydatkujące wody przy niskim ciśnieniu.

W przypadku uprawy papryki zazwyczaj stosowane są cienkościenne taśmy kroplujące bez kompensacji z emiterami labiryntowymi. Linie kroplujące z kompensacją ciśnienia zaleca się do montowania w terenie pagórkowatym (tam z powodu różnicy poziomów występują znaczne różnice ciśnienia wody w instalacji) lub przy konieczności budowy długich ciągów nawodnieniowych (np. w winnicach).

Przy wyborze odpowiedniej linii lub taśmy kroplującej powinniśmy zwracać uwagę nie tylko na cenę, ale również na jakość i dane techniczne emiterów. Bardzo ważna jest grubość ścianki przewodu polietylenowego i jakość polietylenu - od tych dwóch parametrów zależy trwałość przewodu. Grubość ścianek taśm i linii kroplujących podawana jest zazwyczaj w jednostkach stosowanych w USA (Mil). 1 Mil = 0.0254 mm. W tabeli 1 zawarto dane o grubości ścianek taśm kroplujących wyrażone w mil i mm (tabela 1).

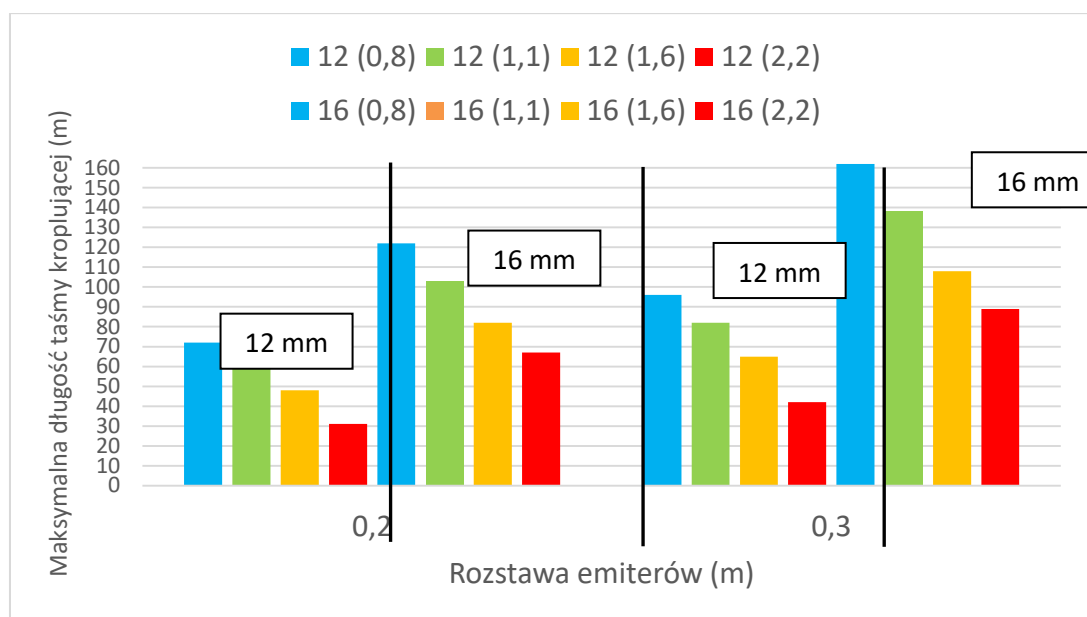
Tabela 1. Przeliczenie grubości ścianek taśm kroplujących z Mil na mm

Mil	6	8	10	13	16	20
mm	0,15	0,20	0,25	0,33	0,41	0,51

Cena metra przewodu zależy od ilości materiału potrzebnego na jego wyprodukowanie, dlatego im cieńsza ścianka, tym niższa cena jednostkowa. Trzeba jednak pamiętać, że im cieńsza ścianka tym krótszy okres użytkowania taśmy kroplującej. Uszkodzenie taśmy podczas uprawy może być przyczyną poważnych strat w plonie. Bardzo cienkie taśmy kroplujące wykonane z nieodpowiedniego materiału uszkodzane będą nie tylko przez działania mechaniczne, ale także nawet stosunkowo niskie ciśnienie wody i promieniowanie słoneczne. Niestety na krajowym rynku pojawiają się taśmy kroplujące o stosunkowo niskiej cenie i niskiej jakości. Zalecane przez producentów długości ciągów nawodnieniowych zależne są od średnicy taśm, rozstawy i wydatku emiterów oraz samej konstrukcji emiterów kroplowych. Producenci oferują nam taśmy o średnicach 12, 16 i 20 mm. Wydatek emiterów waha się zazwyczaj w przedziale od 0,7 do 2,8 l/h a rozstawy od 0,1 do 0,8 m. Na rys. nr 2. przedstawiono przykładowe zasięgi taśm kroplujących o średnicach 12 i 16 mm, rozstawie emiterów co 20 lub 30 cm i wydatkach emiterów: 0,8; 1,1; 1,6; i 2,2 l/h. Przykładowo przy średnicy taśmy 12 mm, rozstawie co 20 cm i wydatku emitera 2,2 l/h, możemy poprowadzić nawadnianie na długości tylko 31 m. Ale dla takiej samej rozstawy i wydatku emitera przy średnicy 16 mm, ciąg nawodnieniowy może mieć już długość 67 m.

W przypadku papryki zależnie od rodzaju gleby stosujemy jedną lub dwie taśmy na rząd roślin z rozstawą emiterów od 20 - 30 cm i wydatku od 0,8 - 2,5 l/h. Na glebach lekkich zalecam stosowanie 2 taśm kroplujących na rząd roślin.

Niektóre firmy nie podają wydatku wody na pojedynczy emiter ale na 1 lub 100 m bieżących taśmy kroplującej. Aby określić wypływ na emiter trzeba podaną (w opisie technicznym) wartość np. na 100 m, podzielić przez liczbę emiterów na tym odcinku.



Rys.2. Przykładowe zasięgi taśm kroplujących o średnicach 12 i 16 mm i różnych wydatkach.

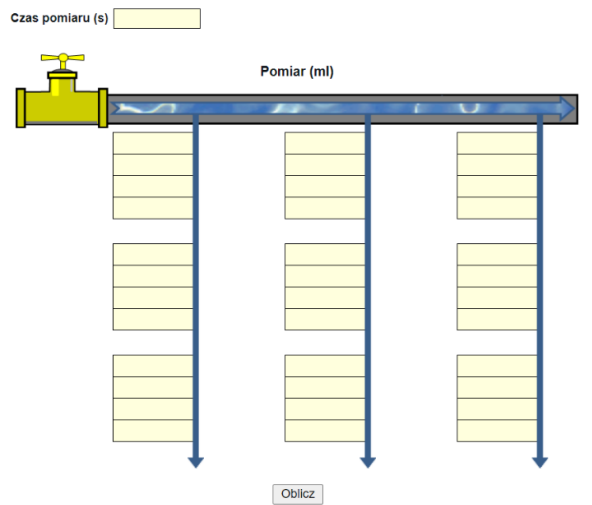
W przypadku najlepszych rozwiązań technicznych labiryntów, przez które przepływa woda w kroplownikach przy 100% wzroście ciśnienia wydatek wody wzrasta zaledwie o 40%. Nie wszystkie oferowane u nas taśmy kroplujące mogą osiągać nawet zbliżone do tego przykładowe parametry. Najczęściej stosowane do nawadniania papryki są taśmy o średnicy 16 mm i rozstawie emiterów 20 - 30 cm. Mniejsze rozstawy nie mają uzasadnienia agrotechnicznego. W zależności od modelu wydatki emiterów wahają się w zakresie od 0,7 do 2,8 l/h. Wydatek emitera podaje się przy ciśnieniu 1,0 atm.

