

Mikrobiologia żywności

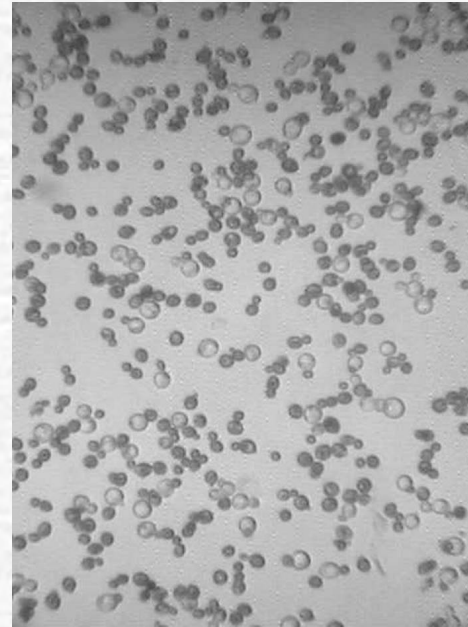


Grzyby mikroskopowe stosowane
w procesach przemysłowych
technologii żywności

Królestwo: Grzyby

Podział

- ze względu na rozmiar
 - grzyby mikroskopowe
 - grzyby makroskopowe



- tradycyjny
 - drożdże (jednokomórkowe)
 - grzyby strzępkowe (nitkowate, mycelialne, pleśniowe)

Podział ten jest nieprecyzyjny - ten sam gatunek, zależnie od warunków, może rosnać w postaci pojedynczych komórek lub rozgałęzionej grzybni

- drożdżaki – wytwarzają strzępki, mogą rozmnażać się tylko wegetatywnie

Drożdże

- **Grzyby mikroskopowe**
- **Chemoorganotrofy** - wykorzystują związki organiczne jako źródło węgla i energii
 - saprofity - organizmy cudzożywne (heterotrofy) odżywiające się związkami organicznymi pochodzącymi z rozkładu martwych szczątków roślin i zwierząt
 - Pasożyty – organizmy cudzożywne wykorzystujące stale lub okresowo organizm żywiciela jako źródło pożywienia lub/i środowisko życia
- **Metabolizm tlenowy i beztlenowy**

Klasyfikacja drożdży

Podstawy klasyfikacji

- pokrewieństwo filogenetyczne
- sposób rozmnażania generatywnego i wegetatywnego
- cechy morfologiczne komórki
- cechy hodowlane
- tworzenie pigmentu
- tworzenie wegetatywnych spor, pseudogrzybni, grzybni właściwej
- cechy biochemiczne (wytwarzanie ureazy, zdolność do asymilacji i fermentacji różnych źródeł węgla i asymilacji azotanów)
- budowa ściany komórkowej (zawartość glukanów, mannanów, chityny)
- budowa DNA jądrowego (zawartość procentowa par GC)

Klasyfikacja drożdży

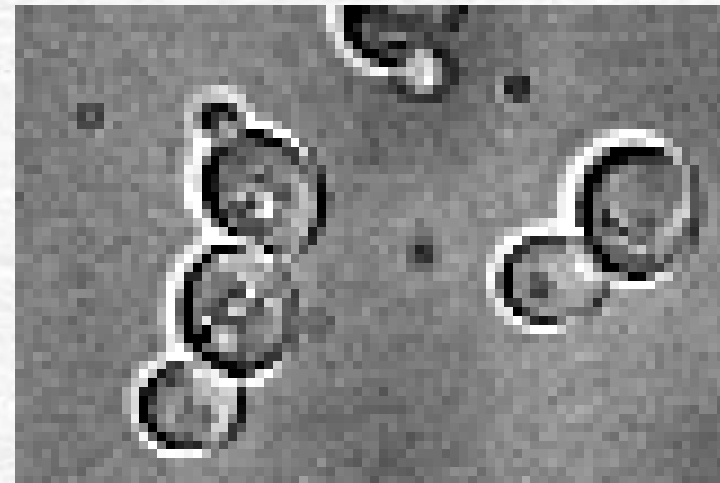
3 klasy drożdży (ok. 90 000 gatunków)

| Ascomycetes | Basidiomycete s | Deuteromycetes |
|--|--|--|
| Rodzina: | Rodzina: | Rodzina: |
| Ascoidiaceae Spermophtoraceae Endomycetaceae Schizosaccharomycetaceae Saccharomycodaceae Lipomycetaceae Saccharomycetaceae | Filobasidiaceae Teliosporaceae Sirobasidiaceae | Trichosporoideae Cryptococcoideae Rhodotoruloideae Sporobolomycetoideae |

