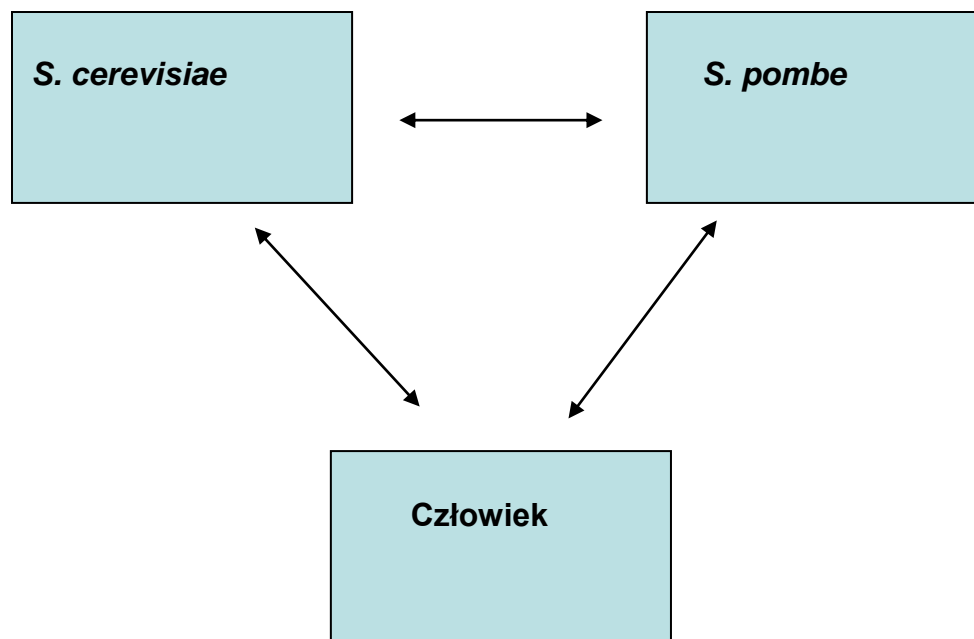


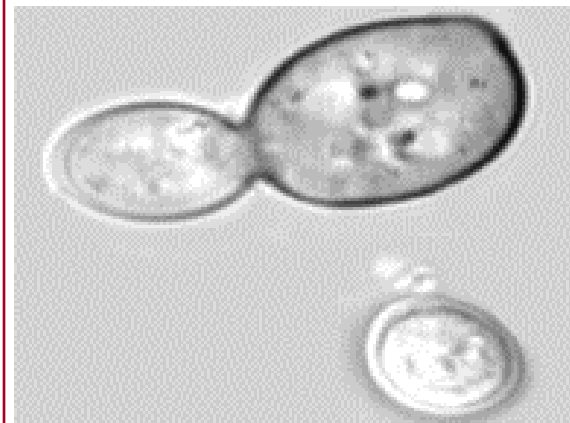
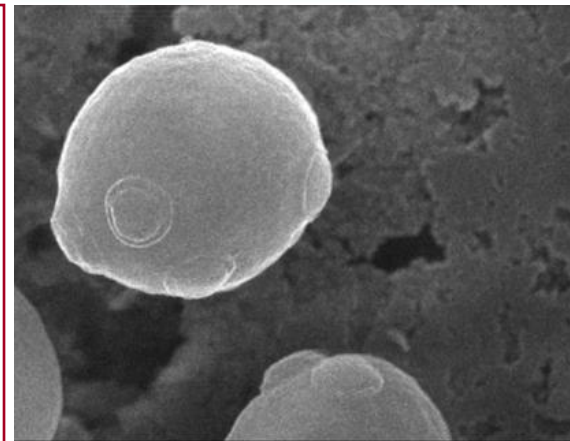
Organizmy modelowe

- Drożdże *Saccharomyces cerevisiae* i *Schizosaccharomyces pombe* są organizmami modelowymi
- Wiele procesów zachodzi tak samo jak u ludzi
- Brak procesów typowych dla organizmów wielokomórkowych



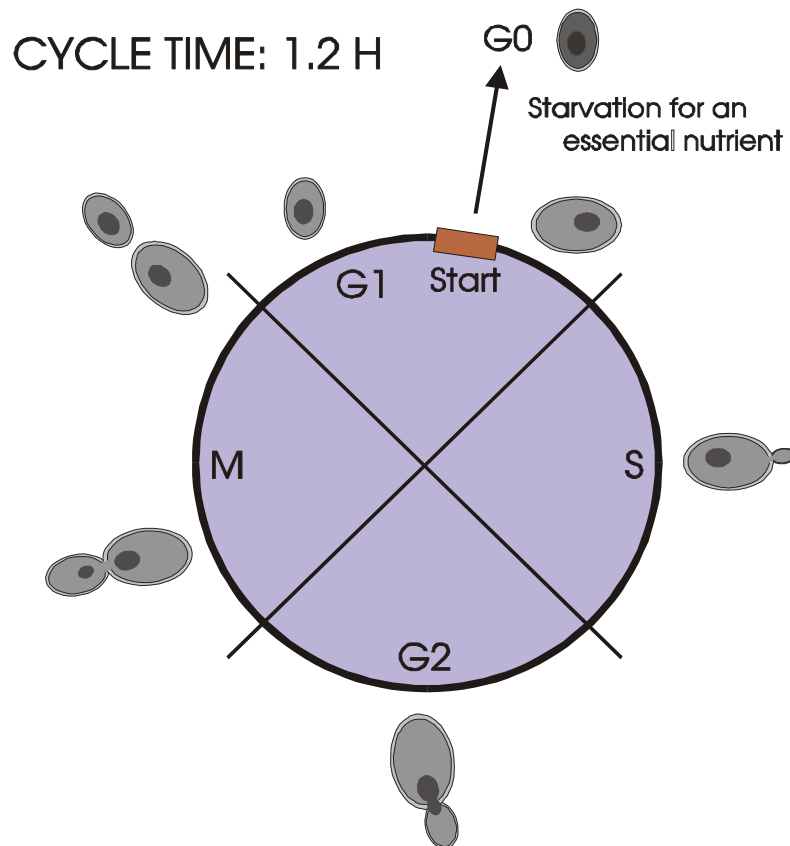
Saccharomyces cerevisiae: *Drożdże piekarskie*

- Istnieje conajmniej 1000 linii *S. cerevisiae*, stosowanych do warzenia piwa, wypieku chleba, wyrobu wina i pędzenia alkoholu
- Istotne cechy to zdolność do flokulacji, fermentatacji, tolerancji na etanol, wymagania O₂
- Drożdże przemysłowe są zwykle poliploidami.
- Drożdże używane w przemyśle są zwykle stabilne genetycznie ze względu na ograniczone zdolności do krzyżowania, sporulacji i żywotność spor (haploidów)



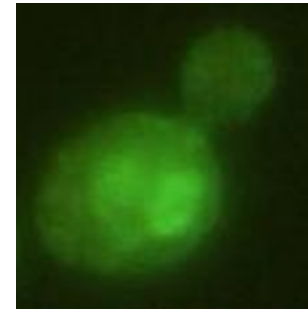
Cykl komórkowy

- Cykl komórki eukaryotycznej można podzielić na fazy G1, S, G2 and M
- Głód oraz feromony mogą zatrzymać cykl w różnym stadium



Cytoszkieleł aktnowy

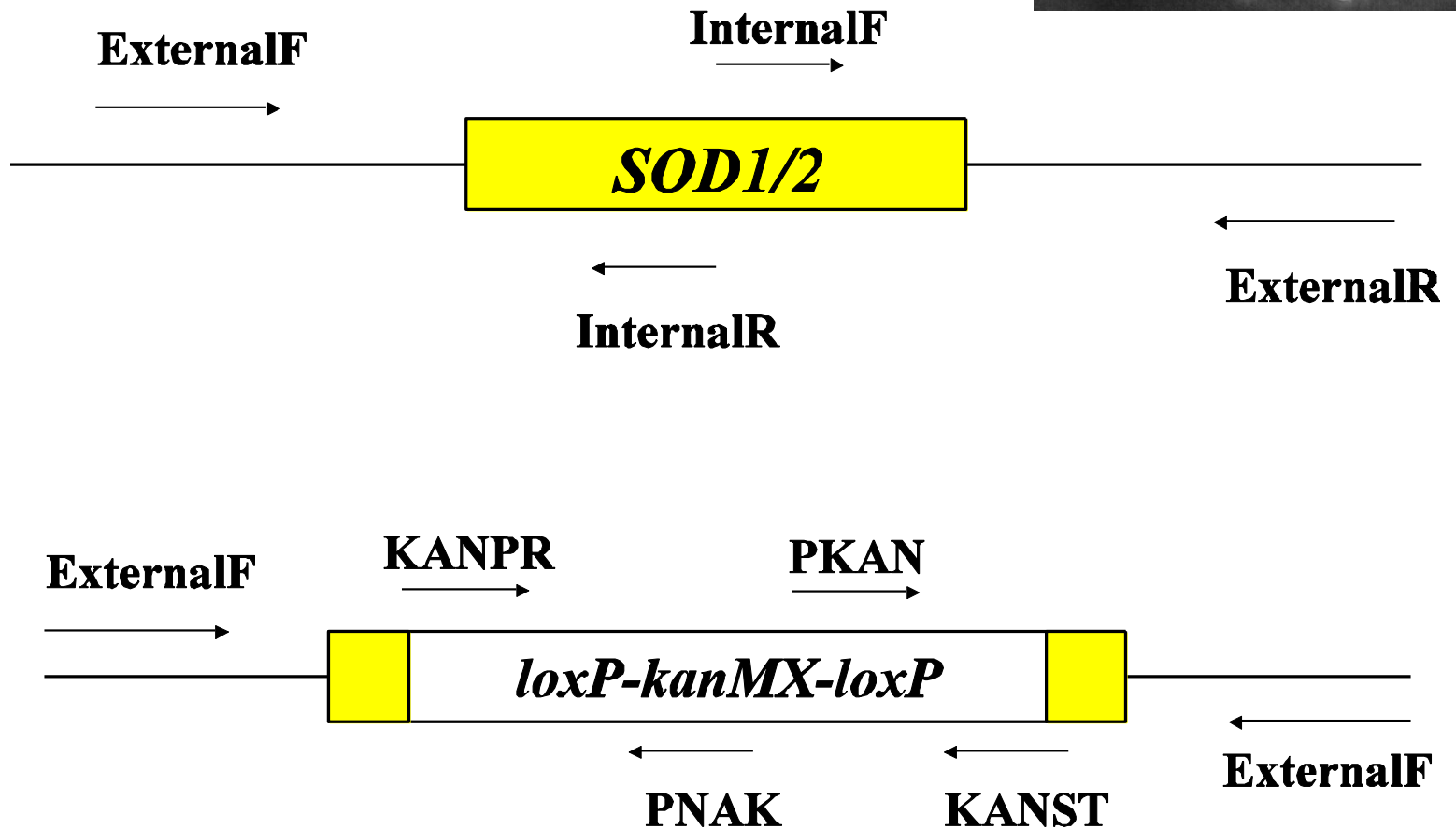
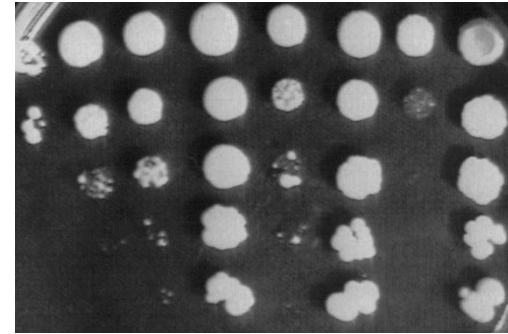