Inną ważną cechą jakościową jest równomierność wypływu wody z poszczególnych emiterów kroplowych. Jest to cecha kluczowa dla uzyskania równomierności dystrybucji wody i nawozów. Niestety obecnie bardzo rzadko producenci podają parametry równomierności wypływu wody z emiterów. Można ją oczywiście sprawdzić w trakcie użytkowania ale wtedy jest już za późno, gdy okaże się, że nasza instalacja ma bardzo niski współczynnik równomierności nawadniania. Na stronie portalu nawodnieniowego Instytutu Ogródnictwa www.nawadnianie.inhort.pl w zakładce **Równomierność nawadniania**, znajdziemy aplikację obliczeniową (rys.3), przy pomocy której można wyznaczyć współczynnik równomierności nawadniania w instalacjach kroplowych <http://www.nawadnianie.inhort.pl/rownomierno-nawadniania-kroplowego>.

Równomierność wypływu wody w instalacji nawodnieniowej zależy:

- od jakości taśm kroplujących,
- stosowania się do zaleceń producenta opisujących maksymalną długość taśmy kroplującej,
- zapewnienia instalacji odpowiedniego i stabilnego ciśnienia,
- prawidłowego zaprojektowania hydrauliki całego systemu.

Rys. 3. Strona tytułowa aplikacji do wyznaczania współczynnika równomierności nawadniania w instalacji kroplowej.



Bardzo ważna dla prawidłowego działania instalacji nawodnieniowej jest jakość wody. W Polsce korzystanie z zasobów wodnych uregulowane jest prawem. Przepisy prawa wodnego szczegółowo regulują zasady korzystania z wód zarówno powierzchniowych jak i gruntowych. Dz.U. 2017 poz. 1566, Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne.

<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20170001566>

Regulacje prawne dotyczące korzystania z zasobów wodnych, mają na celu racjonalne gospodarowanie naszymi skromnymi zasobami. Do nawadniania roślin zaleca się przede wszystkim korzystanie z wód powierzchniowych. Niestety zasoby wodne naszych rzek, jezior i zbiorników retencyjnych są niewielkie. Dodatkowym ograniczeniem jest to, że obszary produkcji papryki nie odpowiadają położeniu naszych największych naturalnych zbiorników wodnych. Tam, gdzie nie mamy dostępnej wody powierzchniowej, jesteśmy zmuszeni pobierać wodę głębinową. Kiedy uzyskamy pozwolenie, możemy także korzystać z wody wodociągowej. Oczywiście woda wodociągowa jest najdroższa ale nie ponosimy tu kosztów pompy i wiercenia studni.

Jakość wody jest ważnym elementem mającym wpływ na wybór systemu filtracji.

Przed projektowaniem instalacji nawodnieniowej powinniśmy przeprowadzić analizę chemiczną wody. Należy określić pH, Ec, oraz zawartość w wodzie Fe, Mn, Ca i Mg. Źródło pozyskiwania wody determinuje jej skład chemiczny oraz ma wpływ na występujące zanieczyszczenia. Woda czerpana ze zbiorników otwartych zawiera zanieczyszczenia mechaniczne i organiczne: piasek, obumarłe części roślin i zwierząt a także biologiczne glony,

bakterie. Natomiast woda pochodząca ze studni głębinowych często zawiera duże ilości związków Fe, Mn, które mogą blokować kroplowniki. Utleniające się w wodzie związki żelaza lub manganu tworzą nierozpuszczalne osady blokujące kroplowniki. (fot. 1). Nawadnianie kroplowe wymaga dokładnej filtracji elementów stałych zawartych w wodzie a w przypadku wody o wysokim poziomie Fe i Mn także uzdatniania (tabela 2).



Fot.1. Przykład osadzania się związków żelaza w labiryncie kroplownika.

Tabela 2.: Ocena jakości wody do nawadniania kroplowego.

Parametr	Prawdopodobieństwo zapchania emiterów		
	małe	średnie	duże
Zawartość części stałych [mg/l]	<50	50-100	>100
pH	<7	7.0 - 8.0	>8.0
Mangan [ppm]	<0.1	0.1 - 1.5	>1.5
żelazo [ppm]	<0.1	0.1 - 1.5	>1.5
Bakterie [liczba / ml]	10000	10000-50000	50000

Zależnie od stopnia zanieczyszczenia wody i wrażliwości systemu nawodnieniowego na zapychanie, proces filtracji jest mniej lub bardziej skomplikowany, mniej lub bardziej kosztowny. Stosunkowo prosta jest filtracja zanieczyszczeń mechanicznych. Droższa jest filtracja zanieczyszczeń biologicznych, natomiast najdroższe jest uzdatnianie wody, gdy chcemy pozbyć się z niej związków szkodliwych dla roślin, bądź tych, które są przyczyną blokowania kroplowników. Rodzaj zastosowanego filtra zależy jest od rodzaju zanieczyszczeń wody (tabela 3).

Tabela 3.: Dobór filtracji zależnie od rodzaju zanieczyszczeń.

Rodzaj zanieczyszczenia	System filtracji
Zanieczyszczenia mechaniczne	filtr siatkowy lub dyskowy
Zanieczyszczenia mechaniczne, biologiczne	zestaw filtrów piaskowo dyskowych
Żelazo, mangan	odżelaziacze i odmanganiacze

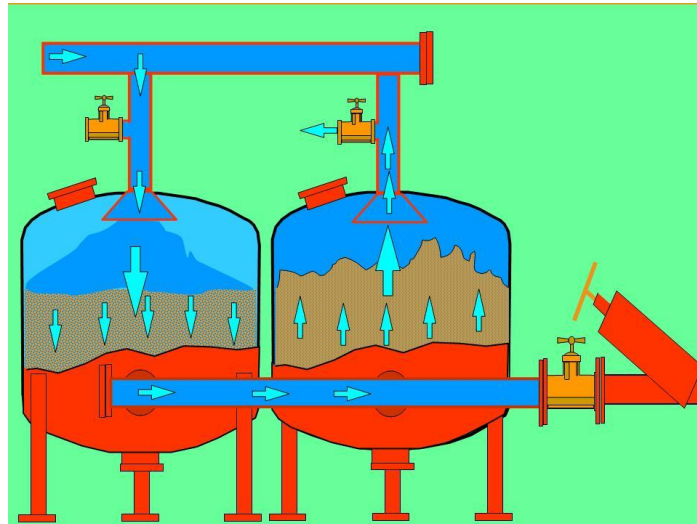
W instalacjach kropłowego nawodniania stosujemy 3 podstawowe rodzaje filtrów: siatkowe, dyskowe i piaskowe.

Filtry siatkowe stosowane w instalacjach nawodnieniowych, charakteryzują się prostą budową i zazwyczaj niską ceną. Wewnątrz cylindrycznej obudowy (wykonanej ze stali lub tworzywa sztucznego) umieszczony jest siatkowy wkład filtracyjny. Wielkość „oczek” w siatce dobieramy w zależności od wielkości występujących zanieczyszczeń i wrażliwości systemu nawodnieniowego na zapychanie. W przypadku nawodnień kropłowych, wymiar oczka powinien wynosić około 0,1 – 0,12 mm.

