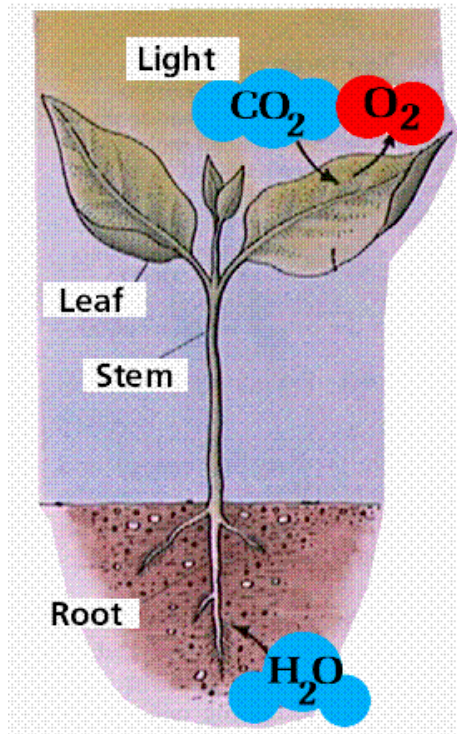




Biologia
molekularna
roślin

Rośliny
modelowe

Specyfika roślin: co je wyróżnia spośród innych organizmów?

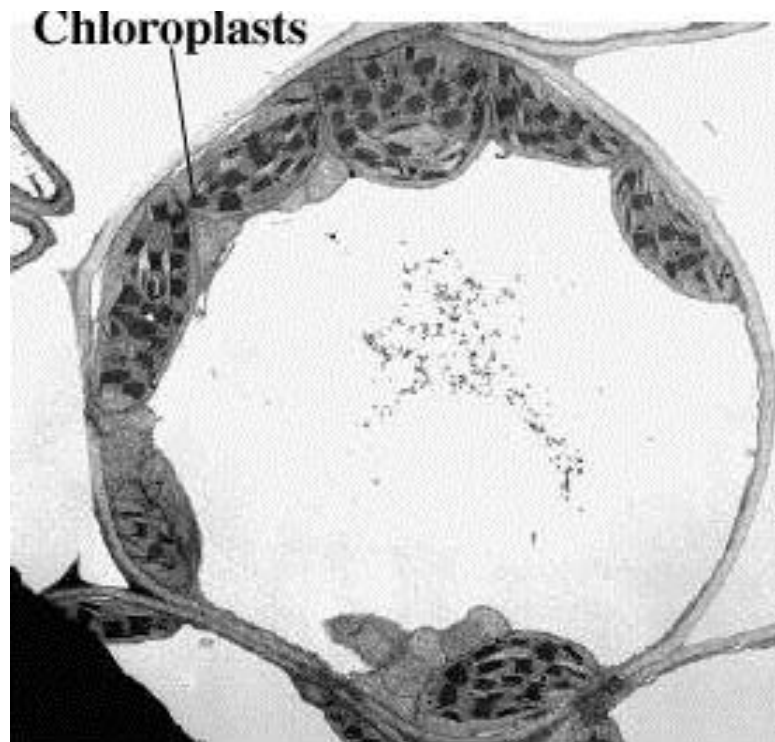


Specyfika roślin: biologia komórki

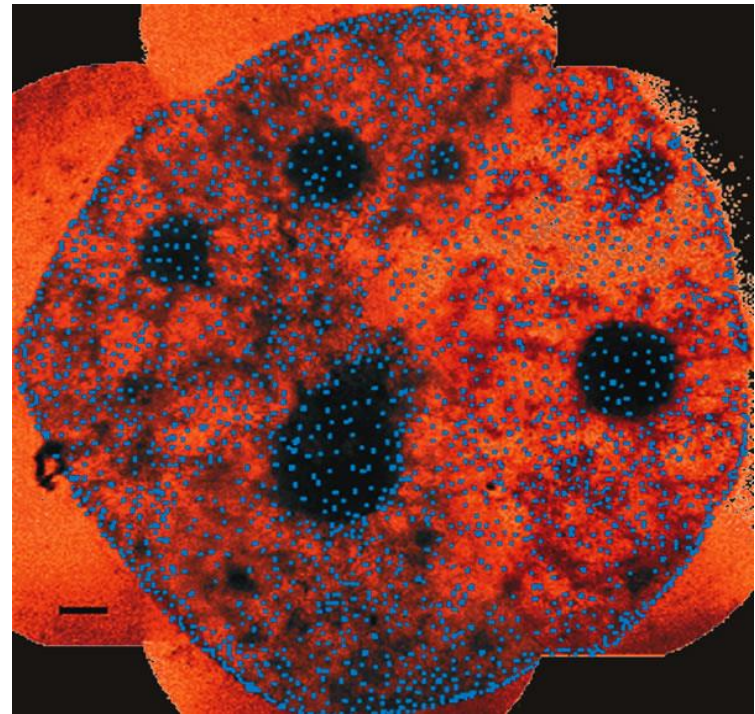
fotosynteza

- Rośliny są **fotoautotrofami** – ta cecha wyróżnia je najbardziej; komórki roślin zawierają chloroplasty (plastydy) umożliwiające fotosyntezę.
- Plastydy zawierają własne **genomy** determinujące ważne cechy, przede wszystkim związane z fotosyntezą
- Genomy plastydów współpracują z genomem jądrowym (**ko-ewolucja genomów**)

Komórki roślin i komórki zwierząt zasadniczo się różnią



Typical Plant Cell



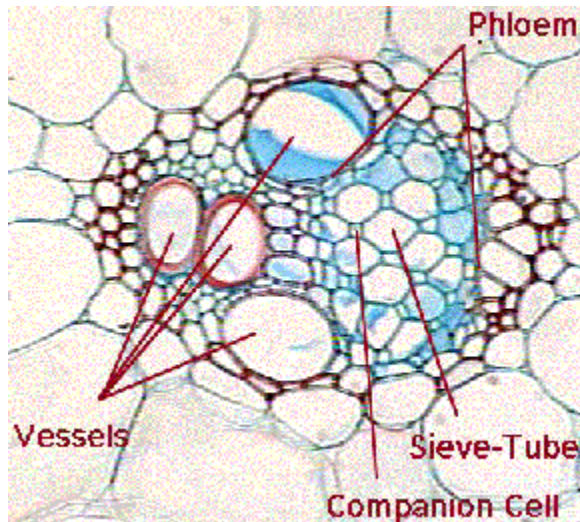
Specyfika roślin: biologia komórki

ograniczenia rozwoju wynikające z występowania

ściany komórkowej

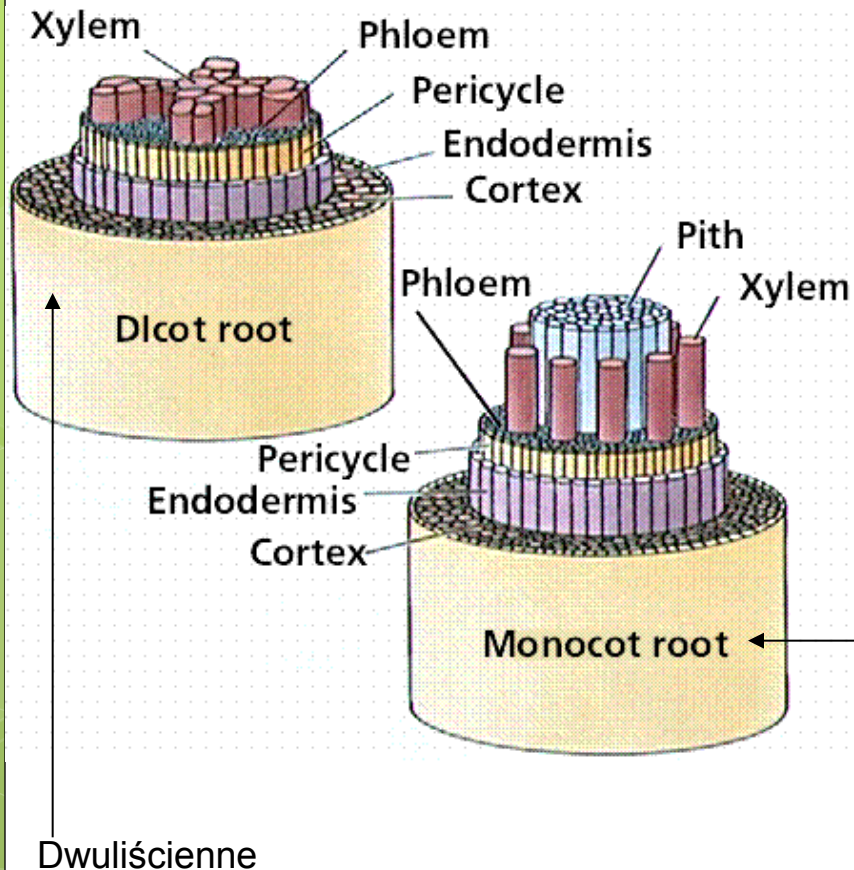
- Komórki roślin są ograniczone celulozowymi ścianami zewnętrznymi.
- W przeciwieństwie do zwierząt (sztywna forma przestrzenna = szkielet zewnętrzny lub wewnętrzny + mięśnie + wypełniająca tkanka łączna) sztywna forma roślin wynika z turgoru, obecności ścian komórkowych i substancji nierozpuszczalnych, np lignin.
- Rośliny naczyniowe, podobnie jak zwierzęta, mają system krążenia umożliwiający rozprowadzania substancji pokarmowych i usuwanie zbędnych produktów przemiany materii. (Właściwości takich nie mają grzyby, dlatego ich rozmiar podlega silnym ograniczeniom).
- Ściana komórkowa roślin stwarza ograniczenie dla dyfuzji. Wielkość porów w ścianie (3,5-5,2 nm) silnie ogranicza ruch cząsteczek o masie powyżej 15Kd. W celu komunikacji międzykomórkowej rośliny muszą w większym stopniu niż zwierzęta polegać na związkach drobno cząsteczkowych.