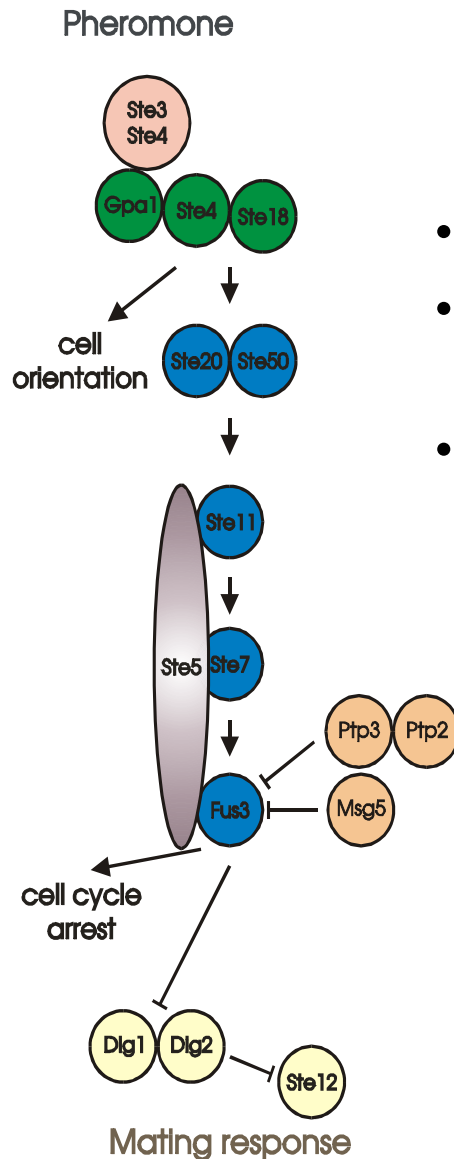


- Produkcja białek:
 - Do badań naukowych, oczyszczania krystalizacji..
 - Dla przemysłu, produkcja enzymów dla przemysłu papierniczego i chemicznego oraz dla diagnostyki
 - Dla przemysłu farmaceutycznego np. szczepionki
- Drożdże mogą częściowo dokonywać takich samych modyfikacji posttranslacyjnych jak organizmy wyższe
- Dostępne są „humanizowane” szczepy
- Drożdże umożliwiają nadprodukcję białka do 10-20% wszystkich białek komórkowych (w *E. coli* osiąga się nawet ponad 50%)
- *S. cerevisiae* są dobrze poznanym organizmem w którym rekombinacja heterologiczna zachodzi z dużą wydajnością umożliwiając wymianę genów.

- Ze względu na ograniczone zdolności do krzyżowani drożdży przemysłowych zastosowanie klasycznych metod genetycznych jest mocno ograniczone
- Fuzja sferoplastów umożliwiła otrzymanie szczepów:
 - O zwiększonych zdolnościach amylolitycznych (fuzja *S. cerevisiae* i *S. diastaticus*)
 - Poliploidalnych zwiększonej zdolności do produkcji etanolu
 - Z aktywnością amylazy pochodzącej z *Aspergillus niger*
 - Z aktywnością Beta-glukanazy pochodzącej z *Bacillus subtilis*, *Trichoderma reesii* i jęczmienia

*Delecja genów *S. cerevisiae**

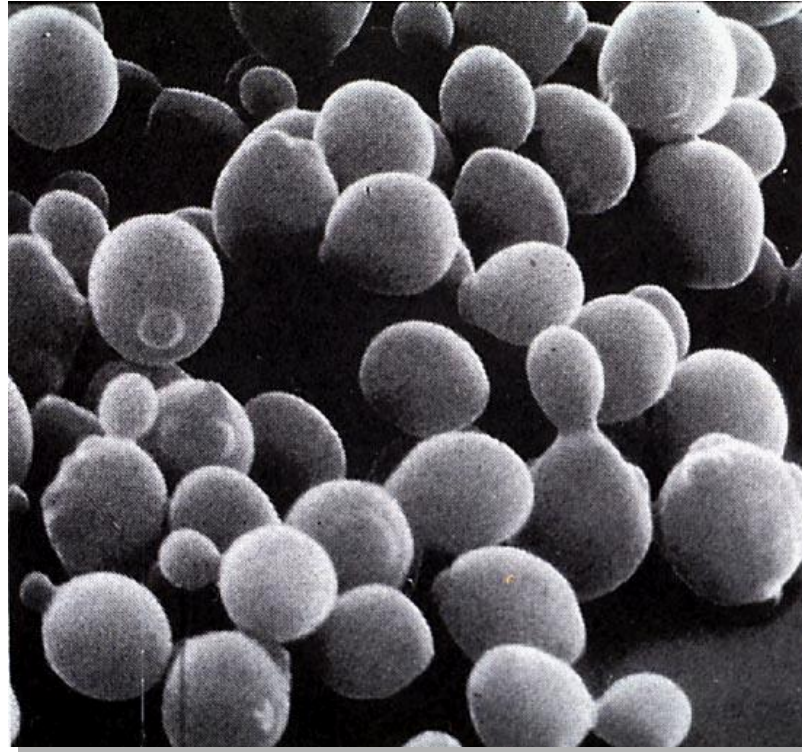


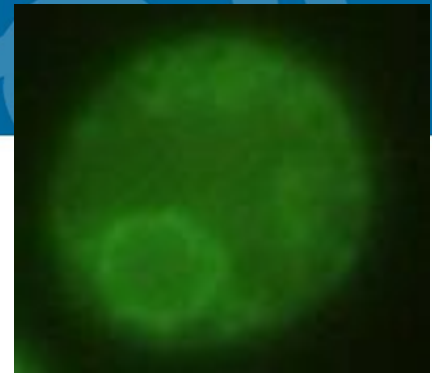


- Wymiana receptora drożdży na receptor ludzki
- Receptor uruchamia kaskadę reakcji indukujących gen reporterowy
- Identyfikacja czynników wchodzących w interakcję z receptorem



Fermentacja alkoholowa





- Przemysł fermentacyjny przy użyciu drożdży pomimo rozwoju innych technologii jest wciąż największym biznesem biotechnologicznym na świecie.
- Przemysłowe szczepy drożdży są trudnym materiałem do badań ze względu na stopień ploidalności, wiele krzyżówek, hybrydów.
- Jest potencjalnie wiele możliwych udoskonaleń szczepów:
 - Tolerancja na wyższe stężenia substratów i produktów umożliwiającą zmniejszenie objętości tankofementorów
 - Tolerancja wyższej zawartości alkoholu
 - Zwiększenie wydajności produkcji alkoholu (zmniejszenie produkcji glicerolu)
 - Zwiększenie tolerancji na niskie temperatury
 - Są spore możliwości zastosowań nowych szczepów zmodyfikowanych metodami inżynierii genetycznej, ale jest opór opinii publicznej odnośnie akceptacji GMO.