Filtry dyskowe charakteryzują się bardzo wysoką efektywnością pracy i dlatego są powszechnie montowane w instalacjach nawadniania kropłowego. Wkład filtracyjny filtra dyskowego składa się z wielu krążków „dysków” umieszczonych jeden na drugim na odpowiednio ukształtowanym stelażu. Filtr powinien być oczyszczony, gdy jego opór hydrauliczny przekroczy 0,5 atm. Aby monitorować opór hydrauliczny przed i za filtrem, należy umieścić manometry. Na rynku są dostępne filtry, które płukane są „ręcznie” lub automatycznie. Płukanie tzw. „ręczne” polega na wyjęciu wkładu filtracyjnego z obudowy, poluzowaniu nakrętki ściskającej dyski i przepłukaniu wkładu pod bieżącym strumieniem wody. Automatyka płukania prowadzona jest przez specjalnie zaprojektowany do tego celu sterownik. Płukanie może być prowadzone, co określony czas, ilość przefiltrowanej wody lub w zależności od pomiaru ciśnienia wody przed i za filtrem. Filtry dyskowe służą przede wszystkim do filtrowania wody pochodzącej ze zbiorników otwartych. Niestety w przypadku instalacji kropłowych i korzystaniu z wody o dużej zawartości glonów i bakterii (np. małe zbiorniki z wodą stojącą), bezpieczniej jest stosować filtry piaskowe.

Filtry piaskowe stosowane są do filtrowania wody pochodzącej z otwartych zbiorników oraz w systemach uzdatniania wody (odżelaziacze i odmanganiacze). Zazwyczaj montowane są podwójne zbiorniki filtracyjne aby płukanie pierwszego filtra przeprowadzać

wodą, która została przefiltrowana w drugim zbiorniku (i odwrotnie). Pojedynczy filtr zbudowany jest ze zbiornika, wewnątrz którego umieszczone jest złożo piasku o średnicy ziaren 0.3 do 2.0 mm. Płukanie filtra polega na zwrotnym (od spodu) przepływie wody. Woda płynąc od dołu do góry rozluźnia złożo filtracyjne, wymywa zanieczyszczenia, odprowadzając je na zewnątrz (rys.4).



Rys.4. Schemat płukania filtrów piaskowych.

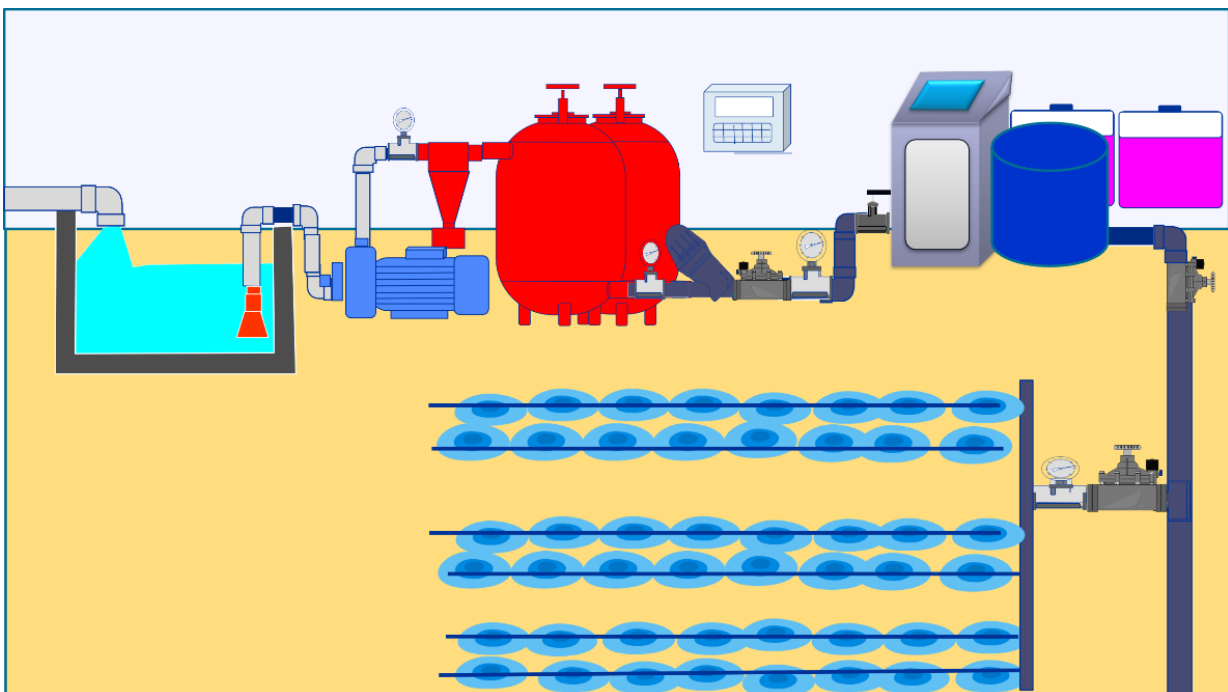
Płukanie filtra powinno być prowadzone, gdy różnica ciśnień pomiędzy jego wlotem a wylotem wody jest większa od ustalonej (zazwyczaj od 0,5 - 0.8 atm.). Na rynku są dostępne urządzenia pozwalające na automatyczne płukanie filtrów zależnie od ilości przefiltrowanej wody, upływającego czasu lub różnicy ciśnień pomiędzy wlotem i wylotem wody. Ograniczenie zawartości żelaza lub manganu w wodzie polega na strąceniu ich poprzez utlenianie a następnie wyłapaniu osadów na filtrach piaskowych. Samo utlenianie (tlenem z powietrza) można przeprowadzać w zbiornikach otwartych lub zamkniętych, gdzie woda napowietrzana jest przy pomocy sprężarki lub inżektora. Za zestawem filtrów piaskowych montowane są dodatkowe filtry piaskowe lub dyskowe. Dodatkowe filtry zabezpieczają nas przed zanieczyszczeniem instalacji piaskiem ze złoża (może to się zdarzyć podczas awarii) zabezpieczają też instalację w przypadku gdy podstawowe filtry piaskowe działają nieprawidłowo.

Dobór wielkości filtra zależy od wysokości przepływu wody i poziomu jej zanieczyszczenia. Przy wodzie o wysokim stopniu zanieczyszczenia stosujemy większe rozmiary filtrów, co zmniejsza częstotliwość ich płukania.

Prawidłowo dobrany rodzaj i wielkość filtrów zapewni długotrwałą i optymalną pracę instalacji.

Przed przystąpieniem do projektowania instalacji musimy dokładnie znać ilość dostępnej wody. Ważna jest nie tylko możliwa intensywność poboru (m^3/h lub l/min) ale także całkowita ilość dostępnej wody ($m^3/dobę$). Ograniczenia w poborze wody wynikać mogą z jej dostępności lub rodzaju zastosowanej pompy. Ograniczenia te dotyczą zarówno ujęć wody gruntowej jak i poboru z otwartych zbiorników. Ilość dostępnej wody określa maksymalną wielkość produkcji pod osłonami. Zawsze musimy wielkość nawadnianej powierzchni dostosować do ilości dostępnej wody. Ilość wody potrzebna na jednostkę powierzchni uzależniona jest od przebiegu pogody i fazy rozwojowej roślin. Potrzeby wodne papryki uprawianej pod osłonami wahają się od $1-5 l/m^2$.

Każdy system nawodnieniowy składa się z wielu współpracujących ze sobą elementów. Poza rurociągami, emiterami (zraszacze lub linie kroplujące) w skład instalacji wchodzi jeszcze elementy złączne, zawory, manometry, regulatory ciśnienia, dozowniki nawozów, sterowniki itd. (rys.5). Każdy z tych elementów powinien być dobrany pod względem funkcjonalno- użytkowym.



Rys.5 Schemat ideowy instalacji nawodnieniowej

Tak samo jak technika, ważna jest technologia stosowania nawadnianiem.

W praktyce powinni w swoich gospodarstwach wdrażać zasady integrowanego nawadniania:

1. oszczędnie gospodarować zasobami wodnymi na wszystkich etapach użytkowania,
2. nawadniać tylko w miarę potrzeb według wiarygodnych kryteriów,
3. Należy chronić źródła wody przed zanieczyszczeniem.