System krążenia u roślin



- Łyko (floem) przewodzi organiczne substancje pokarmowe; **struktura: żywe rurki sitowe**
- Drewno (ksylem) rozprowadza wodę i sole mineralne; **struktura: martwe naczynia**

Różne rozwiązania systemu krążenia u roślin naczyniowych - korzenie jedno- i dwuliściennych

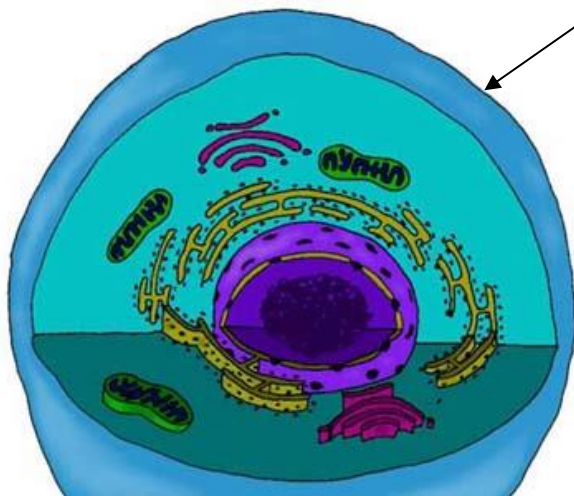


- **Łyko (floem) przewodzi organiczne substancje pokarmowe**
- **Drewno (ksylem) rozprawadza wodę i sole mineralne**

Specyfika roślin: sposoby integracji organizmu; komunikacja międzykomórkowa

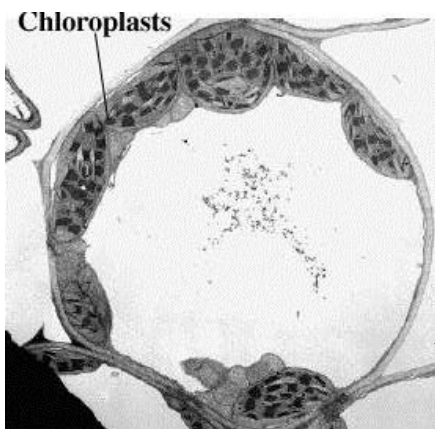
- Występowanie **plazmodesmów** powoduje, że roślina nie jest zbiorem indywidualnych komórek, lecz obejmującym cały organizm połączonym obszarem, tzw. **symplastem**, w którym komórki mogą się z sobą komunikować za pomocą sygnałów chemicznych.
- **Apoplast** jest połączonym obszarem na zewnątrz symplastu.
- Ruch cząsteczek przez plazmodesmy jest ściśle **kontrolowany**.

Większość objętości komórki zajmuje wakuola



Komórka
Zwierzęca

- Wakuola = 50-95% obj. komórki
- Wielkość komórki nie zależy od zwiększania ilości cytoplazmy (biosyntezy makrocząsteczek) i nie wiąże się z obniżeniem szybkości dyfuzji w komórce
- Ważne dla: przewodzenia sygnałów od błony do jądra, syntezy i transportu białek, syntezy błon, ruchów cytoplazmy, wyrównywanie stężeń substancji pokarmowych i gazów



Chloroplasts

Typical Plant Cell

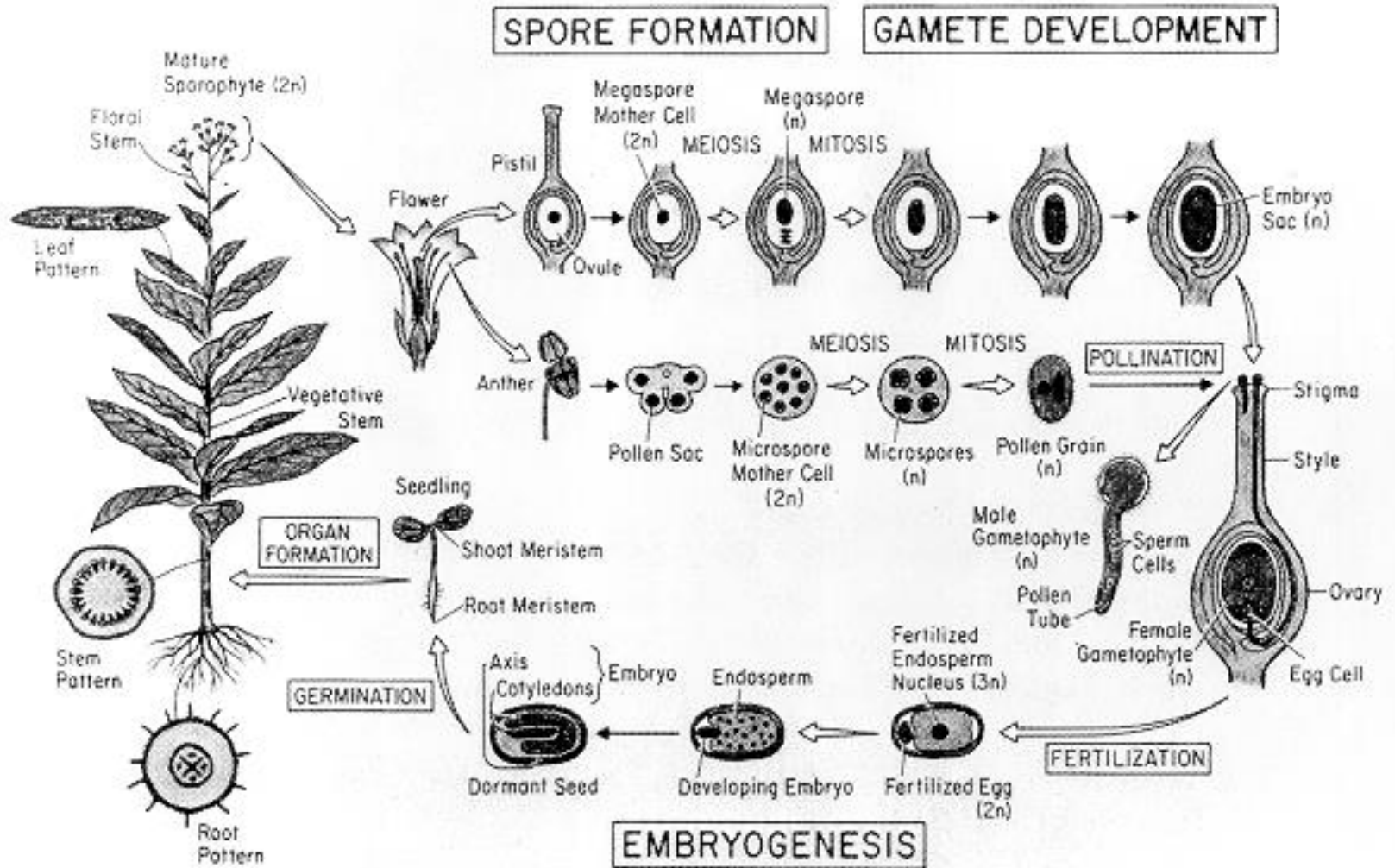
Wakuola

Merystemy (linia zarodkowa)

- Zwierzęta – wyspecjalizowane tkanki zarodkowe (spermatogonia, oogonia), różnicują z komórek somatycznych we wczesnej embriogenezie, izolowane od presji selekcyjnej
- Rośliny kwiatowe – znaczną część niezróżnicowanej tkanki stanowi **merystem**, tkanka zdolna do wzrostu wegetatywnego i różnicowania (na ogół pod wpływem specyficznych bodźców ze środowiska, jak długość dnia) w organy generatywne, które następnie wytwarzają komórki zarodkowe (pokolenie gametofitowe)

Pokolenie gametofitowe i sporofitowe

- Zwierzęta – końcowe produkty mejozy (spermatydy i kom. jajowe) są w większości nieaktywne metabolicznie, po dojrzaniu ekspresja genów ustaje. Komórki jajowe zwierząt mają wystarczające zapasy mRNA i rRNA na kilka podziałów pozygotycznych (po zapłodnieniu)
- Rośliny kwiatowe mają dwuetapowy cykl życiowy.
- Diploidalne stadium sporofitu i haploidalne stadium gametofitu: żeńskiego (komórka macierzysta megaspory (2N) – megaspory (1N) – megagametofit – kom. jajowa) i męskiego (komórka macierzysta mikrospory (2N) – mikrospora (1N) – ziarno pyłku – gameta męska)
- **Komórki gametofitów roślin przechodzą szereg podziałów komórkowych w stadium 1N, w trakcie których prowadzą aktywny metabolizm!**



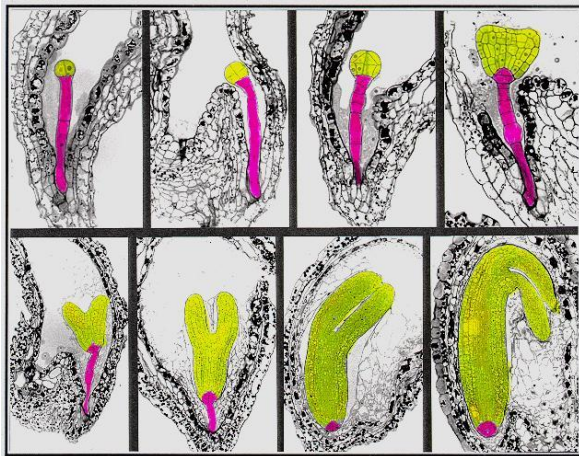
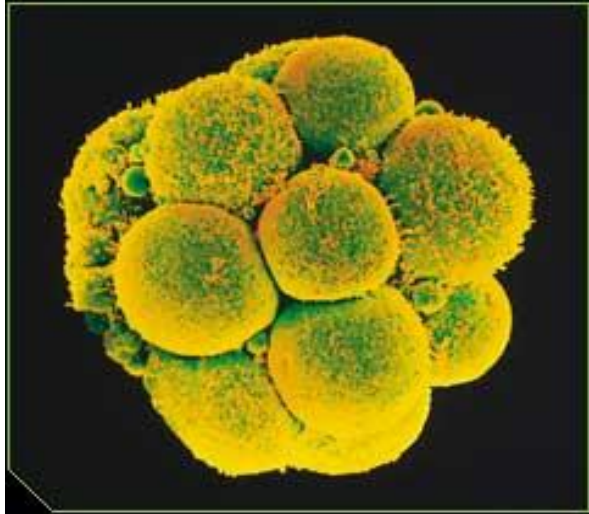
Konsekwencje