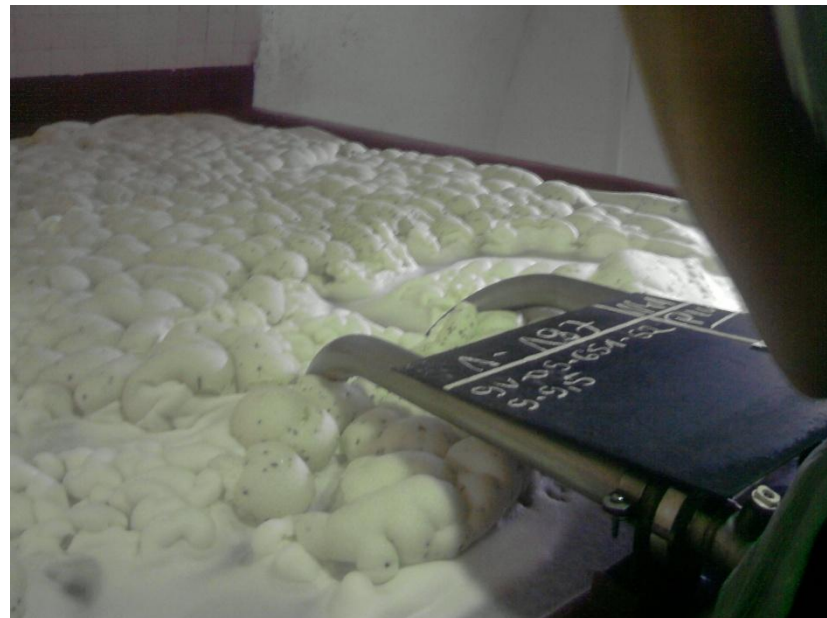
Fermentacja alkoholowa



- Piwo
 - jęczmień, skrobia (ryż, kukurydza), chmiel
 - *Saccharomyces carlsbergensis* i *S. cerevisiae*
- Wino
 - winogrona
 - *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus*
- Miód pitny
 - miód
 - *Saccharomyces cerevisiae*
- Sake
 - *Saccharomyces sake* i *Aspergillus*
 - ryż
- Chleb

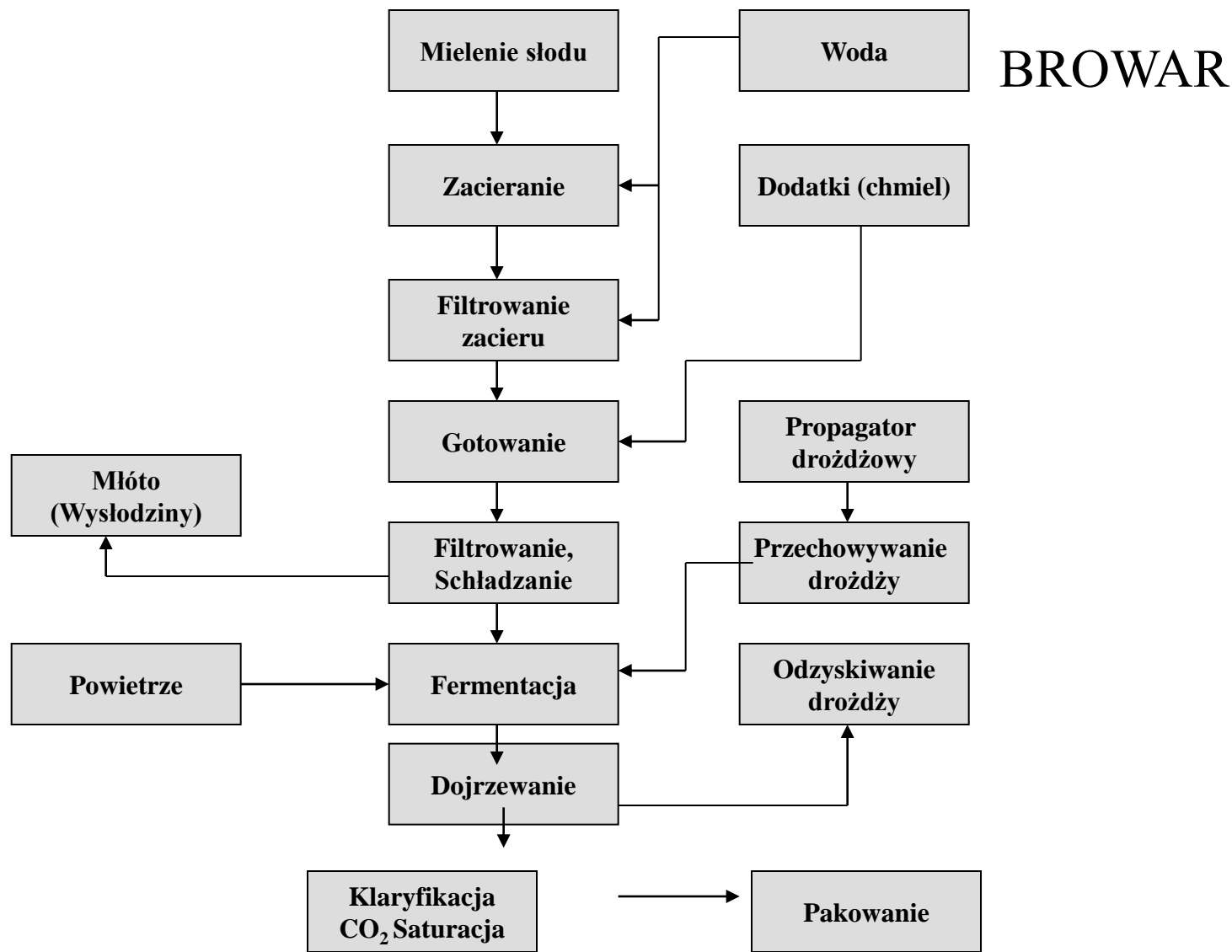
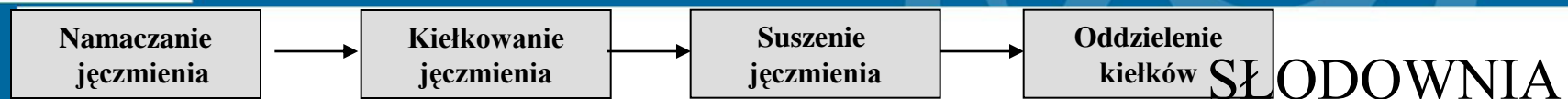


- Napój otrzymywany w wyniku fermentacji alkoholowej przez drożdże piwowarskie brzeczki piwnej.
- Brzeczka piwna - wodny roztwór składników wyekstrahowanych z odpowiednich surowców (słodu browarnego, chmielu) otrzymany w procesie zacierania i filtracji.



- Najstarsze ślady browarnictwa pochodzą sprzed 6000 tysięcy lat. Produkowane między Tygrysem a Eufratem państwie Sumerów. Opracowanie receptury?- przypadek. Sumerowie podczas produkcji chleba
- Babilończycy dalszy rozwój (20 gatunków piwa). Opisane w eposie "Gilgamesz".
- Król Hammurabi, w kodeksie przyznawał poddanym, w zależności od statusu, od 2 do 5 litrów piwa dziennie.
- Egipcjanie, dodatkami poprawiają smak. Utworzono specjalny hieroglif.
- Tacyt pisze o zamyłowaniu Germanów do piwa które jest tam znane co najmniej od 800 roku przed naszą erą.
- Niezależnie, technologia produkcji piwa powstała na innych kontynentach. W Ameryce od około IX wieku p.n.e. produkuje się m.in. piwo kukurydziane chibche.
- Udoskonalenie produkcji w klasztorach.
- Po Reformacji produkcja piwa przestała być domeną zakonów (podatki). Mnisi pierwsi dodali do piwa chmiel.
- 1516 roku książę bawarski Wilhelm IV ogłosił pierwsze w historii przepisy dotyczące norm warzenia piwa (woda, jęczmień, chmiel)
- Pasteur –rozwój nowoczesnych technologii.

Etapy produkcji piwa



Etapy produkcji piwa

- Przygotowanie słodu
 - czyszczenie i sortowanie
 - magazynowanie
 - moczenie
 - kiełkowanie
 - suszenie
 - oddzielanie korzonków
 - magazynowanie
- Produkcja brzezki
 - rozdrabnianie przygotowanego słodu
 - zacieranie słodu w warzelnii w kadziach zaciernych
 - filtracja zacieru
 - gotowanie brzezki w kotle warzelnianym, chmielowanie
 - oddzielanie osadu- Whirlpool
 - schładzanie
- Produkcja piwa (fermentacja)
 - przepompowanie do wanien fermentacyjnych lub tankofermentorów
 - zaszczepianie drożdżami
 - fermentacja
 - leżakowanie w tankach leżakowych
 - filtracja (ziemia okrzemkowa)
 - normalizacja (nasycanie CO₂, antyoksydanty, pasteryzacja)
- Rozlew do kegow lub butelek.