Saccharomyces cerevisiae

izolowany ze skórek winogron

Domena: Eukarya
Królestwo: Fungi
Gromada: Ascomycota
Podgromada: Saccharomycotina
Klasa: Saccharomycetes
Rząd: Saccharomycetales
Rodzina: Saccharomycetaceae
Rodzaj: *Saccharomyces*
Gatunek: *Saccharomyces cerevisiae*



- Metabolizm tlenowy i beztlenowy
- Optimum temperatury - 25 - 30°C
- Optimum pH - 6,5

- komórki kuliste lub owalne
- 5 - 10 μm średnicy

Morfologia komórek drożdży

- Wielkość: 1-8 μm długości; 1-6 μm szerokości
- Kształt: kulisty, elipsoidalny, cytrynkowaty, butelkowaty, cylindryczny, nitkowaty

Wielkość i kształt komórek zależy od rodzaju drożdży, warunków środowiska, stanu fizjologicznego, funkcji komórki w populacji.



Rozmnażanie wegetatywne drożdży

➤ **Pączkowanie**

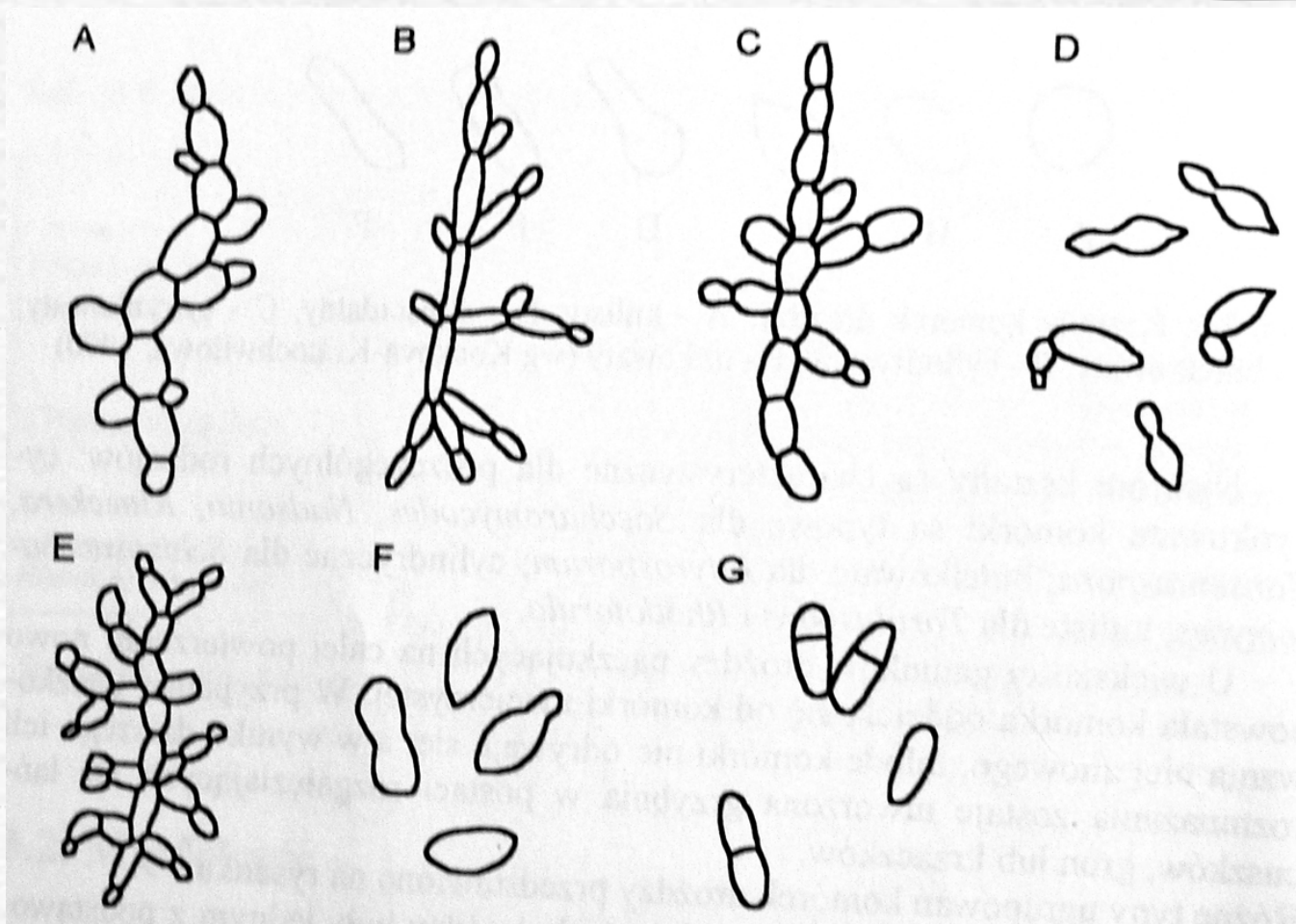
- na całej powierzchni (wielobiegunowe)
- jedno- lub dwubiegunowe (tworzenie różnych ugrupowań)