- U zwierząt **recesywne allele letalne** przenoszone są do zygoty, heterozygotyczność uniemożliwia selekcję przeciwko tym allelom.
- U roślin, większość recesywnych alleli letalnych (np dot. szlaków metabolicznych, kontroli cyklu komórkowego) jest eliminowana podczas gametofitowego pokolenia haploidalnego.
- Z gamet roślinnych można wyprowadzać pokolenie haploidalne (u niektórych gatunków)

Totipotencja (zdolność komórek do różnicowania)

- U zwierząt komórki somatyczne przechodzą na ogół końcowe różnicowanie już we wczesnym rozwoju i mogą podlegać rearanżacjom mat. genetycznego, eliminującego totipotencję, np. selektywna utrata chromosomów (bezkregowce), selektywna politenizacja części chromosomów, somatyczna amplifikacja genów rRNA, rearanżacja genów immunoglobulin
- Komórki somatyczne roślin zachowują totipotencję w ciągu całego życia rośliny.
- Nie dysponują zatem systemem regulacji genetycznej (końcowe różnicowanie, rearanżacje mat. genetycznego).
- Stwarzają wyjątkowo wygodny system do uzyskiwania organizmów zmodyfikowanych genetycznie (nauka, technologia)

System ontogenezy (rozwoju organizmu)

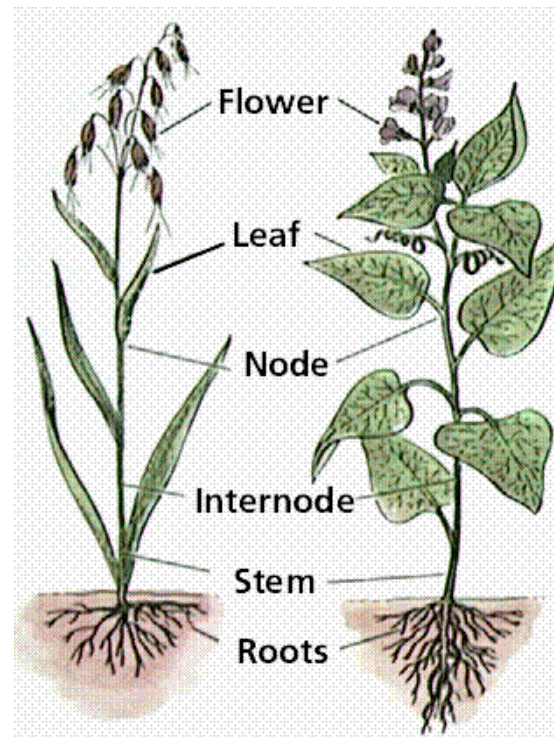


- U zwierząt, w trakcie embriogenezy komórki migrują.
- Komórki w zarodku roślin są ograniczone ścianami kom. i pozostają stale w tym samym miejscu
- Różnicowanie u roślin dokonuje się bez migracji komórek.
- Zasadnicza różnica w systemach ontogenezy: Implikacje ewolucyjne

Zamknięty i otwarty program rozwojowy



Courtesy of the Wellcome Institute Library, London
Noncommercial, educational use only.



Programy rozwoju: **zdeteminowany** vs. **ciągły**

- U zwierząt program różnicowania doprowadza do formy ostatecznej tkanki lub narządu i kończy się (nieodwracalność różnicowania).
- Program rozwoju można uważać za zdeteminowany i kompletny plan budowy organizmu.
- Totipotencji komórek roślin towarzyszy brak stadium końcowego zróżnicowania.
- U roślin program różnicowania i rozwoju w trakcie życia ma charakter ciągły (przechodzi wiele następujących po sobie, powtarzających się cykli – zwykle w odpowiedzi na bodźce ze środowiska.)
- Plan budowy roślin jest odbiciem powtarzania programów rozwojowych (węzły, merystemy kwiatowe)

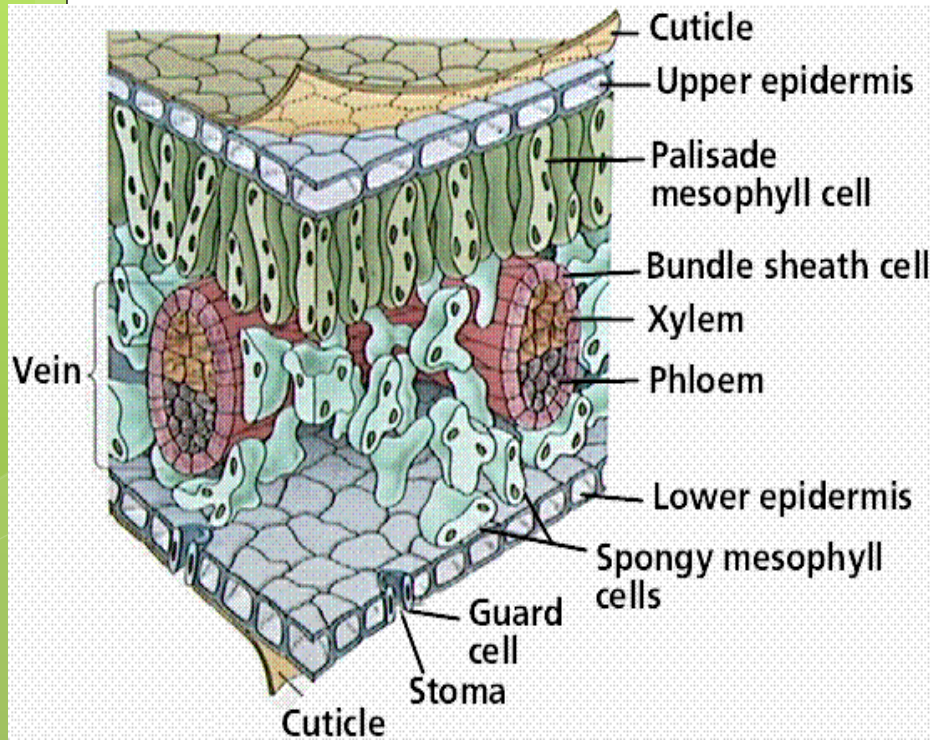
Wzrost wegetatywny i wzrost generatywny

- U zwierząt różnicowanie linii komórek płciowych i wykształcenie narządów płciowych dokonuje się we wczesnej fazie rozwoju.
- U roślin kwiatowych sporofit rośnie przez dłuższą część cyklu życiowego wegetatywnie. Przełączenie z wzrostu wegetatywnego na generatywny zachodzi późno, pod wpływem bodźców środowiska.
- Organy generatywne powstają w trakcie kwitnienia.

Kwitnienie



U roślin podział komórkowy nie jest niezbędny do nabycia przez komórki nowej specjalizacji



- U zwierząt, podział komórkowy jest niezbędny do różnicowania
- U roślin, komórki miękiszu mogą różnicować w komórki przewodzące wodę poprzez rozkład cytoplazmy i wakuoli i zgrubienie ścian komórkowych.

Arabidopsis thaliana – organizm modelowy w biologii roślin



- Mały jednoroczny chwast z rodziny Brassicaceae (krzyżowe); 15-20 cm wysokości, nasiona dł. 0,5 mm.
- Wytwarza do 5000 nasion/roślinę.
- Diploid (2N), mały genom 125 Mbp DNA
- Krótki cykl życiowy (ok. 6 tygodni „od nasiona do nasiona”).
- Samopylny

Arabidopsis thaliana (Johannes Thal, góry Harzu XVI w.)

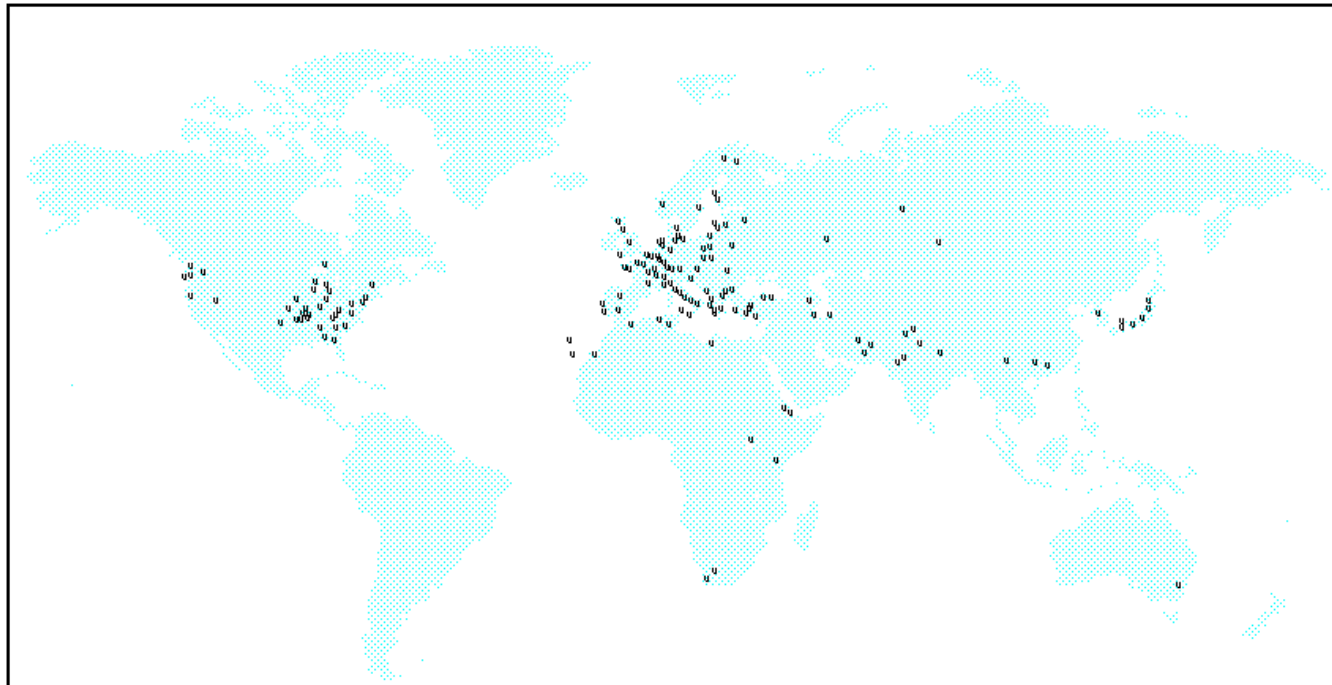
VII.
Pilosella filiquata. Pag. 84



Triplex hæc pingitur. C. non describitur ab autore
sed his à Gesnero vt cognata fuit adiecta. D. Minor
species à qua parû discrepat maior quemadmodum
descriptio ostendit. E. minima, de qua vide Lobeliû.