- Śruta – rozdrobniony słód
- Wysłodziny (młóto) pozostałe po filtracji zacieru nierozpuszczone części słodu (łuski, białka, nieskleikowana skrobia)



Śruta



Młóto browarniane suszone

Jęczmień- *Hordeum vulgare*



- Jęczmień jary (dwurzędowy o niskiej zawartości białka 9,5-11%):
- Browarny: stosunek $N : P : K = 1 : 2 : 3$ Azotu stosujemy 30-40 kg na hektar wysiewamy w całości przed siewem. Fosfor w ilości 50-100 kg P_2O_5 /ha oraz potas w dawce ok. 60-120 kg K_2O na 1 hektar najlepiej zastosować jesienią albo wczesną wiosną.
- Odmiany browarne: Annabell, Anatol, Barke, Binal, Blask, Brenda, Granal, Johan, Madonna, Rivera, Rudzik , Stratus, Scarleta
- Ocena jakości: energia kiełkowania (% wykiełkowanych nasion po 2 lub 5 dobach)



CHOROBY JĘCZMIENIA

Przenoszone wyłącznie przez materiał siewny	We wczesnych fazach rozwojowych	Podstawy źdźbła	Liści lub źdźbła	Kłosów
Głownia pyląca jęczmienia	Pałecznicza zbóż i traw	Zgorzel podstawy źdźbła	Plamistość siatkowa jęczmienia	Fuzarioza kłosow zbóż
Plamistość liści jęczmienia	Pleśń śniegowa zbóż i traw	Łamliwość podstawy źdźbła	Rdza żółta zbóż i traw	
	Zgorzel siewek	Fuzaryjna zgorzel podstawy źdźbła	Mączniak prawdziwy zbóż i traw	
		Rizoktonioza zbóż		

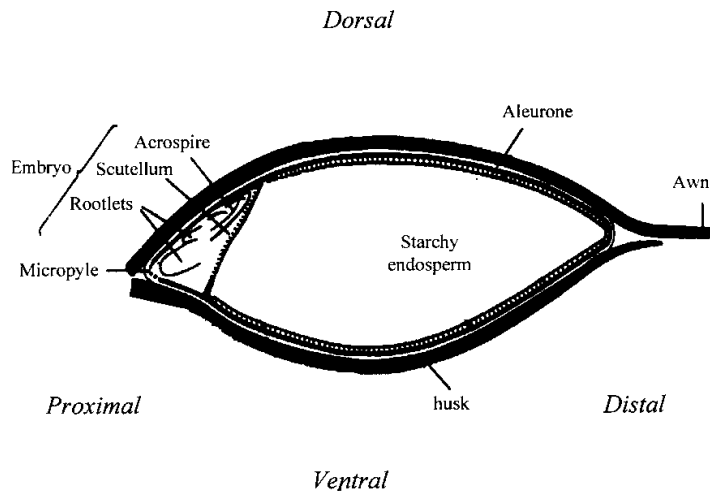


Figure 2.3. The basic structure of the barley corn.

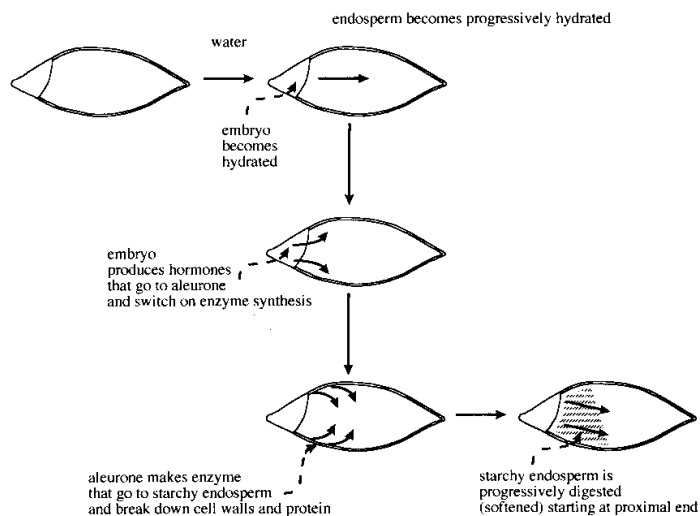


Figure 2.4. A schematic depiction of events during barley steeping and germination.

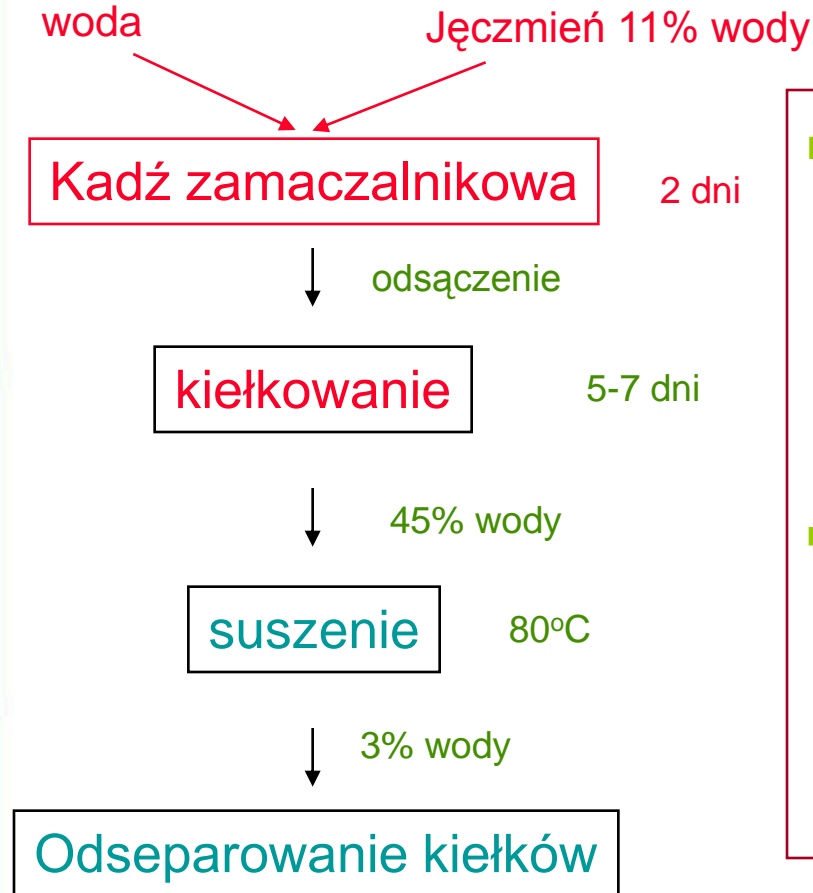
Cel:

- wytworzenie enzymów
- rozluźnienie struktury bielma

Niska temperatura 12-14 C



Słodowanie



- α - and β -amylazy i proteiny są produkowane podczas kiełkowania jęczmienia do rozkładu skrobi i białek
- Skiełkowane nasiona jęczmienia suszy się w taki sposób aby zachować aktywność enzymów

- Faza wstępna 45-50 C:

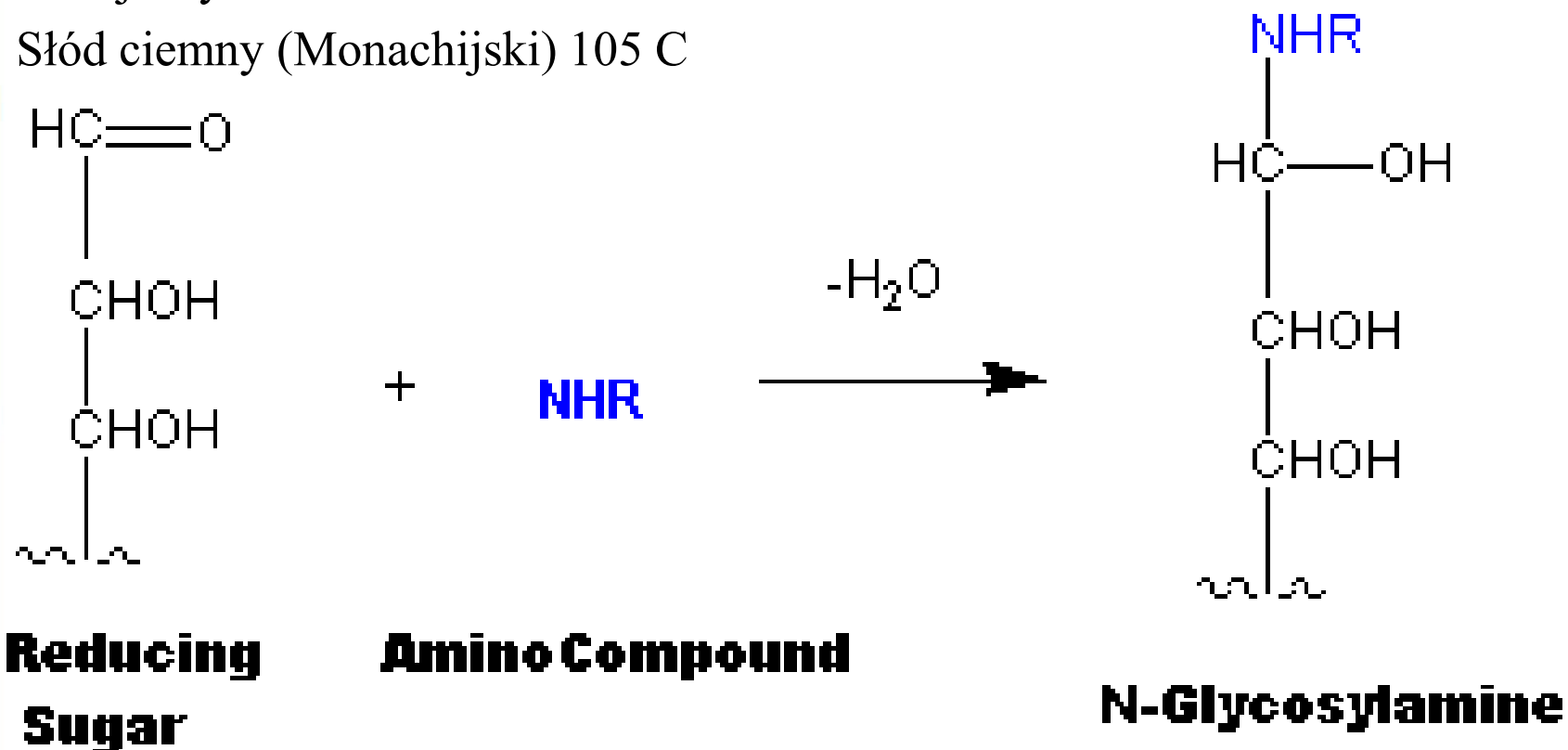
Regulacja dopływu świeżego powietrza wpływa na zawartość aminokwasów