Ad.1. Należy unikać strat zarówno podczas przepompowywania, gromadzenia jak i prowadzenia nawadniania. Powinniśmy zwrócić uwagę na szczelność instalacji, rurociągów, kanałów i zbiorników retencyjnych (fot. 2).



Fot. 2. Taki „niewinny” przeciek w skali sezonu jest przyczyną bardzo dużych strat wody

Aby uniknąć awarii instalacji nawodnieniowych i strat wody, należy je budować tylko z dobrej jakości elementów i przestrzegać zalecanych przez producentów zasad serwisowania. Przeglądy i serwis instalacji nawodnieniowych powinny być prowadzone zawsze po zakończeniu sezonu nawodnieniowego a w ostateczności wiosną przed rozpoczęciem okresu nawadniania.

Do prawidłowego sterowania nawadnianiem użytkownik instalacji powinien:

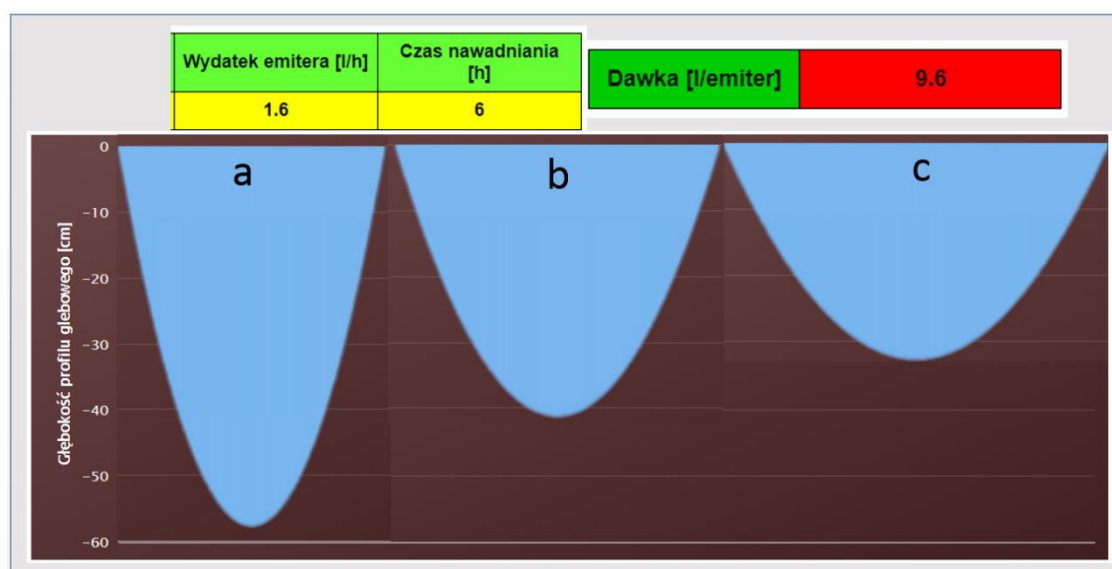
A/ - ustalić maksymalną jednorazową dawkę wody,

B/ - określić intensywność wypływu wody na konkretne zawory.

A/ Ustalenie maksymalnej jednorazowej dawki wody

Użytkownicy systemów nawodnieniowych powinni ustalić empirycznie lub oszacować maksymalną jednorazową dawkę wody, tak aby glebę zwilżać tylko na głębokość

zalegania najbardziej aktywnej strefy korzeniowej roślin. Dla w pełni wyrosniętej papryki jest to nie głębiej niż 40 cm. Szacowanie głębokości zwilżenia gleby po zastosowaniu nawadniania możemy przeprowadzić przez wykonanie odkrywki profilu glebowego i obserwację jak głęboko przesiąka woda po zastosowaniu określonej dawki wody. Możemy do tego celu użyć miernik wilgotności gleby lub wielkość dawki oszacować za pomocą aplikacji internetowej **Zasięg zwilżenia** www.nawadnianie.inhort.pl/gleba/118-zasieg-zwilzania. Po wyborze typu gleby, wydatku emitera kropelowego i czasu nawadniania otrzymujemy graficzny obraz szacowanej głębokości zwilżenia gleby. Na rysunku nr 6, przedstawiono symulacje pionowego zasięgu wody dla różnych typów gleb przy takim samym wydatku emitera i czasie nawadniania.



Rys. 6. Symulacja pionowego przesiąkania wody dla gleby bardzo lekkiej (a), lekkiej (b) i ciężkiej (c) po 6 godzinnym nawadnianiu kropelowym emiterami o wydatku 1.6 litra na godzinę.

B/ Pomiar lub szacunek intensywność wypływu wody na poszczególne zawory.

Ponieważ w większości przypadków niezależnie czy zawory otwierane są ręcznie czy automatycznie ustalamy czas nawadniania. Dlatego bardzo ważnym jest aby poznać dla wszystkich zaworów instalacji nawodnieniowej zależność pomiędzy czasem nawadniania



a wielkością dawki wody i powierzchnią która jest nawadniana. Dokładnie możemy to zrobić za pomocą wodomierza na którym odczytamy rzeczywista intensywność

przepływu wody. Możemy to także zrobić za pomocą aplikacji **Systemy Nawodnieniowe** umieszczonej pod adresem: www.nawadnianie.inhort.pl/systemy-nawodnieniowe. Użytkownik nie tylko obliczy wydatek wody na jednostkę powierzchni ale także po wpisaniu czasu nawadniania otrzyma informacje o wydatku wody na pojedynczy emiter lub roślinę.

Ad.3. Woda jest bardzo cennym dobrem, dlatego należy ją chronić przed zanieczyszczeniem. Należy zwracać tu szczególną uwagę na opakowania po nawozach i środkach ochrony roślin. W przypadku instalacji nawodnieniowych, do których podłączony jest dozownik do prowadzenia fertygacji konieczny jest montaż zaworów zwrotnych aby w trakcie nawożenia wyeliminować możliwość zanieczyszczenia źródła wody nawozami lub kwasami stosowanymi do zakwaszania pożywki. Źródła wody mogą być także zanieczyszczone mikrobiologiczne przez spływ powierzchniowy oraz spływ wód drenarskich.

W przypadku papryki zaleca się utrzymywanie wilgotności gleby na poziomie 80 do 100% Połowej Pojemności Wodnej (PPW). Przed dojrzewaniem owoców wilgotność może spadać nawet do poziomu 75% PPW. Połowa Pojemność Wodna to zawartość wody w momencie, gdy ustanie odpływ wody grawitacyjnej, która znajdowała się w największych porach glebowych i odpłynęła w głąb profilu dzięki sile grawitacji.

Precyzyjne nawadnianie papryki można prowadzić tylko wtedy, gdy będziemy kontrolowali potencjał lub wilgotność gleby za pomocą tensjometrów (fot.2), (podaje dostępność wody dla roślin) lub miernika wilgotności.