Rapun-

A. thaliana – rozpowszechnienie na świecie



Geographical distribution of ecotypes of *Arabidopsis thaliana* (L.) HEYNH.

© Jonathan Clarke

A. thaliana – Ekotypy najczęściej używane w laboratorium

- Landsberg
- Columbia
- CN24
- Wassilewskija

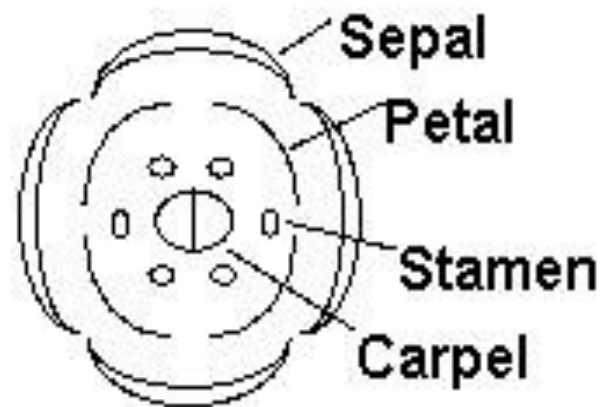
Arabidopsis w fazie kwitnienia



Pędy kwiatowe

Rozeta

Kwiatostany i pojedynczy kwiat



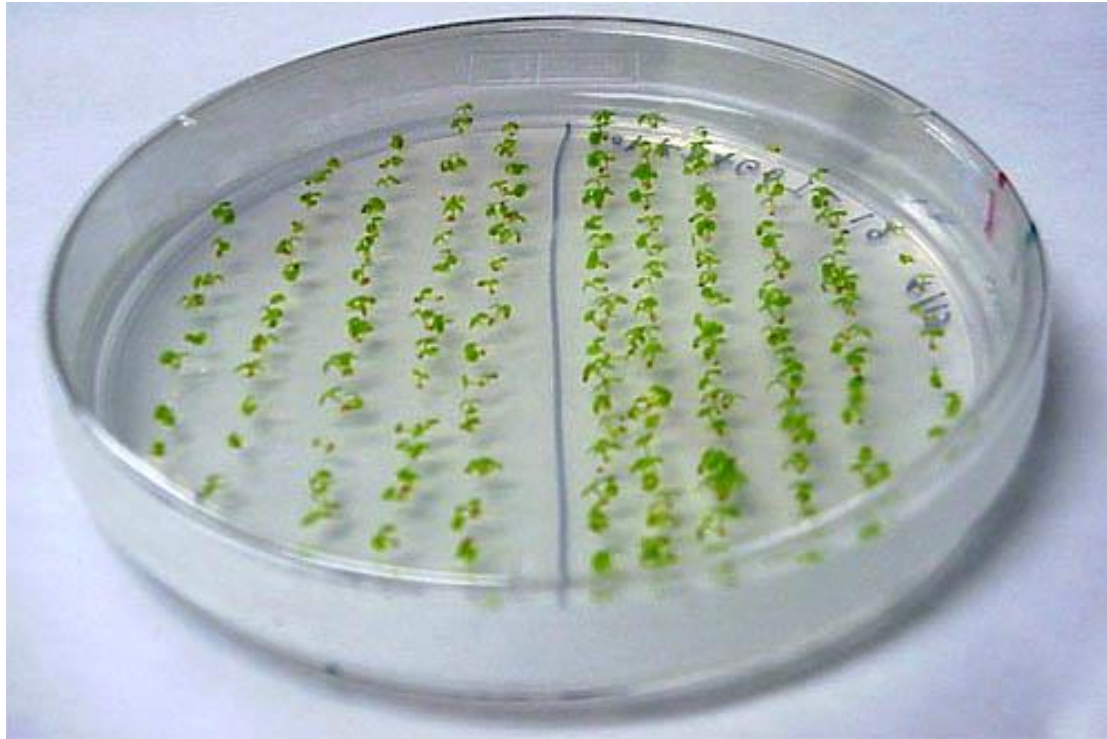
Hodowla na dużą skalę - szklarnia



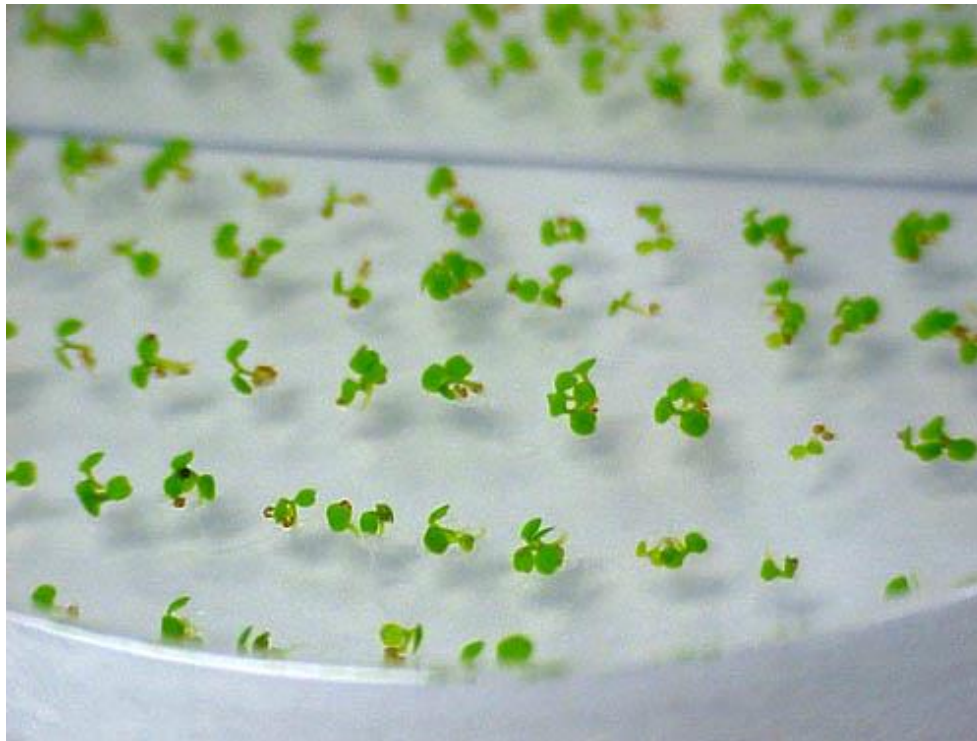
Hodowla na dużą skalę - fitotron



Hodowla na szalce na pożywce selekcyjnej



Hodowla na szalce na pożywce selekcyjnej (powiększenie)



Siewki przed przeniesieniem do ziemi
(wykształcone liście i korzenie)



Wzrost w ziemi



Hodowla z nasion od razu w ziemi



Identyfikacja mutantów (nadmiar kwiatów, wt, brak kwitnienia)