➤ **Podział** (wewnątrz komórek tworzą się poprzeczne przegrody – septy)

➤ **Pączkowanie i podział**

Podział mitotyczny jądra komórkowego i podział cytoplazmy; komórka potomna identyczna z komórką macierzystą, ploidalność populacji nie ulega zmianie

Typowe ugrupowania drożdży

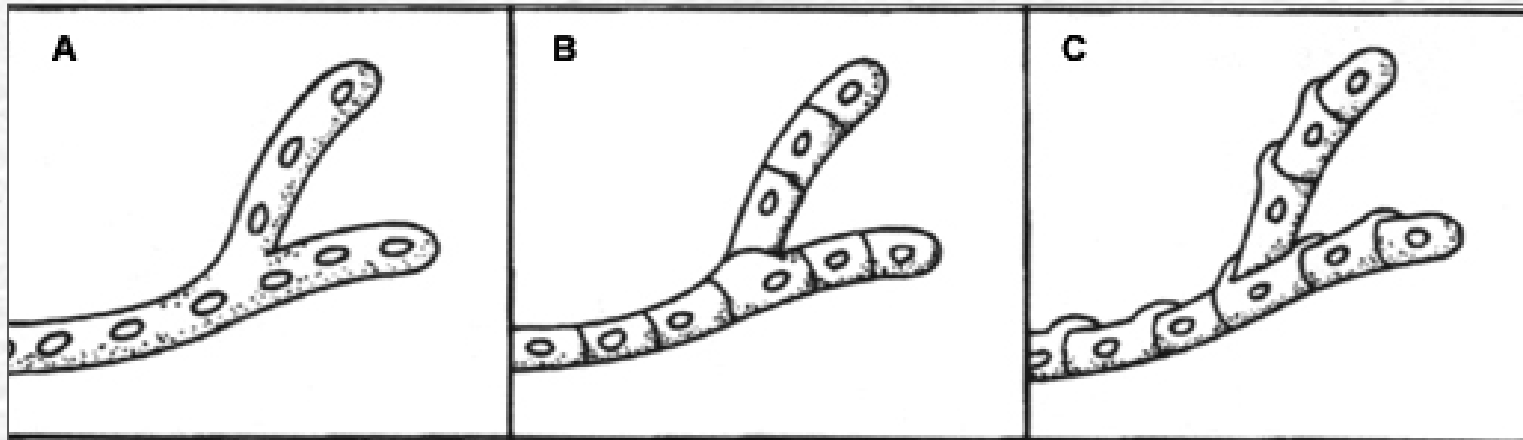


A – *Saccharomyces cerevisiae*, B – *S. bayanus*, C – *S. ellipsoideus*,
D – *Kloeckera apiculata*, E – *Candida vini*, F – *S. ludwigii*,
G – *Schizosaccharomyces pombe*