Fot.2. Tensjometr

Tensjometr składa się z ceramicznego sączka, rurki z tworzywa sztucznego i wakuometru (miernika podciśnienia). Po napełnieniu tensjometru wodą i umieszczeniu go w glebie ustala się stan równowagi. Gdy gleba przesyca, woda przemieszcza się do niej przez element ceramiczny powodując zmianę ciśnienia w rurce a przez to i odczytu na mierniku. W handlu dostępne są tensjometry o zróżnicowanej długości, umożliwiające pomiar potencjału wody w glebie na różnych głębokościach. Zakres działania tensjometru wynosi od 0 (pełne nasycenie gleby wodą) do ok. (- 80) kPa. Tensjometr jest urządzeniem wymagającym

nadzoru. W przypadku zbyt niskiego potencjału do wnętrza tensjometru może dostać się powietrze. Zapowietrzony tensjometr podaje błędny odczyt i należy go ponownie napełnić wodą. Istnieje możliwość podłączenia tensjometrów do układów elektronicznych umożliwiając automatyczny odczyt, rejestrację danych a także możliwość kontrolowania pracy zaworów. Chcąc podejmować decyzję o konieczności nawadniania na podstawie odczytu tensjometru, należy go umieścić w strefie korzeniowej roślin na głębokości zalegania głównej masy korzeniowej w obszarze, gdzie działanie systemu nawodnieniowego ma wpływ na zmiany potencjału wodnego gleby. W przypadku papryki jest to głębokość na poziomie od 10 do 20 cm w odległości ok 10 cm od kroploownika. Te same zalecenia dotyczą czujników mierzących wilgotność gleby. Potencjał wodny (-10 kPa) to poziom PPW, nawadnianie należy rozpocząć, gdy potencjał wodny gleby spadnie poniżej (-20) – (-30) kPa.

Przy podejmowaniu decyzji o nawadnianiu możemy wspomagać się także odczytami pomiaru wilgotności gleby. Sama wilgotność gleby nie mówi jeszcze o jej dostępności dla roślin. Możemy założyć, że rośliny będą miały nieograniczony dostęp do wody przy utrzymaniu jej wilgotności w zakresie 80 - 100% połowej pojemności wodnej. Obserwując przebieg odczytów miernika wilgotności możemy wyznaczyć punkt odpowiadający połowej pojemności wodnej. Jest to wartość odczytu po 24 godzinach od intensywnego nawadniania przy ograniczonym parowaniu wody z gleby. Pomiar wilgotności przy PPW najlepiej przeprowadzić jeszcze przed sadzeniem roślin. Po podlaniu, glebę należy przykryć folią, żeby ograniczyć parowanie. Odczyt wilgotności gleby należy przeprowadzić po 24 godzinach od nawadniania.

Przykładowo, jeżeli wilgotność na poziomie PPW wynosiła 30% to w okresie zbiorów wilgotność nie powinna spadać poniżej 24% ($30\% * 0,8 = 24\%$)

Poziom wilgotności, poniżej której nie chcemy, aby gleba wysychała, możemy wyznaczyć także organoleptycznie pobierając próbki gleby i ściskając je w dłoni. Jeżeli woda z gleby daje się łatwo wycisnąć przypuszczalnie gleba jest bardzo wilgotna (wilgotność zbliżona do wartości PPW lub nawet wyższa). Jeżeli jednak powstała po zgnieceniu bryłka się rozsypuje i nie zostawia wilgoci na palcach gleba jest już za sucha. Możemy przyjąć, że gleba o optymalnej wilgotności po zgnieceniu stworzy trwałą bryłkę a na dłoni i palcach pozostanie ślad wilgoci. Jeżeli wtedy odczytamy wartość wilgotności gleby na posiadanym mierniku to wyznaczymy próg wilgotności, poniżej którego gleba nie powinna już wiele przesychać.

Wilgotność gleby możemy wyznaczać za pomocą różnego rodzaju mierników od najprostszych wykorzystujących zjawisko wpływu wody na zmiany oporności elektrycznej mierzonej w porowatym bloczku umieszczonym w glebie, aż po urządzenia, które monitorują zmiany przenikalności elektrycznej gleby (fot. 3). Czujniki tego typu umieszczamy w glebie a odczyt następuje po podłączeniu miernika do przewodu sondy pomiarowej. Aby uniknąć „ręcznego” prowadzenia pomiarów do pomiaru wilgotności gleby, można zastosować systemy bezprzewodowe.



Fot. 3. Miernik „ ręczny” z sondą pomiarową

Sondy bezprzewodowe, zasilane są solarnie a mierzone parametry odczytywane są w aplikacji internetowej (Fot.4). Tego rodzaju czujniki glebowe mogą mierzyć nie tylko wilgotność ale także temperaturę i zasolenie gleby. Dzięki temu użytkownik może precyzyjniej sterować nie tylko nawadnianie ale także nawożeniem i/lub fertygacją. Umieszczenie w jednej sondzie pomiarowej czujników na różnych poziomach, pozwala na monitorowanie parametrów glebowych na kilku głębokościach profilu glebowego.



Fot. 4. Bezprzewodowa sonda pomiarowa AM-100. (fot. A. Stębowska)

Najnowsze rozwiązania na poziomie tzw. internetu rzeczy (IoT) pozwalają na budowę bezprzewodowych systemów automatycznego sterowania nawadnianiem na podstawie monitoringu wilgotności i zasolenia gleby. Bezprzewodowy jest tutaj nie tylko odczyt mierzonych parametrów ale także sterowanie zaworami (rys. 7). Poza pomiarem parametrów glebowych i sterowaniem nawadnianiem, mierzone mogą być także parametry pogody (temperatura i wilgotność powietrza).



Rys. 7. Bezprzewodowy system czujników pomiarowych i sterowania zaworami Agreus.

Każdy użytkownik instalacji nawodnieniowej powinien pamiętać o maksymalnej oszczędności wody. Zasada ta musi obowiązywać niezależnie od obecnie posiadanych zasobów. Oszczędne gospodarowanie wodą bardzo ważne jest już w chwili obecnej a szczególnego znaczenia nabierze w przyszłości, kiedy wzrost populacji zmusi nas do zwiększenia produkcji. Dlatego strategicznym jest ochrona naszych skromnych zasobów wodnych. Musimy podjąć wszelkie możliwe działania, aby racjonalnie korzystać z wody. Optymalizacja nawadniania roślin to połączenie nowych możliwości technicznych systemów nawodnieniowych, nowoczesnej diagnostyki nawadniania oraz stosowania automatycznych systemów sterujących.

Pośpiech w doborze sprzętu i montażu instalacji, zazwyczaj niekorzystnie wpływa na wynik finalny. Dobra instalacja nawodnieniowa, może powstać tylko wtedy, gdy z jednej strony spotyka się świadomy problemu i dobrze przygotowany inwestor a z drugiej

profesjonalna firma, która zaoferuje odpowiedni sprzęt, przygotuje projekt (lub szkic projektowy) zapewni doradztwo lub nawet wykona całą instalację

Przy obecnych materiałach budowa instalacji nawodnieniowej nie jest procesem skomplikowanym i w wielu przypadkach (szczególnie na małych powierzchniach) inwestor może przeprowadzić ją sam. Jednak szkic projektowy, dobór sprzętu i obliczenia hydrauliczne, powinny być wykonywane przez osoby o odpowiednich kwalifikacjach.

Patogeny zagrażające uprawie papryki pod osłonami oraz możliwości ograniczania chorób

W ostatnich latach, w wielu gospodarstwach uprawiających paprykę pod osłonami, obserwuje się rosnące straty wynikające z występowania chorób. Przyczyny chorób mogą mieć podłoże abiotyczne (niedobór wody, nadmierne zasolenie czy przegrzanie roślin) lub biotyczne (organizmy chorobotwórcze zasiedlające i wnikaące do tkanek roślin). Wśród agrofagów zagrażających uprawie papryki wymienia się grzyby i organizmy grzybopodobne (w tym patogeny nalistne i glebowe), szkodniki, nicienie i wirusy. Zakłócają one podstawowe procesy fizjologiczno-metaboliczne przebiegające w roślinach, prowadząc do strat w ilości i jakości uzyskiwanego plonu. Istotny problem w uprawie papryki w tunelach foliowych stanowią patogeny glebowe, które kolonizują system korzeniowy oraz podstawę łodyg prowadząc do całkowitego zamierania roślin (fot. 1).