Mutacje w budowie kwiatu



Mutacje w budowie kwiatu



Mutacje w genie *MET1* kodującym metylotransferazę DNA



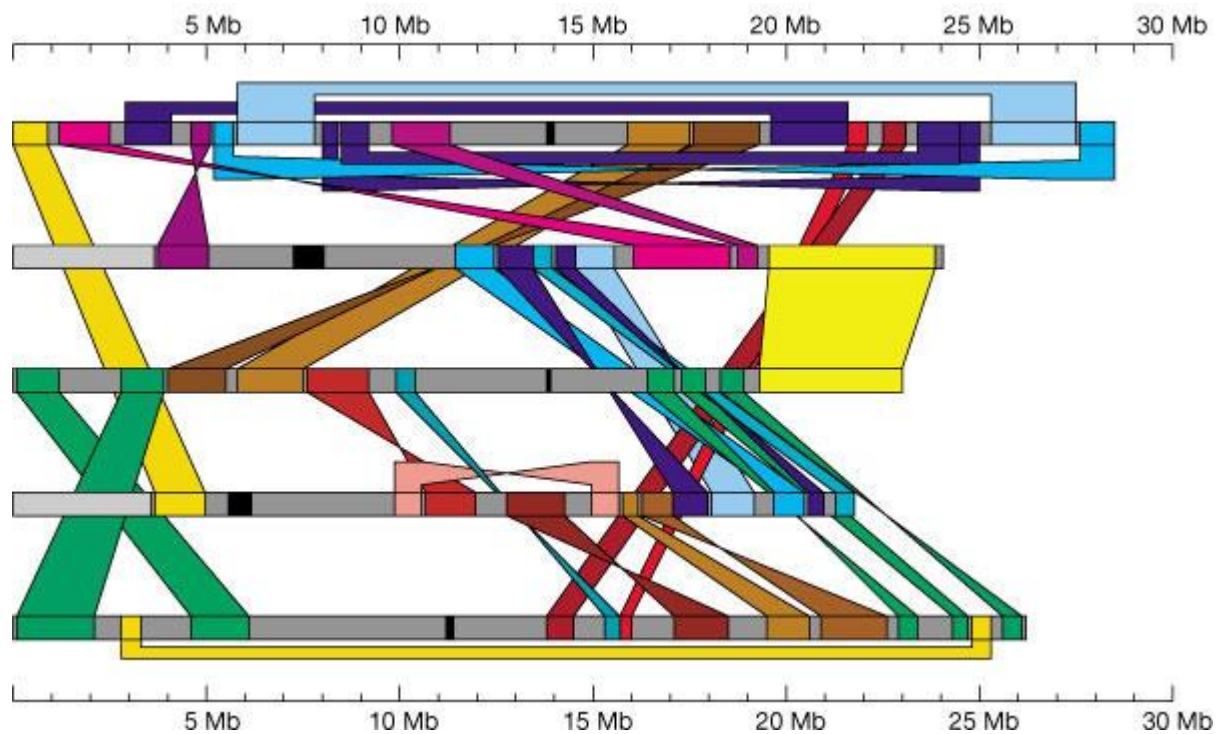
Columbia
MET1

Columbia
met1-1

Kultury komórkowe Arabidopsis



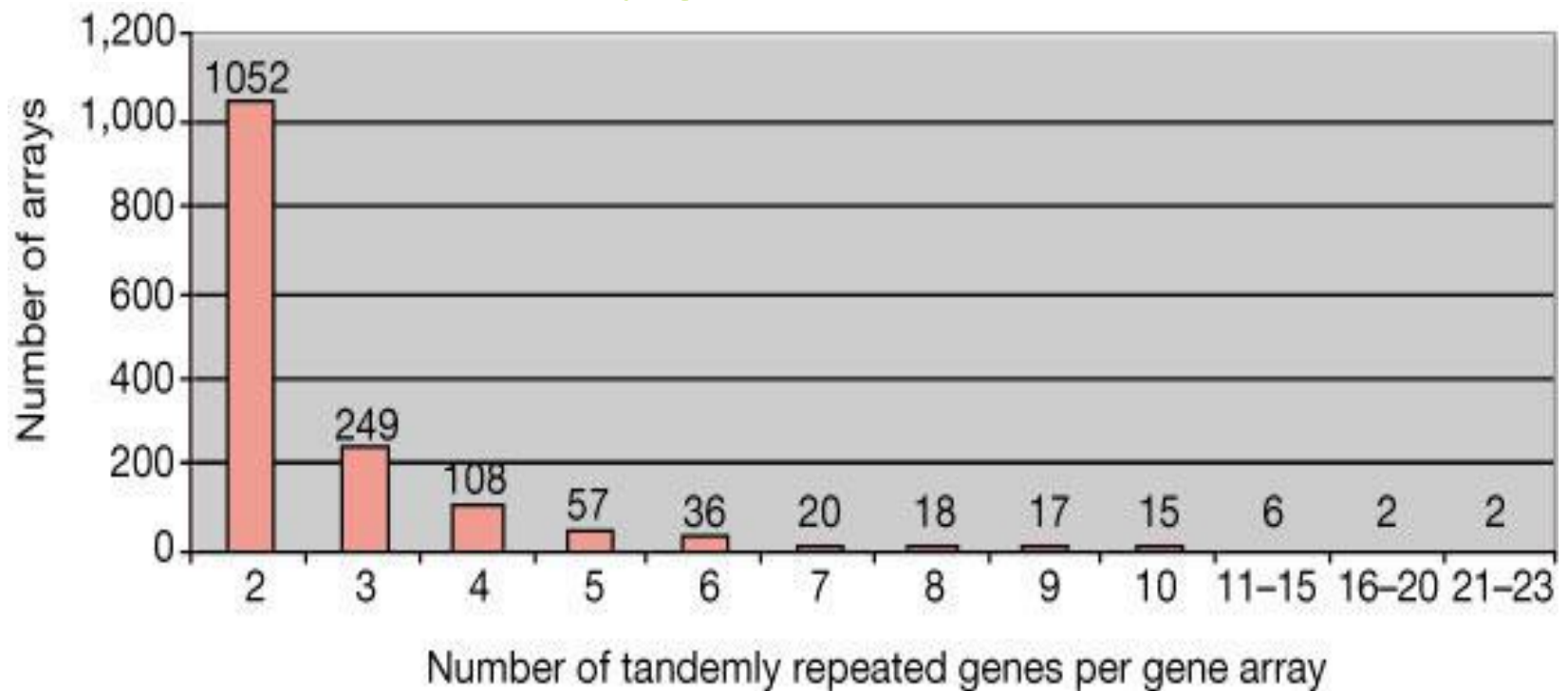
Relacje między chromosomami (duplikacje)



Statystyka

- Wielkość: 125Mb (milionów par zasad).
- 25 498 przewidzianych produktów genów należących do 11 000 rodzin genowych (W zasadzie tak samo, jak w genomie człowieka!).
- 69% genów zaklasyfikowanych na podstawie podobieństwa do genów innych gatunków.
- Tylko 8-23% białek związanych z transkrypcją jest ściśle spokrewnionych z białkami innych eukariontów. W przeciwieństwie do tego, aż 48 - 60% genów związanych z biosyntezą białka ma odpowiedniki u innych gatunków.
- Dowody kilku wielkich wydarzeń duplikacyjnych, w tym wskazujące na starożytnego tetraploidalnego przodka.

Rozkład sekwencji genowych



„Dwudziesty wiek zaczął się od powtórnego odkrycia praw Mendla dotyczących dziedziczenia u grochu, a zakończył odczytaniem genomu rośliny modelowej – *Arabidopsis thaliana*”

Pojęcie hodowli roślin

- Hodowla roślin jest nauką o doskonaleniu genetycznym roślin, której efektem są nowe odmiany roślin o korzystnych cechach użytkowych, dostosowanych do zmieniających się wymagań użytkowników i technologii uprawy.
- Kontynuacją hodowli roślin jest nasiennictwo, które umożliwia wprowadzenie odmiany do uprawy i jej szeroką komercjalizację.

- Pierwsze etapy hodowli roślin
- Udomowione gatunki: soja, pszenica, len wyka, soczewica, ryż sorgo, trzcina cukrowa, fasola, burak cukrowy, koniczyny, trawy pastewne, palma olejowa.

Cechy roślin dzikich:

- Rośliny dzikie posiadają w większości niekorzystne z punktu widzenia człowieka cechy:
- Małe organy zapasowe (spichrzowe) w stosunku do całej rośliny np. małe nasiona
- Łamliwa osadka kłosowa u zbóż
- Pękające strąki i łuszczyzny
- Duża zawartość substancji niepożądanych, toksycznych

Rośliny uprawne posiadają poprawione z punktu widzenia człowieka cechy:

- Zmniejszenie wymiarów rośliny, samokończący typ wzrostu
- Karłowatość, większe organy zapasowe
- Większe nasiona
- Nietłamiwa osadka kłosowa u zbóż
- Niepękające strąki i łuszczyzny
- Duża zawartość substancji pożądaných (np. cukru w korzeniu buraka cukrowego)
-

Ewolucja roślin

Poziom i strukturę genetycznej zmienności gatunku roślin kształtowały następujące czynniki:

- Mutacje
- rekombinacja
- migracje
- dryf genetyczny
- selekcja
- współdziałanie tych czynników ze środowiskiem fizycznym i biotycznym.

Hodowla roślin jako ukierunkowana ewolucja

- Hodowla roślin to współczesny etap ewolucji roślin uprawnych w wykonaniu specjalistów z przewagą selekcji sztucznej nad naturalną, przy wykorzystaniu metod i kierunków opartych na znajomości społeczeństwa i rolnictwa oraz właściwości biologicznych i genetycznych roślin.

Hodowla twórcza i zachowawcza

- Hodowla roślin jest działalnością zmierzającą do wytworzenia i zachowania odmian roślin uprawnych i obejmuje:
 - -hodowlę twórczą, mającą na celu tworzenie nowych odmian
 - -hodowlę zachowawczą, mającą na celu zachowanie charakterystycznych właściwości oraz wyrównanie i trwałość wytworzonych odmian

- Hodowla roślin jest także działalnością produkcyjną w rolnictwie. Wytwarza biologiczny środek produkcji- odmiany rolnicze.

Odmiany roślin

- Tworzony przez hodowlę postęp biologiczny przeznaczony jest do produkcji rolniczej przez odmiany.
- Odmiany roślin uprawnych są bezpośrednim nośnikiem postępu biologicznego w rolnictwie, gdyż przyczyniają się do:
 - wzrostu plonów
 - udoskonalenie innych cech użytkowych
 - poprawy jakości plonów
 - polepszenia zdrowotności roślin
 - lepszego przystosowania do zmieniających się wymagań przemysłu przetwórczego
 - polepszenia zdrowotności produktów powstałych w wyniku przetworzenia uzyskanych plonów.
- Odmiany w najtańszy sposób przyczyniają się do zwiększenia i rozwoju produkcji rolniczej.

- Definicja odmiany uprawnej
- odmiana- oznacza zbiorowość roślinną w obrębie botanicznej jednostki systematycznej najniższego znanego stopnia, która niezależnie od tego, czy w pełni odpowiada warunkom przyznania wyłącznego prawa:
- jest określana na podstawie przejawianych właściwości wynikających z określonego genotypu lub kombinacji genotypów
- Jest odróżnialna od każdej innej zbiorowości roślin na podstawie co najmniej jednej z przejawianych właściwości
- Pozostaje nie zmieniona po rozmnażaniu
- Odmiana mieszańcowa- oznacza odmianę, której materiał siewny jest wytwarzany każdorazowo przez krzyżowanie określonej zbiorowości roślinnej, zgodnie z podanym przez hodowcę tej odmiany sposobem i kolejnością.
-

- Postęp hodowlany
- Postęp rolniczy= postęp biologiczny + postęp agrotechniczny
- Postęp biologiczny zwany także hodowlanym lub genetycznym to doskonalenie organizmów żywych poprzez kształtowanie ich cech genetycznych w celu zwiększenia wydajności i jakości produkcji rolniczej.
- Postęp hodowlany (biologiczny) ma charakter ekologiczny, ponieważ prowadzi do wzrostu produkcji przy niezmiennym poziomie nakładów. Efektywne wykorzystanie istniejącego w odmianie potencjału genetycznego zapewniają odpowiednie warunki uprawy.