- Faza prażenia powyżej 80 C

Reakcja cukrów prostych z aminokwasami – melanoidy

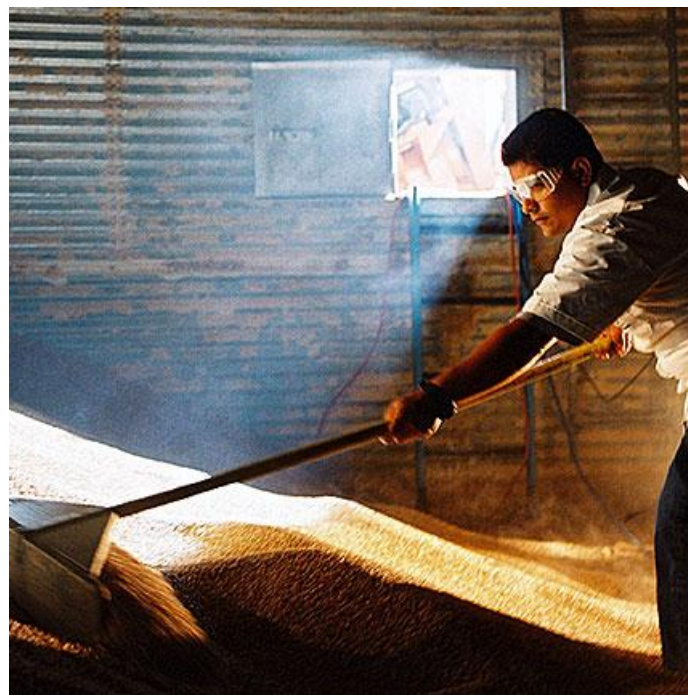
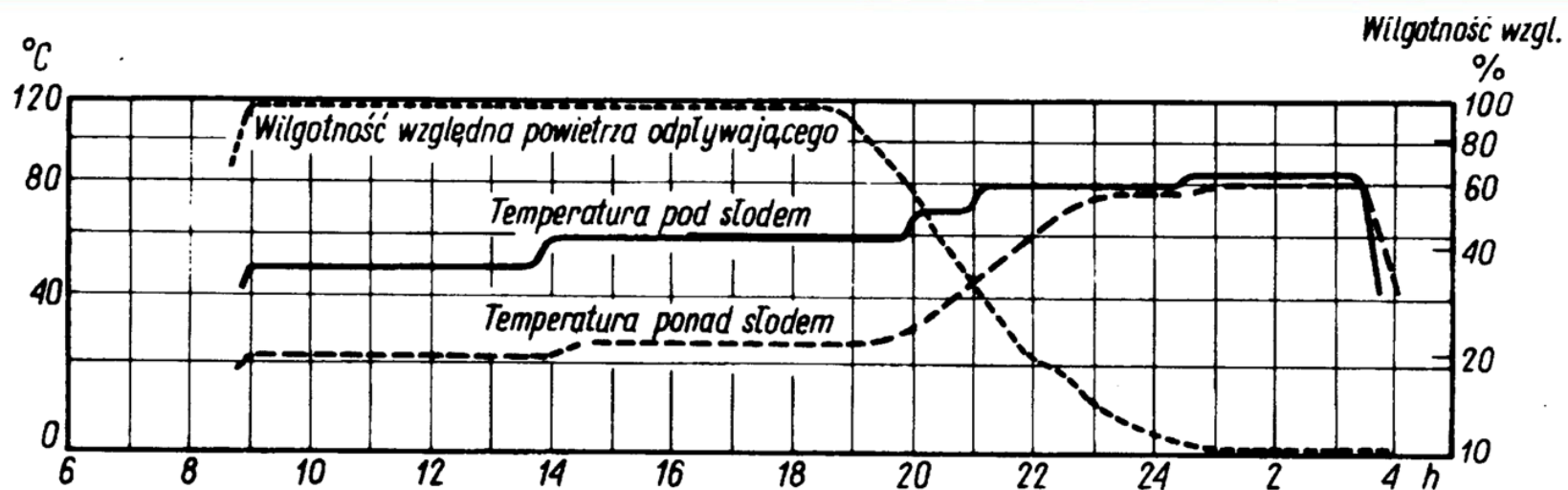
Słód jasny- 80-85C

Słód ciemny (Monachijski) 105 C





Suszenie-regulacja



Rozdrabnianie słodu

- Śruta słodowa- rozdrobniony słód
- Rozdrabnianie w śrutownikach walcowych i młotkowych



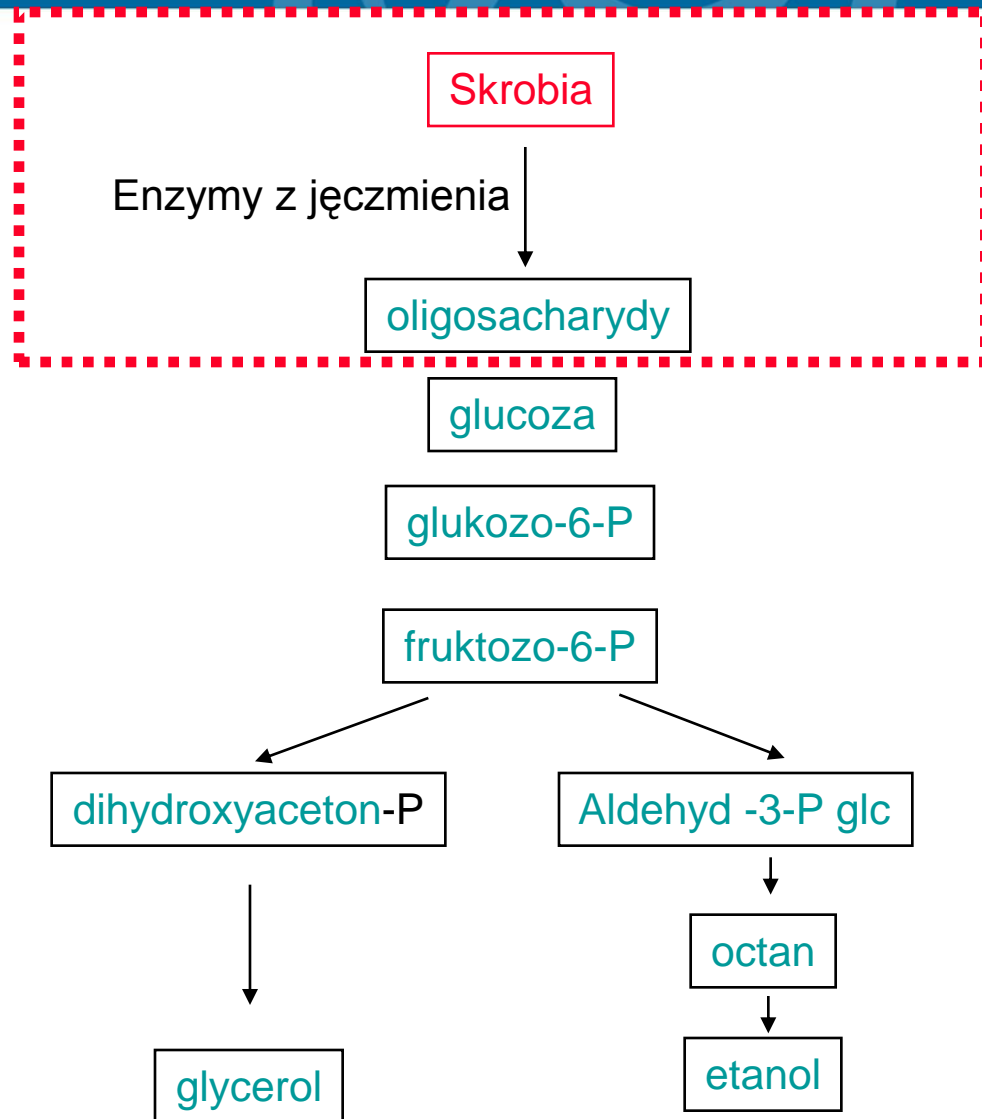
Słód



Śruta słodowa

Zacieranie -rozkład skrobi

- Enzymy z jęczmienia trawia większość skrobi do oligosacharydów
- Dostępne są enzymy o wyższej termostabilności pochodzące z drobnoustrojów *Aspergillus* i *Bacillus*



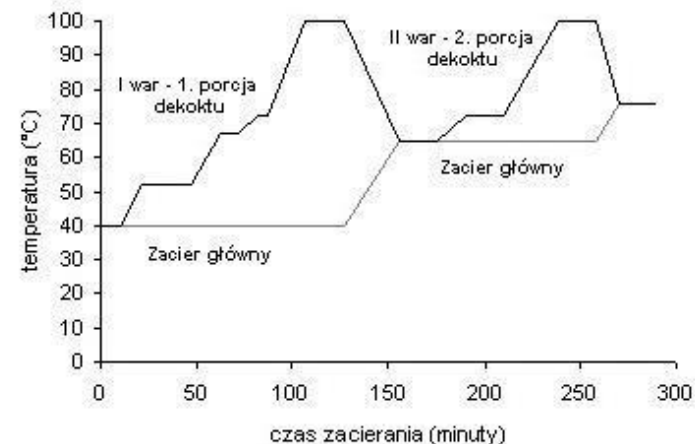
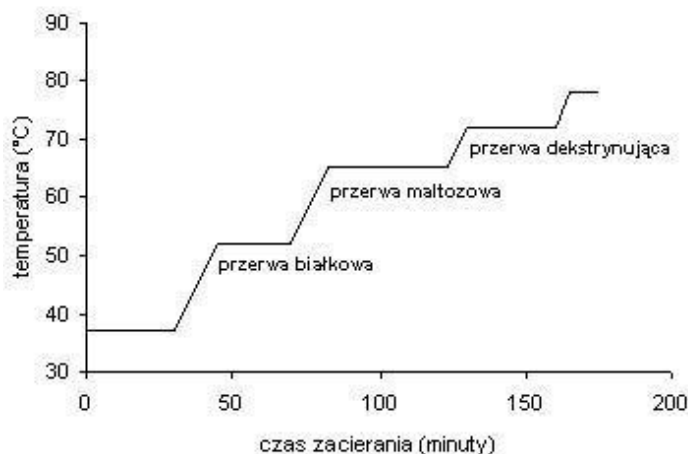
Rozkład enzymatyczny słodu