Fot. 1. Wędnięcie i zamieranie papryki w wyniku wystąpienia chorób odglebowych (fot. M. Ptaszek)

Do najczęściej występujących chorób systemu korzeniowego papryki zalicza się korkowatość korzeni oraz antraknozę. *Pyrenochaeta lycopersici* – sprawca korkowatości korzeni jest powszechnie występującym mikroorganizmem glebowym. Objawy chorobowe nie pojawiają się nagle. Grzyb przez kilka lat może rozwijać się saprotroficznie w glebie na resztkach roślin. Szkodliwy wzrost jego liczebności obserwuje się wówczas, gdy paprykę uprawia się przez wiele lat na tym samym stanowisku. Wyróżnia się dwa typy objawów chorobowych (I) brunatnienie i zamieranie najdrobniejszych korzeni bocznych (fot. 2), obserwowane po kilku tygodniach od wysadzenia rozsady do gleby oraz (II) korkowacenie korzeni szkieletowych. Porażenie nawet niewielkiej części młodych korzeni we wczesnych etapach wzrostu i rozwoju roślin może prowadzić do znacznych strat w plonie, dużo większych niż silne uszkodzenie systemu korzeniowego w późniejszym okresie wzrostu. Rośliny z silnie porażonym systemem korzeniowym są zahamowane we wzroście, więdną, słabiej zawiązują owoce, które są drobniejsze. Patogen ten w swoim cyklu życiowym tworzy mikrosklerocja, czyli formy przetrwalnikowe, dzięki którym zimuje do kolejnego sezonu wegetacyjnego. Rozwojowi patogena sprzyja wysoka wilgotność gleby oraz temperatura w zakresie od 15 do 18°C. Kolejnym patogenem zasiedlającym system korzeniowy papryki jest *Colletotrichum coccodes* sprawca antraknozy. Objawy chorobowe widoczne są na grubszych korzeniach w postaci zbrunatnienia i/lub całkowitego zniszczenia części korowej korzenia. W zewnętrznych warstwach kory widoczne są czarne sklerocja grzyba (formy przetrwalnikowe). Silnie porażone rośliny są zahamowane we wzroście i więdną. Owoce są drobniejsze, nie osiągają typowych rozmiarów dla danej odmiany. Rozwojowi choroby sprzyja wysoka temperatura w dzień oraz duże wahania temperatury między dniem a nocą. *C. coccodes* występuje najczęściej w kompleksie z *P. lycopersici* wywołując tzw. infekcję mieszaną.



Fot. 2. Brunatnienie i zamieranie najdrobniejszych korzeni bocznych powodowane przez *Pyrenochaeta lycopersici* (fot. M. Ptaszek)

Wśród patogenów występujących na podstawie łodygi i korzeniach istotne zagrożenie stanowi *Rhizoctonia solani* sprawca rizoktoniozy. Jest to typowy polifag infekujący wiele gatunków warzyw. Największą szkodliwość tego grzyba notuje się, gdy porażeniu ulegają rośliny we wczesnych etapach rozwoju. *R. solani* jest przyczyną zgorzeli siewek, wówczas obserwuje się zbrunatnienie i przewężenie szyjki korzeniowej. Rośliny bardzo szybko zamierają. Na starszych roślinach objawy chorobowe widoczne są tuż nad powierzchnią podłoża, w postaci ciemnobrunatnego, nekrotycznego pierścienia obejmującego podstawę łodygi. W miejscu występowania zgorzeli, łodygi mogą być przewężone. Ponadto patogen rozszerza się na system korzeniowy powodując mokra zgniliznę (fot. 3). *R. solani* rozwija się w szerokim zakresie temperatury. Stwarza największe zagrożenie na glebach lekkich i kwaśnych, w warunkach nadmiernej wilgotności gleby. Patogen zimuje w glebie na resztkach porażonych roślin w postaci mikrosklerocjów, dzięki czemu zakażenie gleby utrzymuje się przez wiele lat. Na wiosnę, z mikrosklerocjów rozwijają się strzępki patogena dokonujące infekcji roślin.



Fot. 3. Zgnilizna korzeni i podstawy pędy spowodowana przez *Rhizoctonia solani*
(fot. M. Ptaszek)

Identyczne objawy chorobowe jak te opisane powyżej wywołują grzybopodobne patogeny z rodzaju *Phytophthora*. Chorobę w uprawie papryki może wywoływać kilka gatunków tego rodzaju, ale najczęściej wymienia się *Phytophthora capsici*. *Phytophthora*

spp. infekują rośliny na wszystkich etapach ich rozwoju. Należą do kompleksu patogenów powodujących zgorzele siewek. Wówczas rośliny bardzo szybko zamierają. Objawy chorobowe powodowane przez ten rodzaj patogenów są zróżnicowane. Pierwszym symptomem widocznym na nadziemnych częściach roślin jest zahamowanie wzrostu, silne więdnienie i żółknięcie. *Phytophthora* spp. powodują zgniliznę korzeni i podstawy pędu papryki (fot. 4), a także owoców oraz nekrozy na liściach. Początkowo u podstawy łodygi, tuż nad powierzchnią gleby, powstają ciemnozielone, wodniste plamy, które z czasem brązowieją i wysychają. Po wykopaniu roślin z podłoża obserwuje się silnie porażony i zredukowany system korzeniowy, łatwo rozpadający się nawet przy delikatnym pociągnięciu. Na owocach widoczne są nekrotyczne, szybko powiększające się gnilne plamy, które w sprzyjających warunkach wysokiej wilgotności pokrywają się delikatnym białym nalotem zarodnikowania patogena. Na liściach objawy choroby widoczne są w postaci suchych szybko powiększających się nekroz. Patogeny te zimują w postaci zarodników przetrwalnikowych – chlamydospor i oospor, dzięki którym przeżywają w glebie, na resztkach roślinnych przez kilka lat. Fytoftoroza jest chorobą policykliczną – wielokrotnie powtarzające się stadia zarodni pływkowych, tworzących się na strzępkach sporangialnych, wewnątrz których formują się zarodniki pływkowe (zoospory), dokonujące infekcji roślin w jednym sezonie wegetacyjnym. Za epidemiczny rozwój fytoftorozy odpowiedzialne są zoospory. Rozwój fytoftorozy jest silnie uzależniony od warunków pogodowych. Nadmierna wilgotność gleby i intensywne podlewanie roślin sprzyja rozwojowi choroby. Patogeny te rozwijają się w szerokim zakresie temperatury, przy optimum 25°C.



Fot. 4. Fytoftoroza papryki - zgnilizna podstawy pędu i korzeni (fot. M. Oleszczak)

Innym patogenem powszechnie występującym w uprawach papryki pod osłonami jest *Sclerotinia sclerotiorum* sprawca zgnilizny twardzikowej. Jest typowym polifagiem infekującym wiele gatunków roślin. Objawy chorobowe początkowo widoczne są w postaci wodnistych, nekrotycznych plam mających postać mokrej zgnilizny. W sprzyjających warunkach, wysokiej wilgotności, powierzchnia plam pokrywa się białym, bardzo obfitym, watowatym nalotem grzybni, w której formują się czarne sklerocja (fot. 5). Sklerocja tworzą się także wewnątrz porażonych pędów roślin. W wyniku porażenia obserwuje się szybkie więdnienie i zamieranie roślin. Największe straty choroba powoduje w okresie dojrzewania owoców. Patogen zimuje w postaci strzępek grzybni na żywych i martwych tkankach roślin oraz w formie sklerocjów, które w korzystnych warunkach przeżywają w glebie do kilku lat. Sklerocja są źródłem pierwotnych infekcji. Ze sklerocjów, wiosną i latem rozwijają się strzępki grzybni lub wyrastają na nóżkach miseczkowate owocniki grzyba - apotecja, wypełnione workami z zarodnikami. Największe zagrożenie stanowią sklerocja zalegające na głębokości do 8 cm. Ograniczanie pierwotnych infekcji następuje poprzez głęboką orkę na jesieni (wiosenna głęboka orka powoduje przemieszczanie sklerocjów do wierzchniej warstwy gleby co sprzyja rozwojowi choroby). Zakażeń wtórnych dokonują zarodniki workowe. Optymalna temperatura dla rozwoju patogena wynosi od 15-20°C. Infekcji sprzyja wysoka wilgotność powietrza (powyżej 90%) oraz znaczne wahania temperatury.