- Nasiennictwo zajmuje się uzyskiwaniem, oceną, przechowywaniem, przysposobieniem nasion do wysiewu, czyli otrzymywaniem materiału siewnego roślin uprawnych.
- Nowe odmiany są bezpośrednim nośnikiem postępu i są najtańszym sposobem zwiększenia i rozwoju produkcji rolniczej.
- Kwalifikowany materiał siewny produkowany jest pod nadzorem Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa (PIORiN)

- Postęp hodowlany
- -zmiana architektury łanu
- -odmiany mieszańcowe
- -tworzenie mieszańców międzyrodzajowych
- -poprawa cech jakościowych (użytkowych)
- -wykorzystywanie zasobów genów
- -zastosowanie metod biotechnologii

- Zastosowanie metod biotechnologii:
- -kultury in vitro
- -markery molekularne
- -selekcja genomowa
- -organizmy genetycznie modyfikowane (GMO)

- Krzyżowanie roślin
- Jeden z podstawowych zabiegów hodowli roślin, którego zadaniem jest poszerzenie zakresu zmienności cech u potomstwa na skutek rekombinacji cech form rodzicielskich lub kumulacja genów prowadząca do zwiększenia poziomu jakiejś cechy, czyli transgresja.

- Etapy krzyżowania roślin:
- -przygotowanie kwiatostanu roślin matecznych do kastracji
- -kastacja
- -izolacja
- -zapylenie
- -opieka nad zapyłonymi kwiatami

- Typy krzyżowań stosowanych w hodowli roślin:
- Krzyżowanie proste- krzyżowanie dwóch odmian, np. odmiany A z odmianą B
- $A \times B$

- Krzyżowanie zwrotne- krzyżowanie dwóch odmian, w którym odmiany przemiennie występują jako formy mateczne i ojcowskie. Stosowany gdy na cechę wpływ ma cytoplazma

$A \times B$

$B \times A$

- Krzyżowanie wsteczne- krzyżowanie mieszańca pojedynczego $A \times B$ z jednym z rodziców
- $(A \times B) \times A$ tzw. Backcross 1 (BC1)
- $(A \times B) \times B$ tzw. Backcross 2 (BC2)

- Krzyżowanie wypierające- polega na powtarzającym się krzyżowaniu wstecznym z tym samym rodzicem
- $(A \times B) \times B$
- $F_1 \times B$
- $F_1 \times B$ itd.
-

- Krzyżowanie wielokrotne- polega na połączeniu ze sobą kilku genotypów
- AxB i CxD pierwszy rok
- (AxB) x (CxD) drugi rok
- Krzyżowanie to nazwane jest również krzyżowaniem zbieżnym

- Materiał wyjściowy do hodowli roślin
- Materiałem wyjściowym są rośliny wybrane z kolekcji lub dzikich stanowisk i przeznaczone do hodowli. Stanowi on tworzywo do dalszych prac hodowlanych.
- Materiałem wyjściowym do hodowli mogą być:
 - Gatunki dzikie
 - Ekotypy
 - Odmiany miejscowe
 - Odmiany hodowlane
 - Linie
 - Klony
 - Mutanty

- Posiadanie dużych, bogatych i dobrze opisanych kolekcji jest niezbędne do uzyskania sukcesu hodowlanego.
-
- W tworzeniu nowych odmian wykorzystywane są:
 - -zasady naturalnej zmienności
 - -zasoby celowo tworzonej zmienności w wyniku:
 - Krzyżowania wewnątrzgatunkowego
 - Krzyżowania międzygatunkowego
 - Mutagenezy
 - Poliploidyzacji
 - Transgenezy

- Rejony charakteryzujące się szczególnie bogatym różnicowaniem gatunków zostały nazwane przez Wawitowa ośrodkami pochodzenia lub różnicowania roślin uprawnych. Wyróżniono 8 ośrodków pochodzenia roślin uprawnych:
- Chiński (proso, jęczmień wielorzędowy, owies nagi, soja, drzewa owocowe, herbata)
- Indyjski i indomalajski (ryż, trzcina cukrowa, ogórek, banany, pierz, bawełna)
- Środkowoazjatycki (pszenica zwyczajna, bobik, słonecznik, len, żyto, groch, marchew)

- Bliskowschodni (pszenica tetraploidalna, jęczmień dwurzędowy, lucerna, cebula)
- Śródziemnomorski (rzepak, łubiny, koniczyzny, kapusta, burak, len, sałata)
- Abisyński (rącznik, sorgo, pszenica, jęczmień dwurzędowy, kawa)
- Środkowoamerykański (kukurydza, fasola, papryka, bawełna, dynia)
- Południowoamerykański (ziemniak, pomidor, tytoń)

Miejsce występowania dzikiego przodka nie musi jednak pokrywać się z rejonem jego udomowienia i ewolucyjnego różnicowania, dlatego obecnie centrów genetycznego różnicowania roślin nie utożsamia się z ośrodkami ich pochodzenia

- Bioróżnorodność
- To zróżnicowanie wszystkich żywych organizmów występujących na ziemi w ekosystemach lądowych, morskich i słodkowodnych oraz w zespołach ekologicznych, których są częścią (konwencja podpisana w czasie tzw. Szczytu ziemi w Rio de Janeiro w 1992 r.)

- Bardzo ważną rolę w rolnictwie odgrywa różnorodność biologiczna, gdyż ujednolicenie genetyczne może powodować olbrzymie straty np. poprzez załamanie się odporności na czynniki biotyczne i abiotyczne odmian uprawianych na olbrzymich powierzchniach.
-
- Zasoby genowe roślin użytkowych to wszystkie genetyczne kombinacje wytworzone w procesie ewolucji, udomowienia i hodowli, czyli gatunki dzikie ,ekotypy, odmiany miejscowe i hodowlane, linie, klony i mutanty.

- Wraz z postępem technologicznym zmniejsza się różnorodność biologiczna. W ciągu wieków nasi przodkowie wykorzystali prawie 7 tys. Gatunków roślin jako pożywienie. Obecnie 150 gatunków uprawia się jako źródło pożywienia z czego 4 (ryż, pszenica, kukurydza i ziemniak) dostarczają 50% pożywienia.

- Erozja genetyczna
- Przyczyny zmniejszania bioróżnorodności w rolnictwie:
 - -uprawa kilku najlepszych odmian danego gatunku na dużych obszarach
 - -wykorzystywania najlepszych odmian jako materiał wyjściowy do hodowli nowych, jeszcze plenniejszych, co powoduje dalsze zawężenie ich składu genetycznego.

- Żyto- obcopylne
- Samopylne: pszenica, pszenżyto, jęczmień, rzepak

- Założenia do selekcji indywidualnej roślin samopylnych
- Populacja składa się z homozygotycznych roślin o niejednakowych genotypach
- W wyniku selekcji indywidualnej wyprowadza się z niej linie czyste, które mogą różnić się od populacji wyjściowej
- Dalsza selekcja w obrębie linii czystej jest bezskuteczna.
-

- Kiedy selekcja indywidualna u roślin samopylnych będzie skuteczna?
- Gdy populacja wyjściowa zawiera wartościowe geny
- Gdy uda się wyodrębnić genotypy z wartościowymi genami
-

- Metody hodowli roślin samopylnych
- W hodowli odmian gatunków samopylnych stosowane są następujące metody:
 - -rodowodowa
 - -populacyjna (ramszów- metoda Svalofska)
 - -populacji cząsteczkowych (populacyjno-rodowodowa)

- Schemat hodowli roślin samopylnych metodą rodowodową
- Etapy hodowli odmian metodą rodowodową:
- Krzyżowanie form rodzicielskich w celu poszerzenia zakresu zmienności
- Wysiew uzyskanych nasion pokolenia F1; jednolite heterozygoty, selekcji nie prowadzi się
- Wysiew punktowy na polu selekcyjnym, ostra selekcja pojedynków
- Wysiew potomstwa pojedynków w rzędach, wybór najlepszych roślin z najlepszych rzędów
- Wybór najlepszych roślin z najlepszych rzędów w kolejnych pokoleniach aż do uzyskania dużej homozygotyczności roślin
- W pokoleniu F6, czasem wcześniej w F5, wybór najlepszych rzędów (jeśli są wyrównane)
- Doświadczenia porównawcze z rodami w jednej, a następnie w kilku miejscowościach
- Wybór najlepszych rodów hodowlanych i skierowanie ich do badań rejestrowych.