- Hemicelulazy 37-45 °C
- Egzopeptydazy 40 °C
- Fosfatazy 40-45 °C
- Endopeptydazy 50-60 °C
- β -amylazy 60-65 °C
- α -amylazy 70-75 °C

Produkcja brzezki-Zacieranie

- Zacieranie- proces technologiczny w czasie którego złożone składniki słoðu (skrobia, białka) zamienione zostają na proste rozpuszczalne w wodzie (cukry, aminiokwasy)
- Metody zacierania: infuzyjne i dekkokcyjne

Dekkokcyjne-jedno-, dwu- i trzywarowe

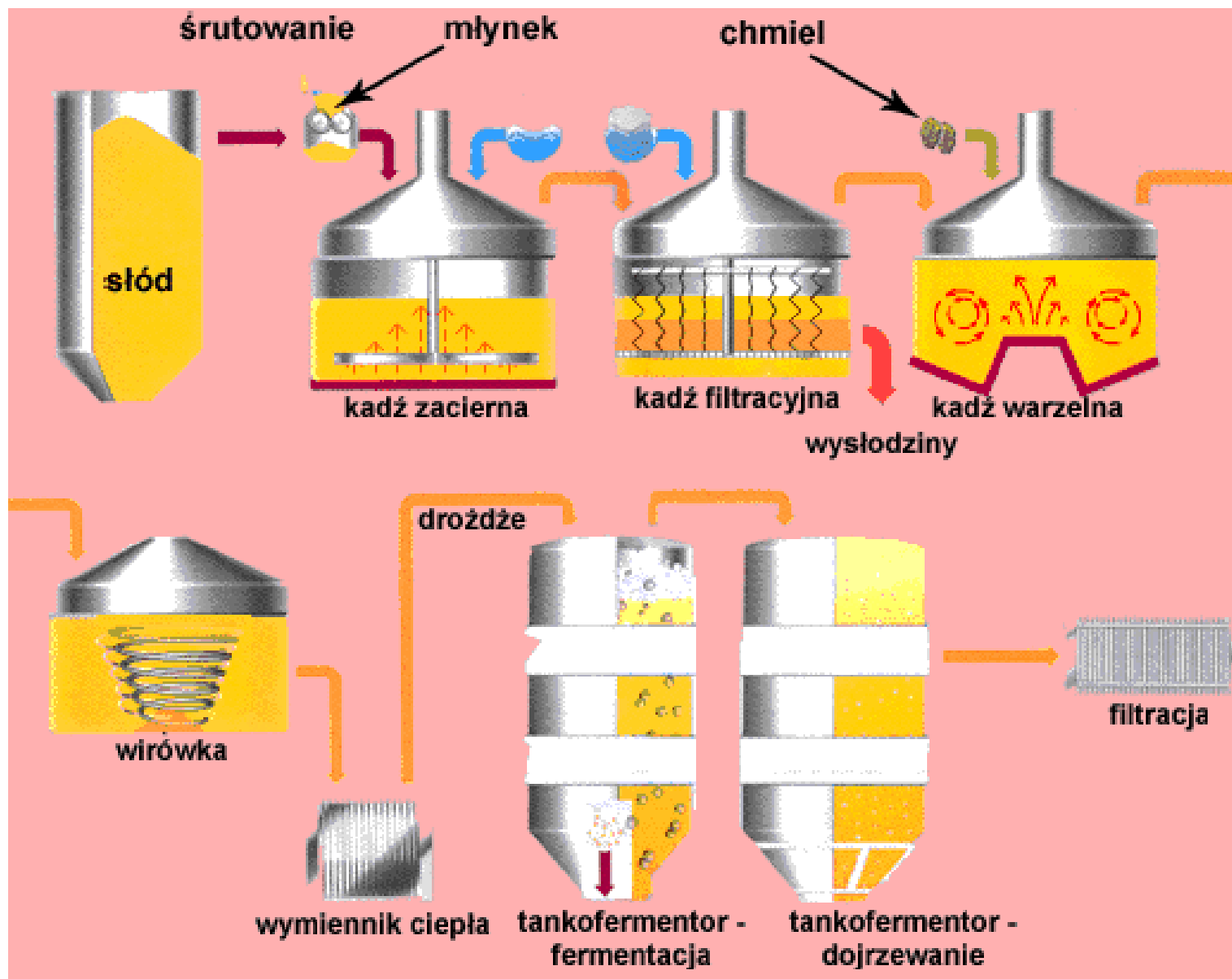


Zacieranie jednowarowe

Ześrutowany sółd miesza się z wodą o temperaturze pozwalającej na uzyskanie temperatury zacieru ok. 33-34 °C. Całość zacieru podgrzewa się następnie do 52 °C i pozostawia w spoczynku przez 8-10 minut (przerwa białkowa). Po zakończeniu przerwy białkowej, zacier podgrzewa się do temperatury 63 - 67 °C. W tej temperaturze przetrzymuje się zacier 30 minut (przerwa cukrowania). Po dokładnym wymieszaniu ok. 40 % gęstego zacieru (I war) spuszcza się do kotła zaciernego i podgrzewa do temperatury 72 °C, w której następuje całkowite scukrzenie zacieru. Po uzyskaniu całkowitego scukrzenia potwierdzonego próbą jodową, I war podgrzewa się stopniowo do temperatury wrzenia i gotuje 10-20 minut. Zagotowaną część zacieru zwraca się do kadzi zaciernej, gdzie ustala się temperatura całości zacieru w granicach 76-78 °C. Po 10-cio minutowym spoczynku, ponownie kontroluje się scukrzenie zacieru i po potwierdzeniu uzyskania całkowitego scukrzenia, zacier przepompowuje się do kadzi filtracyjnej.