Fot. 5. Pęd papryki porażony przez *Sclerotinia sclerotiorum* (biała watowata grzybnia, w której formują się czarne sklerocja) (fot. M. Ptaszek)

Przyczyną chorób papryki są także patogeny zasiedlające wiązki przewodzące korzeni i łodyg. Zniszczone lub zatkane wiązki przewodzące gorzej przewodzą wodę do nadziemnych części roślin, jak również gorzej transportują składniki pokarmowe do systemu korzeniowego, który jest mniej odżywiony i słabiej rozwinięty. Sprawcami chorób naczyniowych w uprawie papryki są patogeny z rodzaju *Verticillium* i *Fusarium*. *Verticillium dahliae* sprawca werciliozy jest polifagiem atakującym zarówno rośliny uprawne jak i chwasty. Stanowi istotne zagrożenie w uprawach papryki pod osłonami. Porażone rośliny początkowo więdną przejściowo, najczęściej w trakcie słonecznych ciepłych dni, natomiast odzyskują turgor w ciągu nocy, kiedy to spada temperatura i wzrasta wilgotność. Następnie objawy chorobowe przechodzą w więdnienie chroniczne. Często objawy więdnienia obserwuje się tylko z jednej strony rośliny. Na przekroju poprzecznym łodygi widoczne jest zbrązowienie wiązek przewodzących (fot. 6), co jest charakterystyczne dla chorób naczyniowych. Zatkanie w roślinie wiązek przewodzących utrudnia pobieranie wody i składników pokarmowych. Skutkiem porażenia papryki przez *Verticillium* jest spadek jakości owoców, które nie osiągają typowej wielkości dla danej odmiany. Silnie porażone rośliny zamierają. Okres inkubacji werciliozy jest dość długi. Objawy choroby można zaobserwować zwykle na krótko przed rozpoczęciem zbiorów lub dopiero w okresie pełnego owocowania. Patogen w swoim cyklu życiowym wytwarza mikrosklerocja, które trwale zakażają glebę. Optymalna temperatura dla rozwoju *V. dahliae* wynosi od ok. 18 do 25°C. Rozprzestrzenia się po obiekcie uprawowym wraz z fragmentami gleby, resztkami roślin, na narzędziach i maszynach. Występowaniu werciliozy sprzyjają gleby lekkie, niedostateczne odżywienie wapniem i nadmierna zawartość azotu.



Fot. 6. Wercilioza papryki - zbrązowiałe wiązki przewodzące (fot. M. Oleszczak)

Zbliżone objawy chorobowe do *V. dahliae* wywołuje *Fusarium oxysporum*. Zainfekowane rośliny słabiej rosną i więdną, co jest skutkiem zatkania wiązek przewodzących. Rozwojowi tego patogena sprzyja temperatura podłoża ok. 20°C oraz wysoka wilgotność, z kolei objawy więdnienia będą najbardziej widoczne w zakresie 25 – 28°C. Silne ochłodzenie temperatury, po wystąpieniu objawów, zmniejsza tempo rozwoju choroby. Nadmierne nawożenie azotem, przy niskiej zawartości potasu w glebie nasila występowanie choroby. *F. oxysporum* przeżywa w glebie w formie chlamydospor. Zakażenie gleby, podobnie jak w przypadku *V. dahliae* może sięgać ok. 1 m w głąb profilu glebowego.

W przypadku fuzarioz zgorzelowych (*Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*, *F. solani*) rośliny są zahamowane we wzroście, więdną, żółkną i stopniowo zamierają. Charakterystycznym objawem porażenia przez *F.o.* f.sp. *radicis-lycopersici* są suche, ciemnobrązowe, nekrotyczne wżery okalające szyjkę korzeniową przy powierzchni gleby (fot. 7), silne zbrunatnienie wewnętrznych tkanek piętki korzeniowej oraz przebarwienie wiązek przewodzących w łodydze. Okres inkubacji choroby jest długi. Rośliny zaczynają zamierać najczęściej dopiero po rozpoczęciu zbiorów. Źródłem patogena mogą być porażone nasiona zasiedlone przez mikrokonidia grzyba oraz resztki roślinne w glebie. Z kolei *F. solani* jest przyczyną typowej zgnilizny podstawy pędu i korzeni. Grzyby z rodzaju *Fusarium* bardzo łatwo rozprzestrzeniają się w obiekcie uprawowym poprzez zarodniki konidialne, wraz z glebą, na narzędziach, jak również z prądami powietrza i wodą. Trwale zakażają glebę wytwarzając formy przetrwalnikowe - chlamydospory. Uszkodzenie korzeni spowodowane występowaniem nicieni glebowych sprzyja porażeniu roślin przez *Fusarium* spp. Nadmierne nawożenie azotem nasila występowanie fuzariozy.



Fot. 7. Objawy fuzariozy zgorzelowej (fot. M. Ptaszek)

Diagnostyka chorób odglebowych w uprawie papryki pod osłonami jest bardzo trudna, z uwagi na zbliżone objawy chorobowe powodowane przez różne gatunki patogenów, jak również występowanie kompleksu patogenów zasiedlających jednocześnie tego samego żywiciela. W przypadku patogenów glebowych, jedynie prawidłowo przeprowadzona izolacja i identyfikacja mikroorganizmów chorobotwórczych z materiału roślinnego i gleby, może jednoznacznie dać odpowiedź, z którym czynnikiem chorobotwórczym mamy do czynienia. Ma to znaczenie przy podejmowaniu decyzji o zastosowaniu odpowiednich metod zwalczania i/lub ograniczania patogenów. Analizę roślin wykazujących objawy chorobowe jak również gleby należy przeprowadzać w wyspecjalizowanym laboratorium fitopatologicznym.

Spośród patogenów nalistnych, powszechnie występującym w uprawie papryki pod osłonami jest *Botrytis cinerea* sprawca szarej pleśni. Jest to organizm polifagiczny porażający wszystkie gatunki roślin uprawnych. Grzyb ten jest jednym ze sprawców zgorzeli siewek. Patogen atakuje głównie uszkodzone organy roślin. Objawy chorobowe obserwuje się na nadziemnych organach roślin (liściach, łodygach, kwiatach i owocach). Liście dolne mające kontakt z zakażonym podłożem często ulegają zakażeniu, stając się wtórnym źródłem infekcji *B. cinerea*. W wyniku infekcji na tkankach roślin powstają początkowo wodniste szaro-brunatne, szybko powiększające się nekrotyczne plamy. W optymalnych dla rozwoju patogena warunkach, wysokiej wilgotności na porażonych tkankach obserwuje się szaro-

beżowy, obfity pylący nalot grzybni i zarodników konidialnych (fot. 8) – co jest charakterystyczną cechą etiologiczną. Przy spadku wilgotności plamy zasychają. Na owocach obserwuje się mokrą zgniliznę (fot. 8), która szybko obejmuje cały owoc. Patogen poraża także nasiona papryki. *B. cinerea* zimuje w glebie na resztkach roślinnych w formie grzybni i sklerocjów – formy przetrwalnikowe, a także na narzędziach uprawowych, opakowaniach i konstrukcjach przechowalni. Na wiosnę, tworzą się trzonki i zarodniki konidialne grzyba, dokonujące infekcji. W okresie wegetacji patogen rozprzestrzenia się przez zarodniki konidialne wraz z prądami powietrza oraz poprzez stykanie się organów roślin. Podczas jednego sezonu wegetacyjnego może wystąpić kilka pokoleń stadium konidialnego grzyba. Rozwojowi choroby sprzyja wysoka wilgotność powietrza (powyżej 95%), temperatura od 15-20°C, chłodne noce, mała ilość światła, osłabienie przez inne patogeny oraz niedobór potasu i wapnia w glebie. Szkodliwość choroby jest najwyższa w okresie kwitnienia i owocowania podczas chłodnej i wilgotnej pogody. Wówczas owoce papryki masowo gniją, zamierają i opadają.