- Zalety metody rodowodowej:
- Duże ograniczenie linii, ponieważ selekcja rozpoczyna się już w pokoleniu F2
- Znane pochodzenie każdej w wyprowadzonych linii (rodowód linii)
- Szybko prowadząca do otrzymania odmiany w stosunkowo krótkim czasie
- Wady metody rodowodowej:
- Duża heterozygotyczność selekcionowanego potomstwa utrudnia selekcję w pierwszych pokoleniach
- Mało skuteczna dla cech o niskiej odziedziczalności

- Skuteczność metody rodowodowej zależy od:
- Umiejętnej i konsekwentnej selekcji rozpoczętej już we wczesnych pokoleniach między potomstwami pojedynków
- Umiejętnej i konsekwentnej selekcji w późniejszych pokoleniach między rodzinami
- Prowadzonej równocześnie selekcji w obrębie rodów i rodzin

- Schemat hodowli roślin samopylnych metodą populacyjną
- Etapy hodowli odmian metodą populacyjną
- Krzyżowanie form rodzicielskich w celu poszerzenia zakresu zmienności
- Wysiew uzyskanych nasion pokolenia F1, jednolite heterozygoty
- Wysiew nasion na poletku jako tzw. Ramszów
- Prowadzenie ramszów do pokolenia F5 bez selekcji, wzrostu homozygotyczności
- Wysiew potomków pojedynków w rzędach jako oddzielne linie
- Ostra selekcja linii, wybór najlepszych rzędów (linii)
- Doświadczenia porównawcze z rodami w jednej, a następnie kilku miejscowościach
- Wybór najlepszych rodów hodowlanych i skierowanie ich do badań rejestrowych

- Zalety metody populacyjnej:
- Wysoka homozygotyczność linii ułatwia selekcję (brak rozszczepień w następnych pokoleniach)
- Zwiększona adaptacja linii na stresy środowiska abiotycznego i biotycznego
- Obniżanie kosztów hodowli
- Wady metody populacyjnej:
- Brak rodowodów selekcjonowanych linii
- Metoda pracochłonna, ponieważ wymaga prowadzenia dużej liczby linii
- Możliwość utraty cennych genotypów, podatnych na czynniki środowiska

- Skuteczność metody populacyjnej zależy od:
- Wzrostu homozygotyczności z pokolenia na pokolenie
- Doboru naturalnego faworyzującego pewne genotypy
- Kierunku selekcji naturalnej, który może być zgodny lub przeciwny z zamierzeniami hodowcy
- Konkurencji między roślinami o odmiennych genotypach
- Umiejętności obserwacji i korekcie dryfu genetycznego populacji (przyspieszającego lub hamującego)
- Możliwości wzmożenia działania czynnika selekcyjnego (np. mróz, susza, choroby)
- Zapobieganiu niekorzystnym skutkom doboru naturalnego (np. odsiew nasion drobnych)
- Prowadzenie osobnych ramszów dla cech recesywnych

- Wśród roślin obcopylnych mogą wystąpić następujące sposoby kojarzenia roślin:
- Zapylenie roślin zróżnicowanych fenotypowo
- Zapylenie wsobne w obrębie populacji
- Zapylenie roślin podobnych fenotypowo
- Chów w pokrewieństwie
- Chów siostrzany
- Chów wsobny

- Zapylenie kierunkowe u roślin obcopylnych
- Dobór pyłku roślin do zapylenia można przez odpowiedni wysiew obok siebie roślin, co może zwiększyć frekwencję pożądanego pyłku stosując odpowiedni wysiew, np.:
- Metodę płaszczową (centralnego poletka)
- Izolację- pozwala oddzielić od siebie poszczególne osobniki lub rody
- Izolacja przestrzenna
- Izolacja czasowa
- Izolacja techniczna (izolatory pergaminowe, tomofanowe i inne)

- Selekcja u roślin obcopylnych
- Selekcja indywidualna:
 - -ma charakter jednostronny
 - -znana jest roślina mateczna
 - -nieznany jest ojciec (pyłek może pochodzić od wielu roślin)
 -
- Selekcja indywidualno- masowa, ponieważ występuje tam:
 - -selekcja indywidualna roślin matecznych
 - -selekcja masowa roślin zapylających

Hodowla odmian obcopylnych metodą rezerw

- Etapy hodowli odmian metodą rezerw
- Wysiew punktowy odpowiednio licznej panmiktycznej populacji wyjściowej na polu selekcyjnej
- Selekcja pozytywna w polu oraz kolejne selekcje w laboratorium uwzględniając pożądane, zgodne z zamierzeniami hodowcy cechy
- Zebrane z wybranych pojedynków nasiona dzieli się na dwie części, z których połowę wysiewa, a drugą część przechowuje jako rezerwę
- Selekcja najlepszych rodów pod kątem plenności i innych cech i wybór najlepszych do dalszej hodowli
- Zebranych nasion z wybranych rodów nie przeznaczają się do dalszego wysiewu, gdyż pochodzą one z przekrzyżowania z rodami słabymi, lecz sięgają się do rezerw i wysiewa najlepsze z nich
- Przekrzyżowanie pomiędzy rodami w następnym roku nie powoduje wyraźnego obniżenia wartości materiału hodowlanego
- Ponowny wysiew najlepszych rodów i kolejne selekcje z zachowaniem rezerw
- Stosowana jest w tej metodzie przypadku izolacja czasowa

- Heterozja- bujność mieszańców pokolenia F1 ,czyli skokowy wzrost wigoru, bujności i plonu otrzymany w wyniku krzyżowania homozygotycznych linii wsobnych.
- Chów wsobny- uzyskanie potomstwa roślin obcopylnych w wyniku przymusowego (sztucznego) samozapylenia. W wyniku chowu wsobnego kontynuowanego przez kilka pokoleń uzyskuje się w wysokim stopniu homozygotyczne linie wsobne.

Hodowla mieszańcowa składa się z następujących etapów:

- Wyszukiwanie najlepszych genotypów z populacji
- Uzyskanie z nich linii wsobnych przez samozapylenie
- Namnażanie uzyskanych linii w izolacji i ich selekcja
- Krzyżowanie najlepszych linii wsobnych z różnych populacji
- Sprawdzenie ogólnej i swoistej zdolności kombinacyjnej linii
- Łączenie w mieszańcach najlepszych linii w celu wytworzenia odmian

- Czynniki umożliwiające hodowlę heterozyjną
- **Efekt heterozji (10-20%).** Identyfikacja komponentów rodzicielskich (tworzenie i badanie bardzo wielu próbnych mieszańców F1)
- **Możliwość odtwarzania odmiany mieszańcowej w czasie i przestrzeni.** Powtarzalność efektu heterozji warunkowana jest powtarzalnością genotypów komponentów rodzicielskich.
- Homozygotyczne linie-(rośliny rozmnażające się generatywnie)u roślin obcopolnych otrzymuje się je przez wieloletni chów wsobny utrudniany koniecznością izolacji, samoniezgodnością i depresją wsobną
- Klony(rośliny rozmnażające się wegetatywnie)
- **Posiadanie efektywnego i stabilnego systemu umożliwiającego produkcję nasion mieszańcowych na skalę produkcyjną.**

- Testowanie wartości kombinacyjnej linii wsobnych (testy: top-cross, poly-cross, diallel-cross)
- Sprawdzenie wartości kombinacyjnej
- -sprawdzenie ogólnej wartości kombinacyjnej linii (GCA) w krzyżowaniach typu top-cross lub linia x tester
- -sprawdzanie swoistej wartości kombinacyjnej mieszańców (DCA)- w krzyżowaniach diallelicznych.

- Przy produkcji nasion mieszańcowych komponenty rodzicielskie (A i B) muszą się zachowywać jak gatunki dwupiennie.
- Matka (A)-> funkcjonalne organy żeńskie
- Ojciec (B)-> funkcjonalne organy męskie
- Przy zachowaniu zdolności do rozmnażania generatywnego

- Sposoby produkcji nasion mieszańcowych
- Kastracja form matecznych: mechaniczna, genetyczna (męska sterylność genowa i cytoplazmatyczno-genowa)gametocydy
- Samoniezgodność
- Dwupienność
- Linie żeńskie u roślin jednopiennych
- Mechaniczna kastracja form matecznych
- Jądrowa męska sterylność

- Cytoplazmatyczno- genowa męska sterylność bez genów przywracających płodność; z genami przywracającymi płodność- restorerami
- Gametocydy
- Samoniezgodność
- Dwupienność
- Linie żeńskie roślin jednopiennych
- Inne sposoby: dominujące geny ms, zmutowane geny ms, gen z promotorem tkankowo-specyficznym- gametocyd w tapetum, transgeny
-

- Mutacja- to nagła, skokowa i trwała zmiana w materiale genetycznym.
-
- Rodzaje mutacji:
- Mutacje genowe
- Mutacje chromosomowe
- Mutacje genomowe

Mutacje prowadzą do powstania nowych alleli genów, a rekombinacje powstałych alleli z już istniejącymi prowadzą do pojawienia się nowych i o poszerzonym zakresie zmienności osobników. Osobnika o zmienionym w wyniku mutacji fenotypie nazywamy mutantem.

- Mutacje genowe
- Mutacje genowe- powstają na skutek zmiany jednych nukleotydów w inne, zmiany kolejności ich ułożenia, utraty któregoś nukleotydu.
-
- Mutacje genowe- są źródłem zmienności genetycznej i dostarczają materiału wyjściowego do hodowli.
-
- Mutacje genowe- nazywamy punktowymi lub mendlowskimi (dziedziczenie zmienionych cech wg prawa Mendla)
-

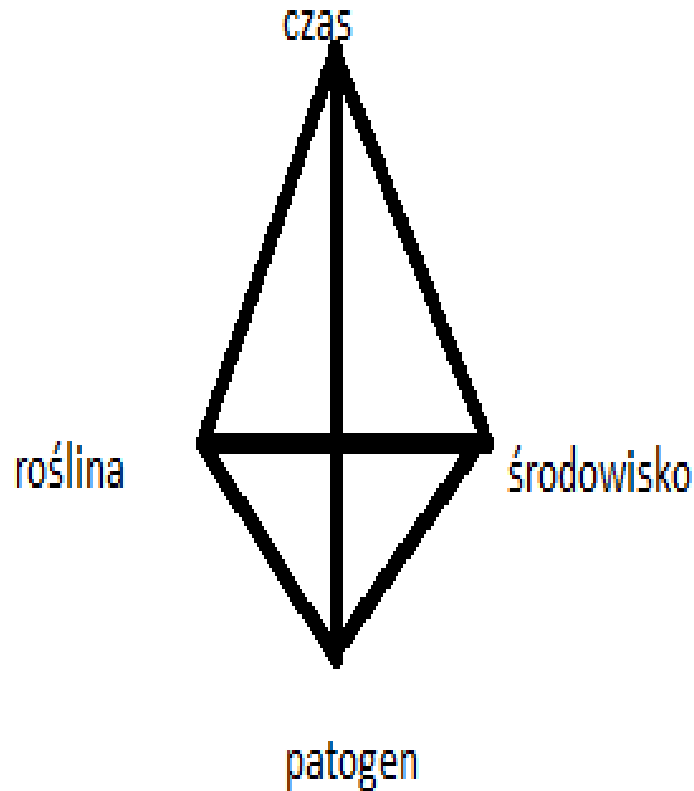
- Mutacje chromosomowe
- Mutacje chromosomowe- powstają pod wpływem zmian w strukturze chromosomów (każda zmiana w budowie chromosomu pociąga za sobą przemieszczanie jakiejś grupy genów). Ma to duże znaczenie, ponieważ działanie genu zależy nie tylko od jego budowy, ale także od pozycji jaką zajmuje w chromosomie.