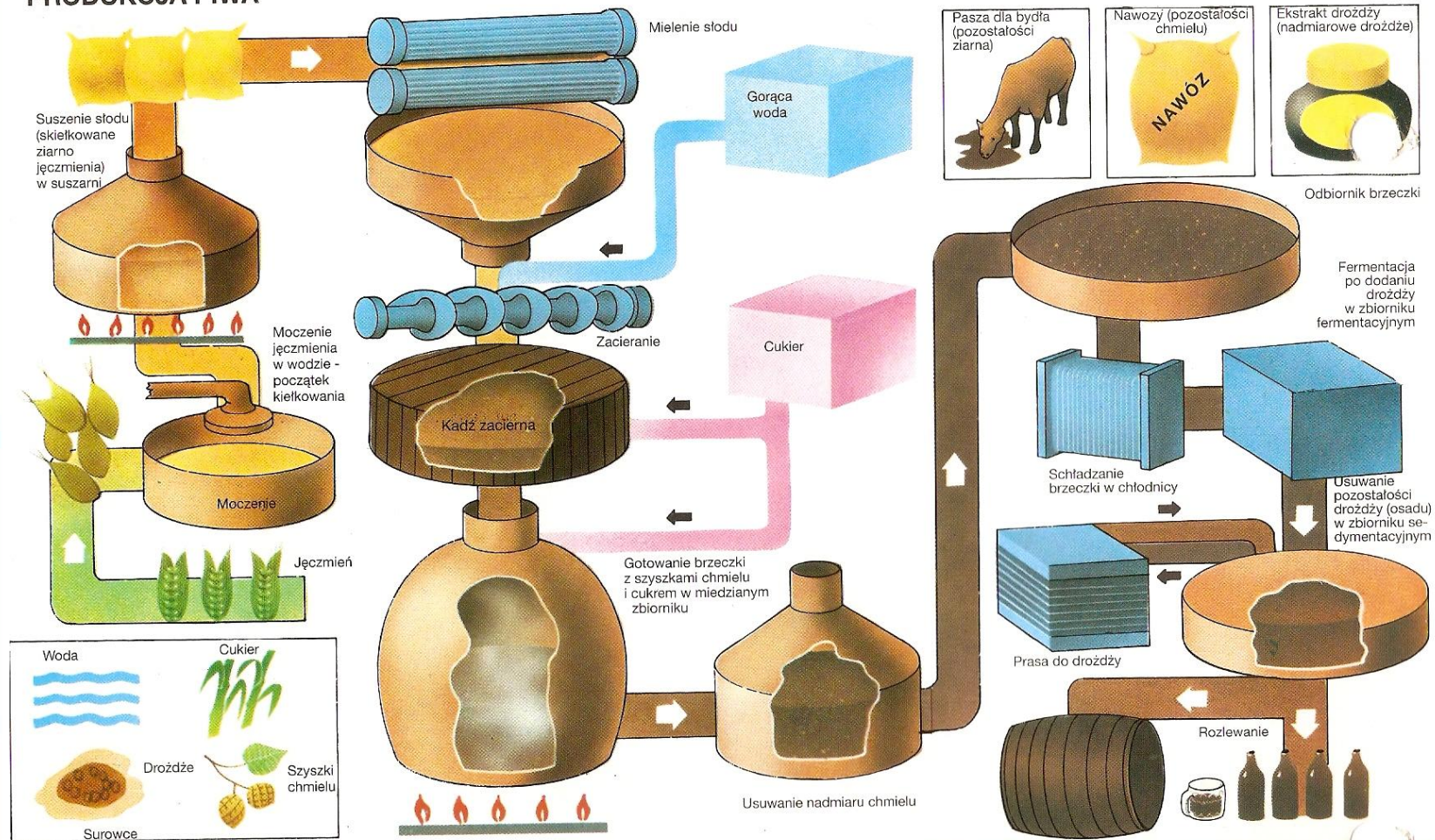
Schemat produkcji piwa



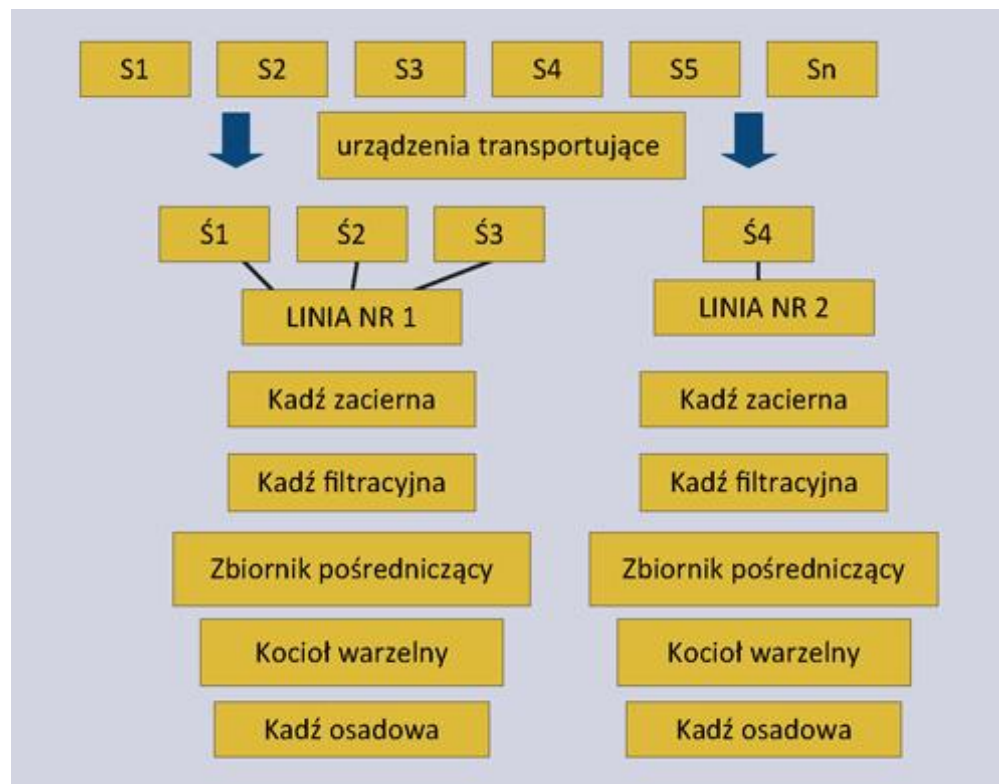


Schemat produkcji piwa cd.

PRODUKCJA PIWA



- Filtracja zacieru w kadzi filtracyjnej
- Brzeczka-klarowny roztwór po filtracji zacieru zawierający składniki wyekstrahowane ze słodu z dodatkiem lub bez surowców niesłodowanych
- Wysłodziny (młóto) oddzielone wyniku filtracji stałe części słodu używane jako pasza





- Brzeczka musi być oddzielona od części stałych
- Łuski jęczmienia pełnią rolę filtra

Gotowanie brzeczki

- Cel:
- Zniszczenie enzymów,
- Wytrącenie związków azotowych,
- Utrwalenie i zagęszczenie
- Rozpuszczenie i izomeryzacja składników chmielu



Chmiel (*Humulus lupulus*)



•Eukaryota; Viridiplantae; Streptophyta;
Charophyta/Embryophyta group; Embryophyta;
Tracheophyta; Euphyllophyta; Spermatophyta;
Magnoliophyta; eudicotyledons; core eudicots;
rosids; eurosids I; Rosales; Cannabaceae;

- Rozdzielnopłciowa, używane szyszki (kwiatostany żeńskie)
- 80-90% olejku to terpeny (myrcene and b-pinene) i sesquiterpeny (b - caryophyllene and a-humulene).



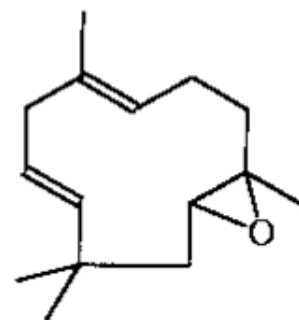
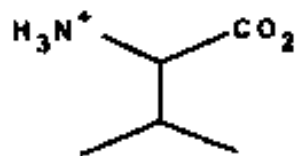
CC(C)=CC(C)C(O)CC(C)=CC(C)C[illegible]CC1(C)C(=O)C2(C)CCCC2C1C(C)C(C)O

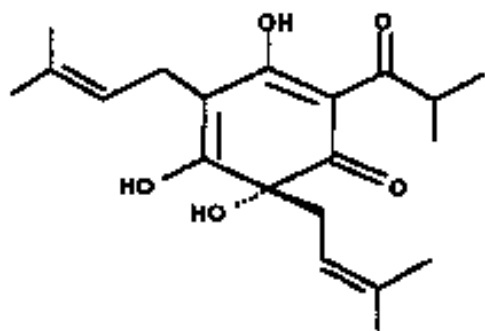
Figure 5.9. Some essential oils from hops.