Rozmnażanie wegetatywne drożdży

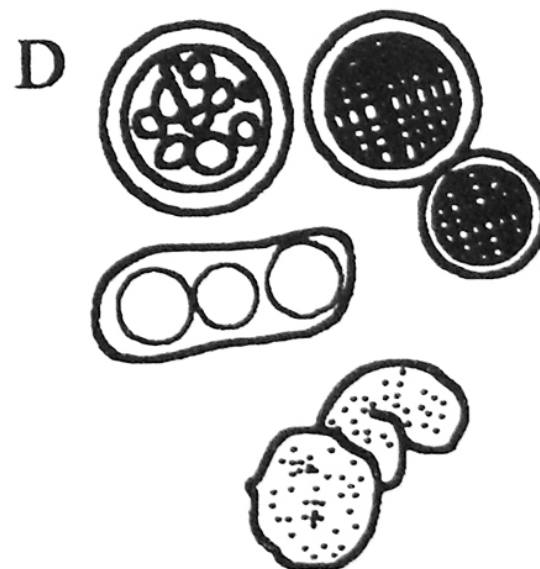
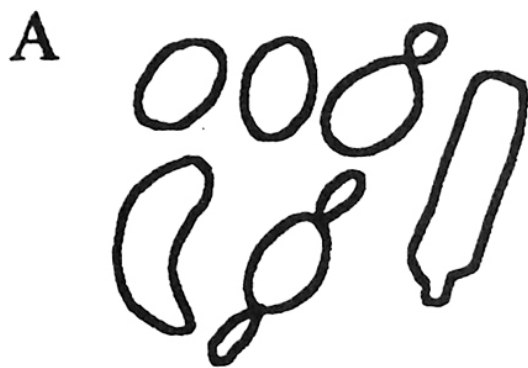
Tworzenie grzybni i pseudogrzybni

- **Grzybnia (mycelium)** - wydłużone, nitkowate struktury, często rozgałęziające się, złożone z komórek posiadających poprzeczne przegrody
- **Pseudogrzybnia (pseudomycelium)** – wydłużone, nitkowate struktury, często rozgałęziające się, złożone wyłącznie z komórek pączkujących lub pojedyncza, nitkowata komórka, mogąca rozgałęziać się, nie posiadająca przegród poprzecznych