- Mutacje chromosomowe- są wynikiem zmiany położenia, podwojenia, wypadnięcia odcinka chromosomu w miejscu jego poprzedniego pęknięcia.
-
- Zmiany te mogą być wywołane zaburzeniami w procesie mejozy, pociągają za sobą zaburzenia w płodności pyłku (np. tzw. Przestrzelenie kłosów)
- Nie mają praktycznej wartości hodowlanej, ale mogą prowadzić do powstania odrębnych form a nawet gatunków- np. dzikie gatunki żyta.

- Mutacyjne zmiany dziedziczne mogą być:
- Spontaniczne- częstotliwość samorzutnie powstałych zmian w sekwencji nukleotydów łańcuch DNA jest mała i wynosi około 1×10^6 w przeliczeniu na jedną parę nukleotydów i 1 cykl replikacji (pojedynczy nukleotyd w DNA może mutować raz na 10^6 cykli replikacyjnych)
- Indukowane- zachodzą z większą częstotliwością. Spontaniczne i indukowane mutacje mogą być recesywne lub dominujące. Mogą występować jako:
- Makromutacje- są łatwo rozpoznawalne fenotypowo i dotyczą z reguły genów głównych
- Mikromutacje- powodują zmiany cech o charakterze ilościowym warunkowanym genami o kumulatywnym charakterze działania, dlatego trudno je stwierdzić w populacji.

- Czynniki indukujące mutacje
- Czynniki fizyczne
- Promieniowanie jonizujące- pękanie chromosomów, aberracje chromosomowe
- Promieniowanie nadfioletowe- mutacje punktowe
- Czynniki chemiczne
- HNO₂- tranzycje (C->U, A->G, C->A)
- Hydroksylamina- tranzycja C->T
- Związki alkilujące-tranzycje, transwersje, zmiana odczytu
- Analogi zasad- tranzycja
- Barwniki akrydynowe- zmiana fazy odczytu w wyniku delecji lub insercji pojedynczych par nukleotydów

Główne czynniki wpływające na rozwój chorób i ich rozpowszechnianie



Trójkąt chorobowy obrazuje rodzaj relacji pomiędzy rośliną żywicielską, środowiskiem a patogenem, w których wynikiem jest występowanie choroby.

- Ocena materiałów hodowlanych na stresy abiotyczne
- Zimotrwałość i mrozoodporność
- a) Metody bezpośrednie
 - W warunkach normalnych: na polu hodowlanym, w rejonach specjalnych o dużej presji selekcyjnej
 - W warunkach prowokacyjnych: usuwanie śniegu z poletek, wytwarzanie sztucznej pokrywy lodowej, daszki nad poletkami, wysiew do skrzynek umieszczonych na wysokości 1 m z warstwą piasku, wysiew na zboczach i wałach, metoda monolitów glebowych, metoda kadłubów

- Metody pośrednie
- Zawartość rozpuszczalnych węglowodanów
- Zawartość suchej masy
- Położenie węzła krzewienia
- Położenie stożka wzrostu
- Położenie szyjki korzeniowej
- Tendencja do denaturacji białek
- Zdolność do regeneracji

- Odporność na wyleganie
- Metody bezpośrednie
- W warunkach normalnych: na polu hodowlanym
- W warunkach prowokacyjnych: zagęszczenie siewu, zwiększone dawki nawożenia azotowego, deszczowanie
- Metody pośrednie:
- Długość pędu
- Długość międzywęźli
- Ustawienie kłosa
- Liczba wiązek przewodzących na obwodzie źdźbła
- Grubość warstwy sklerenchymy i parenchymy
- Stopień zdrewnienia komórek
- Rozwój systemu korzeniowego
- Właściwości mechaniczne pędu (elastyczność, sprężystość, wytrzymałość, moduł Younga i inne parametry)

- Tolerancja na niskie pH gleby:
- Metody bezpośrednie
- W warunkach normalnych: na polu hodowlanym- selekcja na glebach kwaśnych,
- W warunkach prowokacyjnych: w polu na glebach sztucznie zakwaszonych, w szklarni w wazonach i na parapetach z podłożem odpowiednio zakwaszonym, w laboratoriach w warunkach wodnych i kulturach in vitro
- Metody pośrednie:
- Reakcja na toksyczne działanie jonów glinu
-

- Tolerancja na zasadowy odczyn gleby
- Metody bezpośrednie
- W warunkach normalnych- na polu hodowlanym- selekcja na glebach zasadowych
- W warunkach prowokacyjnych- w szklarni w wazonach z nadmiarem jonów Ca
-
- Tolerancja na zasolenie gleby
- Metody bezpośrednie
- W warunkach normalnych- na polu hodowlanym o zasolonej glebie
- W warunkach prowokacyjnych- w szklarni w wazonach z dodatkiem roztworów soli o różnym stężeniu, w laboratorium kiełkowanie nasion na podłożach o różnym stężeniu soli

- Rodzaje odporności wykorzystywane w hodowli roślin
- Odporność to zdolność rośliny do ograniczania lub uniemożliwiania wnikania, rozwoju i rozprzestrzeniania się patogena w roślinie. Reakcja odpornościowa jest specyficzną reakcją rośliny uwarunkowaną genetycznie.
- Odporność pozorna to unikanie patogena poprzez rozmijanie się faz rozwojowych patogena i gospodarza, czyli rozmijania się okresu wrażliwości rośliny i występowania zarodników patogenu.
- Odporność rzeczywista polega na stawianiu oporu czynnikom chorobotwórczym podczas wnikania i rozprzestrzeniania się patogena w roślinie, czyli jest to zdolność rośliny do zahamowania rozwoju patogena. Objawia się ona odizolowaniem patogena po wniknięciu do organizmu.
- Odporność nabyta to odporność powstająca podczas rozwoju osobniczego rośliny zależna od warunków środowiska.

- Odporność wrodzona to złożona cecha uwarunkowana genetycznie ukształtowana w wyniku wzajemnego oddziaływania genomów rośliny gospodarza i patogena.
- Odporność bierna to bierna odporność rośliny polegająca na uniemożliwieniu patogenowi na wniknięcie do rośliny i rozprzestrzenianie się w jej tkankach i związana jest z morfologiczną, anatomiczną i chemiczną budową roślin.
- Odporność czynna to reakcja obronna rośliny pozwalająca zwalczyć patogena, który wniknął do rośliny. Może być realizowana przez fizyczne i chemiczne bariery zapobiegające wnikaniu patogenów, neutralizacji toksyn wytwarzanych przez patogena, wytwarzaniu antyciał pod wpływem patogena lub nadwrażliwości roślin, w rezultacie której zainfekowane tkanki ulegają nekrozie
- Odporność pionowa (rasowo-specyficzna) to całkowita odporność na ściśle określoną rasę patogena. Jest to odporność warunkowana zazwyczaj monogenicznie na jedną specyficzną rasę fizjologiczną patogena.
- Odporność pozioma (rasowo- niespecyficzna) to częściowa odporność skierowana na różne rasy patogena. Warunkowana jest przez poligeny, które nie powodują jej pełnej odporności, ale zmniejszają nasilenie choroby wskutek niskiej częstotliwości infekcji, utrudnionej inkubacji grzyba, długiemu okresowi od infekcji do zarodnikowania i zmniejszonemu zarodnikowaniu. Odporność tego typu jest trwała, a intensywność porażenia roślin zależy od agresywności patogena.

- Dlaczego hodowla odpornościowa?
- -ogranicza chemizację rolnictwa
- -ogranicza skażenie naturalnego środowiska
- -ogranicza nakłady pracy i środków na zwalczanie patogenów i szkodników
- -jest uważana za najtańszą metodę ochrony roślin
- -ograniczone skażenie płodów rolnych metabolitami patogenów i szkodników

- Hodowla odpornościowa na niekorzystne czynniki środowiska, choroby i szkodniki
- Hodowla odpornościowa na stesy abiotyczne jest trudna, ze względu na poligeniczne dziedziczenie odporności, jednak możliwe jest znalezienie osobników transgresywnych.
- Wykorzystuje się w tym celu?
- -klasyczne metody hodowli roślin- (metodę rodowodową, populacyjną, rezerw, heterozyjną, mutacyjną) wzbogacone o dodatkowe elementy selekcji na niekorzystne czynniki środowiska, choroby i szkodniki.
-

- Hodowla odpornościowa
- Przeciwdziałanie każdej chorobie i szkodnikowi musi być traktowane jako oddzielny cel hodowli
- Ustalenie priorytetów w hodowli odpornościowej
- Identyfikacja genów odporności w innych odmianach
- Identyfikacja genów odporności w formach nieuprawnych i gatunkach pokrewnych
- Przeniesienie zidentyfikowanych genów odporności do odmian lub materiałów hodowlanych

- Metody uodparniania roślin stosowane w hodowli:
- Klasyczna hodowla
- Gatunki dzikie
- Kultury in vitro
- Fuzja protoplastów
- transgeneza