Fot 8. Szara pleśń na owocu papryki (fot. M. Oleszczak)

Kolejną chorobą, której wystąpienie w danym sezonie wegetacyjnym wpływa na obniżenie jakości, a tym samym jakości plonu handlowego jest alternarioza powodowana przez *Alternaria solani*. Patogen poraża liście i owoce papryki. Na liściach obserwuje się okrągłe, początkowo drobne, a z czasem powiększające się plamy z wyraźnym koncentrycznym strefowaniem. Liście żółkną i zasychają. Na owocach *A. solani* powoduje

czarną zgniliznę (fot. 9). Na powierzchni owoców tworzą się rozległe, zagłębione plamy o wyraźnych brzegach. W sprzyjających warunkach na porażonej tkance może wystąpić aksamitny, ciemny nalot grzybni z zarodnikami konidialnymi. W trakcie sezonu wegetacyjnego, rozprzestrzenia się przez zarodniki konidialne z prądami powietrza i kroplami wody, może być przenoszony także przez zainfekowane nasiona. Optymalna temperatura dla rozwoju patogena to 25°C. Patogen zimuje w resztkach roślinnych.



Fot. 9 Alternarioza owoców papryki (fot. J. Sobolewski)

Możliwości ograniczania chorób

Zwalczanie patogenów glebowych infekujących paprykę w trakcie sezonu wegetacyjnego jest bardzo trudne. Z tego względu istotne znaczenie będą miały wszelkie działania profilaktyczne, ograniczające wystąpienie chorób odglebowych. Bardzo ważne jest zachowanie prawidłowej higieny w obiektach tj. odkażanie narzędzi, odkażanie tuneli po zakończonym cyklu produkcyjnym, wykorzystywanie nowych lub zdezynfekowanych multiplatów do produkcji rozsady, stosowanie świeżego substratu torfowego. Kluczowe będzie także stosowanie prawidłowego płodozmianu i uprawa roślin na nawozy zielone (np. żyto na przyoranie). Nasiona powinny być certyfikowane i wolne od patogenów. Rozsada powinna być przygotowana z możliwie dużą bryłą ziemi. Sadzić należy rozsadę krępą i dobrze zahartowaną do ogrzanej do ok. 12°C gleby. Rozsady nie należy sadzić zbyt głęboko. Należy prowadzić regularne odchwaszczanie jeśli jest to konieczne. Chwasty stwarzają mikroklimat

sprzyjający rozwojowi patogenów, ale także mogą być żywicielami dla poszczególnych patogenów przyczyniając się do zwiększenia liczebności mikroorganizmów chorobotwórczych w glebie. Nawożenie należy prowadzić w oparciu o analizę chemiczną gleby w ilościach optymalnych dla danego gatunku. Rośliny niedożywione są bardziej podatne na infekcję. Uprawiać odmiany papryki odporne lub tolerancyjne na poszczególne patogeny. Powinno się regularnie prowadzić ocenę stanu zdrowotnego nasadzeń. W przypadku zauważenia roślin wykazujących objawy chorobowe trzeba je usunąć wraz z bryłą korzeniową, ale nie składować w pobliżu obiektu uprawowego.

W ograniczaniu szkodliwości patogenów nalistnych, głównie *B. cinera*, bardzo istotne będzie utrzymanie niskiej wilgotności w tunelach foliowych poprzez ich wietrzenie, tak aby nie stwarzać optymalnych warunków dla rozwoju choroby. Ponadto w obiekcie uprawowym należy stosować nawadnianie kropelkowe, aby powierzchnia liści utrzymywana była w stanie suchym. Po zauważeniu zainfekowanych organów roślin, należy je usuwać z obiektu, aby nie stanowiły źródła kolejnych infekcji.

W gospodarstwie należy stosować zasady Integrowanej Ochrony Roślin, której obowiązek wszedł w życie, dla wszystkich profesjonalnych użytkowników środków ochrony roślin, w dniu 1 stycznia 2014 r., co wynika z postanowień art. 14 dyrektywy 2009/128/WE oraz rozporządzenia nr 1107/2009. **Integrowana ochrona roślin** jest sposobem ochrony roślin przed organizmami szkodliwymi, polegającym na wykorzystaniu wszystkich dostępnych metod ochrony roślin, w szczególności metod niechemicznych, w sposób minimalizujący zagrożenie dla zdrowia ludzi, zwierząt oraz dla środowiska. Nad chemiczne metody zwalczania organizmów szkodliwych przedkładać należy metody biologiczne, fizyczne i inne metody nie chemiczne, jeżeli zapewniają one ochronę przed organizmami szkodliwymi. Decyzje o wykonaniu zabiegów ochrony roślin powinny być podejmowane w oparciu o monitoring występowania organizmów szkodliwych, z uwzględnieniem progów ekonomicznej szkodliwości. Dokonując wyboru środków ochrony roślin należy brać pod uwagę ich selektywność.

Ponadto, stosowanie środków ochrony roślin powinno być ograniczone do niezbędnego minimum, w szczególności poprzez zredukowanie dawek lub ograniczenie ilości wykonywanych zabiegów. Środki ochrony roślin powinny być stosowane zgodnie z etykietą

i przeznaczeniem danego fungicydu oraz w rotacji, tak aby ograniczać liczbę zabiegów preparatami zawierającymi tą samą substancję aktywną.

W przypadku dużego nasilenia objawów chorobowych w gospodarstwie konieczne jest przeprowadzenie chemicznego lub termicznego odkażania gleby. Skuteczność tych metod jest różna w praktyce z uwagi na możliwość zalegania zarodników grzybów, na przykład z rodzaju *Fusarium* nawet do 1 m w głąb podłoża. Wówczas dazomet stosowany do dezynfekcji gleby nie jest w stanie penetracji do tych warstw, co skutkuje niepełnym wyniszczeniem patogena.

Podsumowując, w ostatnich latach w wielu gospodarstwach notuje się narastające problemy związane z występowaniem patogenów glebowych, które poprzez tworzenie form przetrwalnikowych trwale zakażają glebę. Dotyczy to głównie regionów gdzie paprykę uprawia się od wielu lat w monokulturze, co prowadzi do zaburzeń w funkcjonowaniu gleby. Dochodzi do istotnego wzrostu liczebności mikroorganizmów chorobotwórczych. Sprzyja temu także nieprawidłowo przeprowadzone odkażanie gleby, pozyskiwanie nasion z własnej produkcji, brak starannego niszczenia resztek po zakończonej uprawie, ale także występowanie nicieni glebowych (fot. 10), które uszkodzają korzenie roślin ułatwiając grzybom i organizmom grzybopodobnym infekcje roślin papryki.



Fot. 10. Guzaki na korzeniach (fot. M. Oleszczak)