A – pseudogrzybnia, B i C - grzybnia

Rozmnażanie wegetatywne drożdży



A – blastospory B – balistosporia C – artrosporia D - chlamydosporia

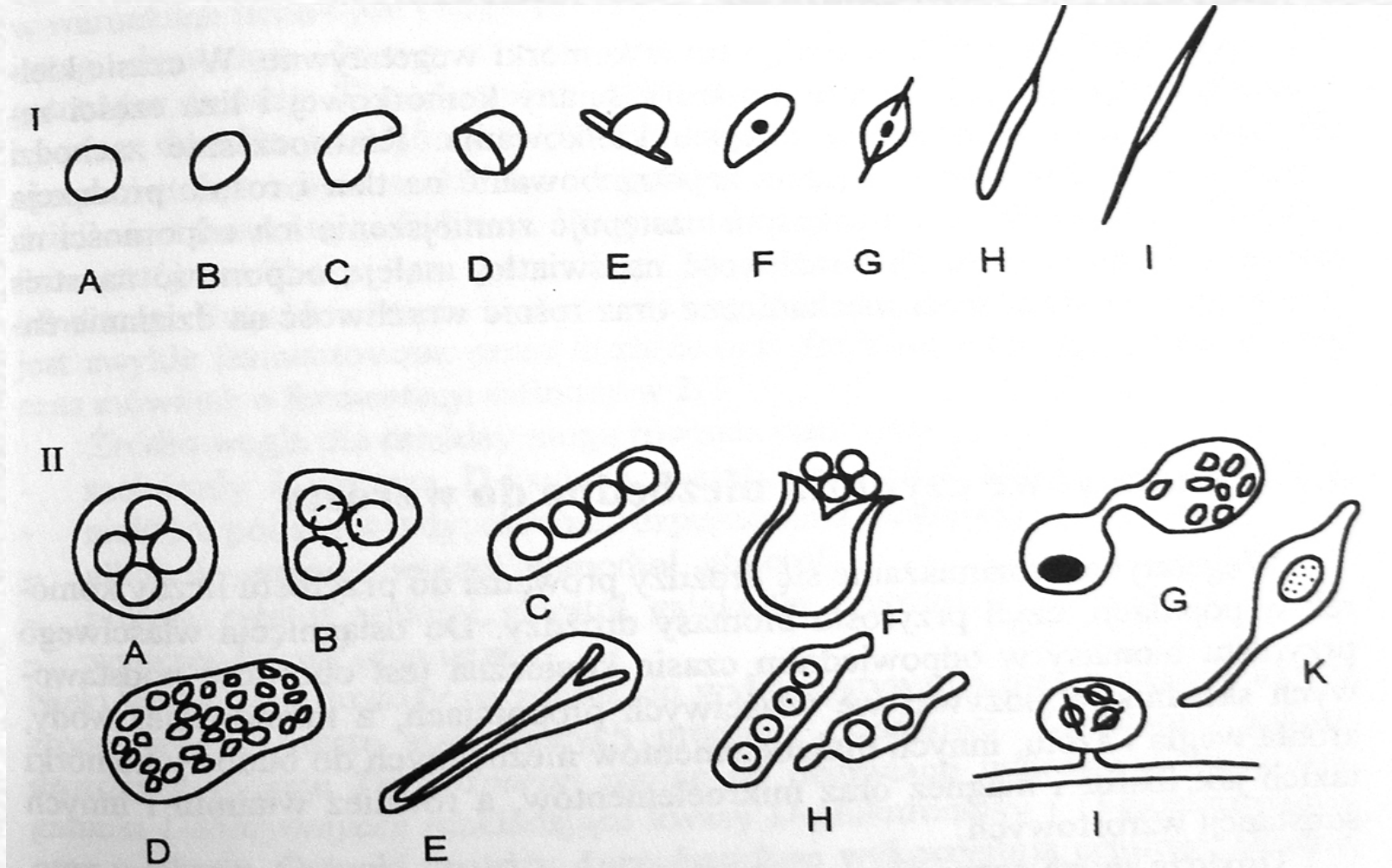
Rozmnażanie generatywne drożdży

Ascomycetes i Basidiomycetes

- Podział mejotyczny jądra komórkowego
- Pokolenie haploidalne i diploidalne (jednocześnie lub kolejno po sobie)
- Komórki haploidalne o różnych typach koniugacyjnych (MAT_a i MAT_α), mogą się łączyć w diploidalną zygotę
 - MAT_a i MAT_α – wysoka częstotliwość koniugacji
 - MAT_α i MAT_α – niska częstotliwość koniugacji
 - MAT_a i MAT_a – brak zdolności do koniugacji
- Diploidalne homozygoty a/a i α/α mogą koniugować ze sobą z taką samą częstotliwością jak haploidy

Formy spor i worków drożdży Ascomycetes

Kształty spor są typowe dla rodzaju drożdży

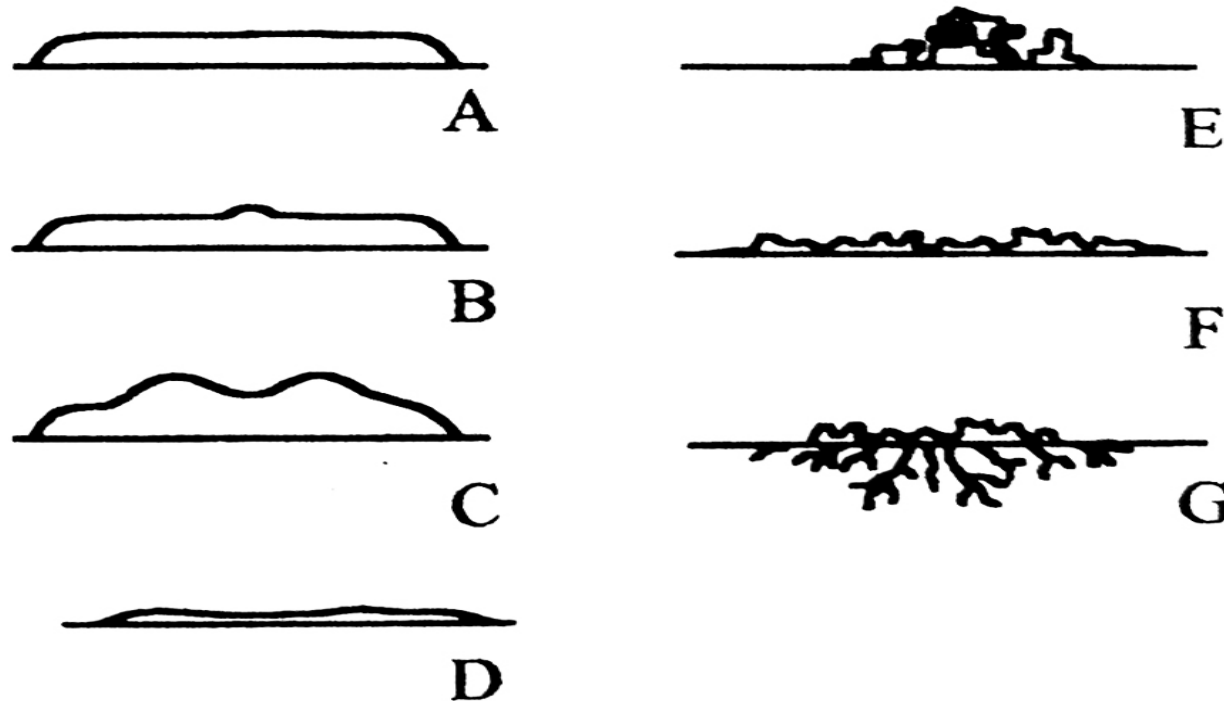


Cechy hodowlane drożdży

- Większość drożdży jest typowymi mezofilami, temperatura optymalna wzrostu waha się w granicach 25 – 30°C
- gatunki psychrofilne (2-7 °C) *Candida psychrophila*
- gatunki termofilne (do 44 °C) *Saccharomyces telluris*
- Optymalne pH wzrostu – lekko kwaśne; zakres pH 3,0 – 7,5
- Typy wzrostu drożdży w pożywce płynnej
 - zmętnienie i sedymentacja
 - wysepki na powierzchni
 - błonka wspinająca się na ścianki
 - pierścień na powierzchni
 - kożuch na powierzchni

Cechy hodowlane drożdży

typy powierzchni kolonii na podłożu stałym (S, R)



A – gładka, B – gładka z wzniesieniem na środku, C – gładka z kraterem na środku, D - płaska gładka, E – pomarszczona, F – płaska pomarszczona, G – pomarszczona z pseudomycelium wrastającym w pożywkę

Cechy hodowlane drożdży

wymagania pokarmowe

- Zawartość wody – co najmniej 30%
- drożdże osmofilne – do 60% sacharydów
- Organiczne źródła węgla
 - monosacharydy (glukoza, fruktoza, mannoza)
 - disacharydy (sacharoza, rzadziej laktoza)
 - trisacharydy (rafinoza)
 - polisacharydy (skrobia, pektyna)
 - alkohole (etanol, metanol, etanodiol, glicerol)
 - niektóre kwasy organiczne
 - niekonwencjonalne źródła węgla (n-alkany, celuloza, lignina)

Cechy hodowlane drożdży

wymagania pokarmowe

➤ Źródła azotu

- związki organiczne
- fosforan amonu, jony NO_3^- , NO_2^-

➤ Źródła fosforu

- fosforany potasu

➤ Źródła wapnia i magnezu

- woda wodociągowa

➤ Witaminy (kwas pantotenowy, biotyna, tiamina, pirydoksyna, niacyna)

Przemysłowe zastosowanie drożdży

➤ **Tradycyjne biotechnologie**

- produkcja wina
- produkcja piwa
- produkcja spirytusu
- produkcja kefirów
- produkcja pieczywa i ciast

➤ **Nowoczesne biotechnologie**

- produkcja antygenów szczepionkowych
- produkcja enzymów
- produkcja przeciwciał monoklonalnych
- produkcja bioetanolu ???

Grzyby strzępkowe (pleśnie)

- Grzyby wielokomórkowe
- Chemoorganotrofy
 - saprofity
 - pasożyty
- Metabolizm tlenowy
- Zazwyczaj mezofile, optymalna temperatura 20-35 °C
 - występują też pleśnie psychrofilne, psychrotrofowe i termofilne, zakres temperatury -10- +55 °C
- Optymalne pH 3,0-5,5, zakres 1,5-10
- Minimalna zawartość wody w pożywce 11-14%

Klasyfikacja grzybów strzępkowych

Podstawy klasyfikacji

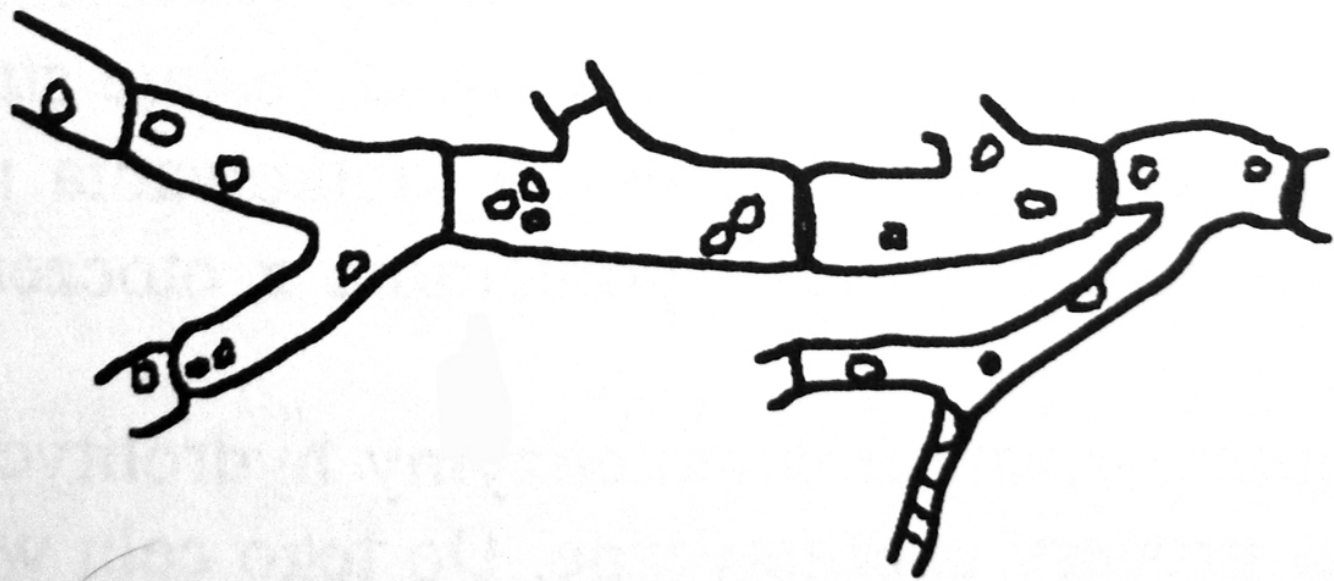
- cechy morfologiczne grzybni wegetatywnej
- cechy morfologiczne konidioforów
- cechy morfologiczne zarodników
- sposób rozmnażania

5 klas grzybów strzępkowych

- Mastigomycetes
- **Zygomycetes**
- **Ascomycetes**
- **Deuteromycetes**
- Basidiomycetes

Morfologia i fizjologia grzybów strzępkowych

- Strzępki grzybni mogą posiadać lub nie posiadać ścian poprzecznych (komórczak)
 - komórca jest wielojądrzasty
 - strzępki podzielone septami mogą być 1, 2 lub wielojądrzaste
 - septy mogą być pełne lub perforowane
- Ściana komórkowa zbudowana z chityny, glukanu, lipidów i białek
- Wzrost na długość – za pomocą części szczytowych strzępek



Rozmnażanie grzybów strzępkowych

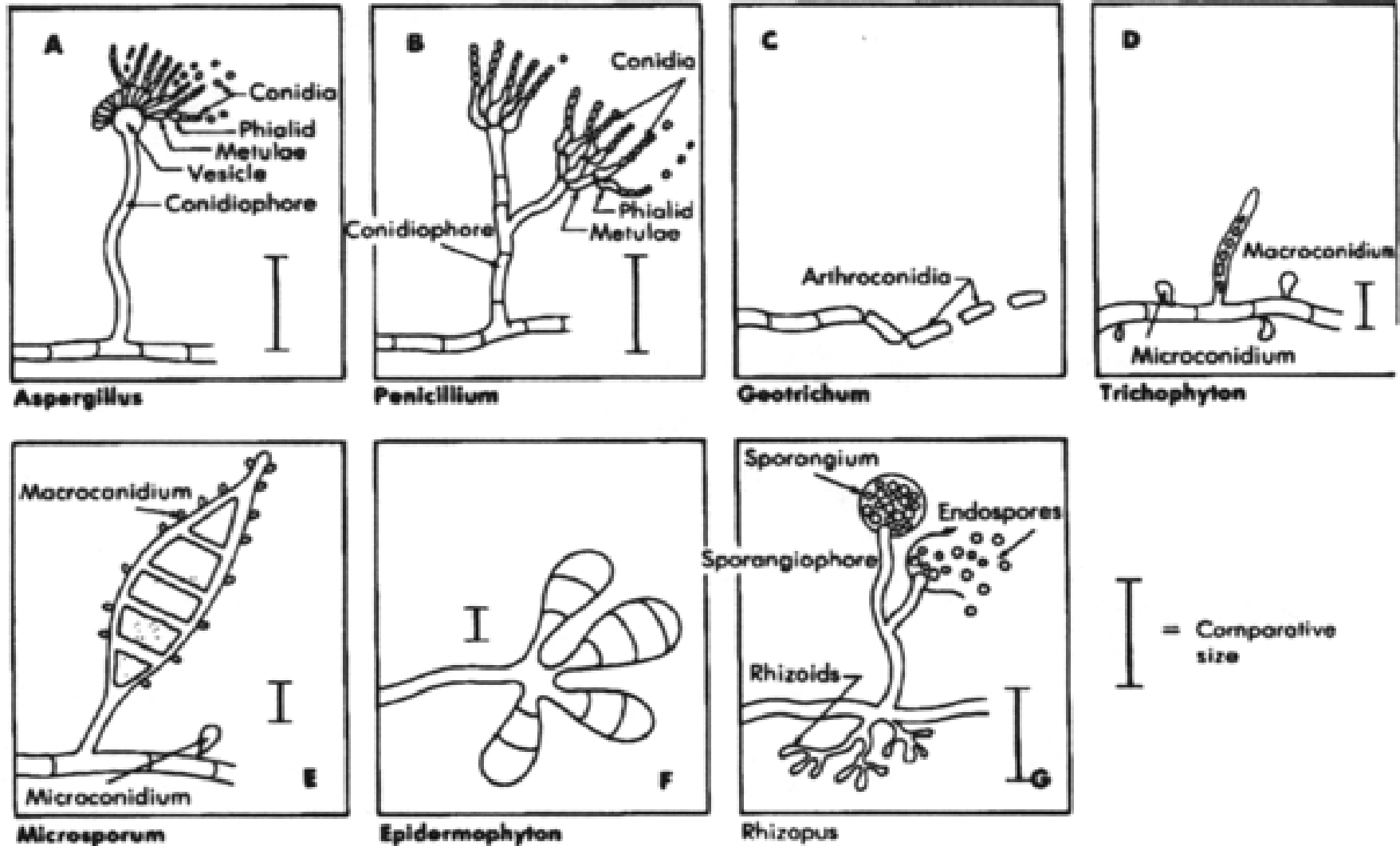
➤ **Rozmnażanie bezpłciowe**

- za pośrednictwem zarodników tworzonych na grzybni powietrznej (na konidioforach)
- za pomocą zarodników tworzonych w zarodniach na strzępkach powietrznych (w sporangioforach)

➤ **Rozmnażanie płciowe**

- za pomocą gamet

Morfologia grzybów strzępkowych



A, B – konidiofory *Aspergillus* i *Penicillium* C – tworzenie artrospor poprzez fragmentację strzępek *Geotrichum* G - sporangiofory *Rhizopus*

Przemysłowe zastosowanie grzybów strzępkowych

➤ **Produkcja antybiotyków**

- penicylina (*Penicillium notatum*, *Penicillium chrysogenum*)
- cyklosporyna A (*Trichoderma polysporum*)

➤ **Produkcja enzymów**

- α -amylaza, glukoamylaza, pektynaza, celulazy, proteazy, lipazy, katalaza (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Trichoderma*)

➤ **Produkcja kwasów organicznych**

- kwas cytrynowy (*Aspergillus niger*)
- kwas itakonowy (*Aspergillus itaconicus*, *Aspergillus terreus*)
- kwas mlekowy (*Rhizopus oryzae*)

➤ **Produkcja stymulatorów wzrostu roślin**

- gibereliny (*Giberella fujikuroi*)

Przemysłowe zastosowanie grzybów strzępkowych

➤ **Produkcja lipidów**

- kwas γ -linoleinowy (*Mucor favanieus*, *Mucor rouxii*)

➤ **Produkcja chityny i chitozanu** (*Aspergillus giganteus*, *Phycomyces blakesleanus*)

➤ **Produkcja serów pleśniowych** (*Penicillium roqueforti*, *P. camemberti*, *P. candidum*, *P. glaucum*)

❖ Grzyby strzępkowe zanieczyszczają źle produkowane i przechowywane produkty spożywcze, są czynnikami wywołującymi alergię, a produkowane przez nie mikotoksyny zostały zakwalifikowane do grupy najgroźniejszych związków rakotwórczych