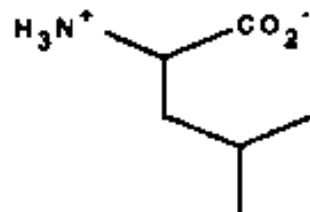
α -kwasy i ich prekursorsy



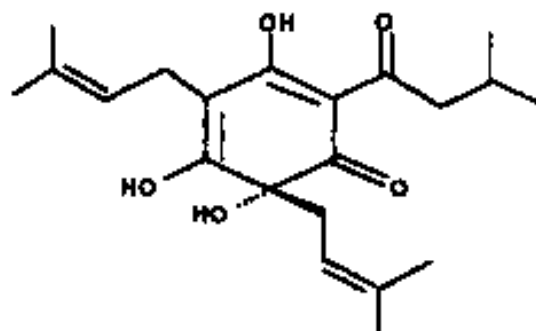
valine



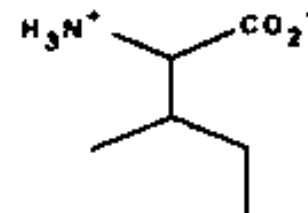
cohumulone



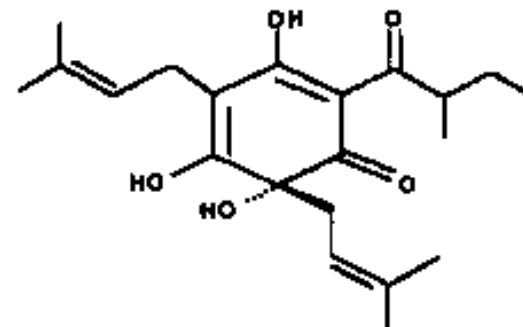
leucine



humulone



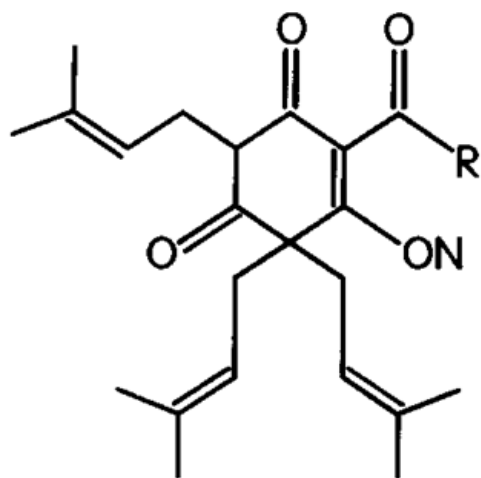
isoleucine



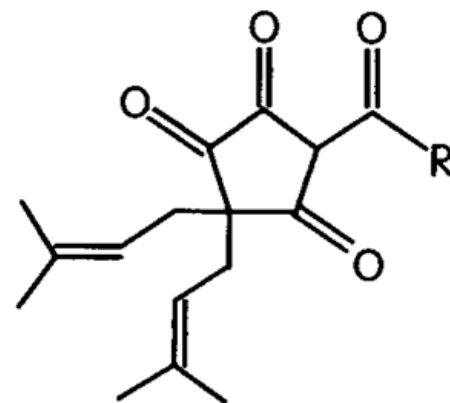
adhumulone



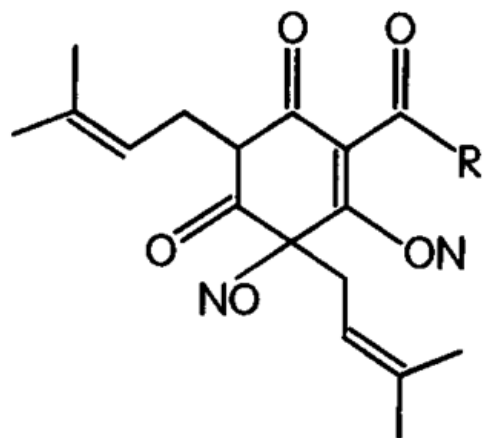
Izomeryzacja



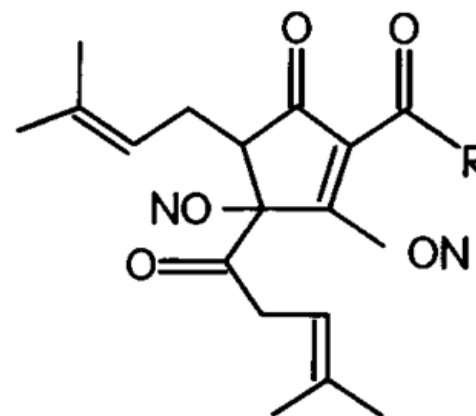
β -kwasy



Hulsone



α -kwasy



izo- α -kwasy

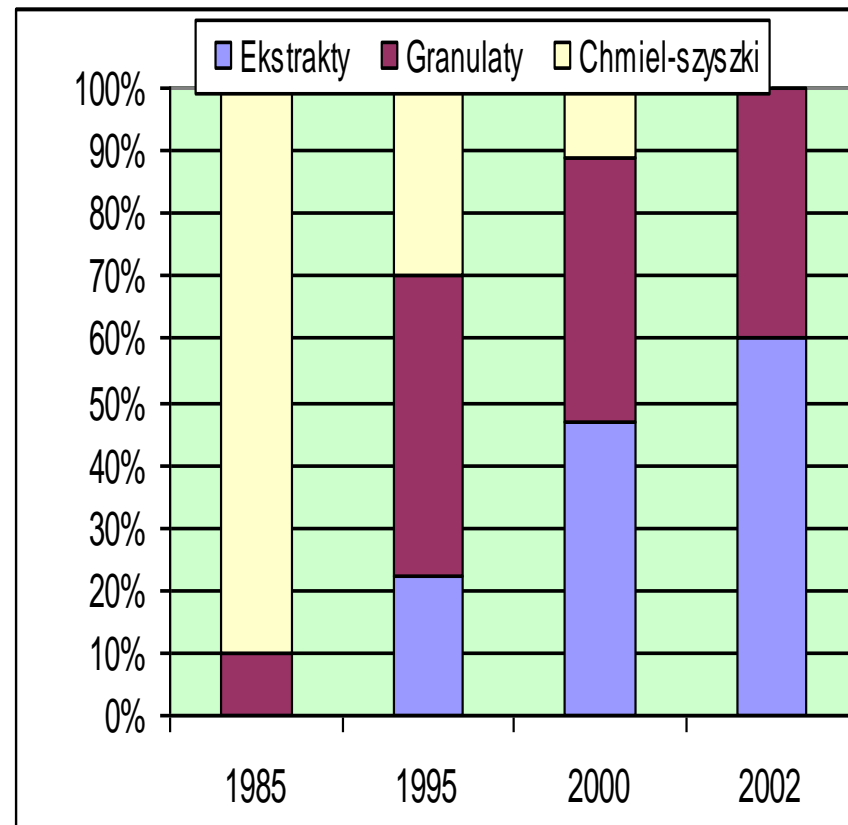
Uprawa chmielu na świecie

Kraj	Powierzchnia uprawy w ha		
	Odmiany aromatyczne	Odmiany Goryczkowe	Ogółem
Australia	4	809	813
Belgia	75	173	248
Chiny	96	4 290	4 386
Rep. Czeska	5 951	144	6 095
RFN	10 373	7 288	17 661
Francja	733	51	784
Nowa Zelandia	174	207	381
Polska	1 450	750	2 200
Portugalia	0	42	42
Rosja	1 086	437	1 523
Słowacja	350	0	350
Słowenia	1 676	70	1 746
Hiszpania	0	772	772
Wielka Brytania	1 133	753	1 886
Ukraina	960	300	1 260
USA	4 613	9 788	14 401
Jugosławia	130	321	451
Płd. Afryka	0	475	475
IHGC ogółem*	28 804	26 670	55 474

- Polska – piąte miejsce w świecie pod względem pow. Uprawy
- IHGC (International Hop Growers Convention)

Produkty chmielowe i ich wykorzystanie

Produkt chmielowy	% wykorzystania	Okres przechowywania
Szyszki	do 40	do 6 □ 7 mies.
Granulat 90	50 □ 60	do 12 mies.
Granulat 45	do 65	do 18 mies.
Ekstrakt	80 □ 90	5 □ 6 lat



- Wieloletni wzrost produkcji piwa
- Spadek powierzchni upraw chmielu
- Zmniejszenie dawki alfa kwasów (1980-7,8 g/hl; 2002-5,3 g/hl)
- Zastępowanie szyszek granulatem i ekstraktem
- Wprowadzenie nowych odmian super goryczkowych (10-12% alfa):

Hallertau Magnum, Hallertau Taurus-Niemcy

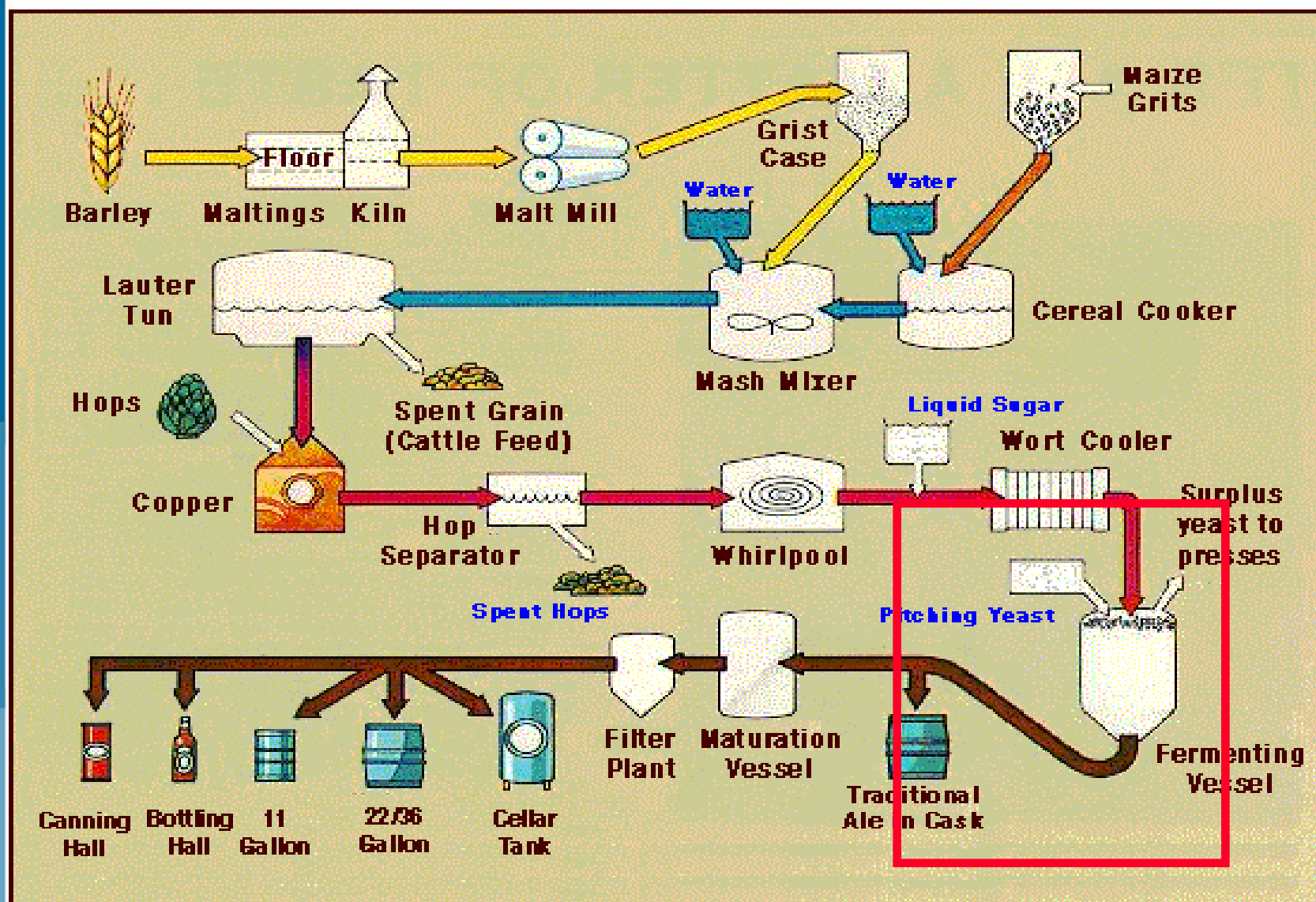
Columbus, Zeus-USA

Marynka-Polska

- Fermentacja
- Leżakowanie
- Filtracja
- Normalizacja
- Butelkowanie
- Pasteryzacja



Fermentacja



Zaszczepianie

- Schłodzoną warkę zaszczepia się drożdżami. Ważna wielkość inokulum drożdży więc jeśli szczep pochodzi z czystej kultury musi być odpowiednio namnożony.
- Drożdże zbiera się po zakończonej fermentacji. Część może być użyta do zaszczepienia kolejnej warki.
- Pozostałe drożdże przetwarzane i sprzedawane jako różnego rodzaju produkty (Ekstrakt drożdżowy, dodatki paszowe)



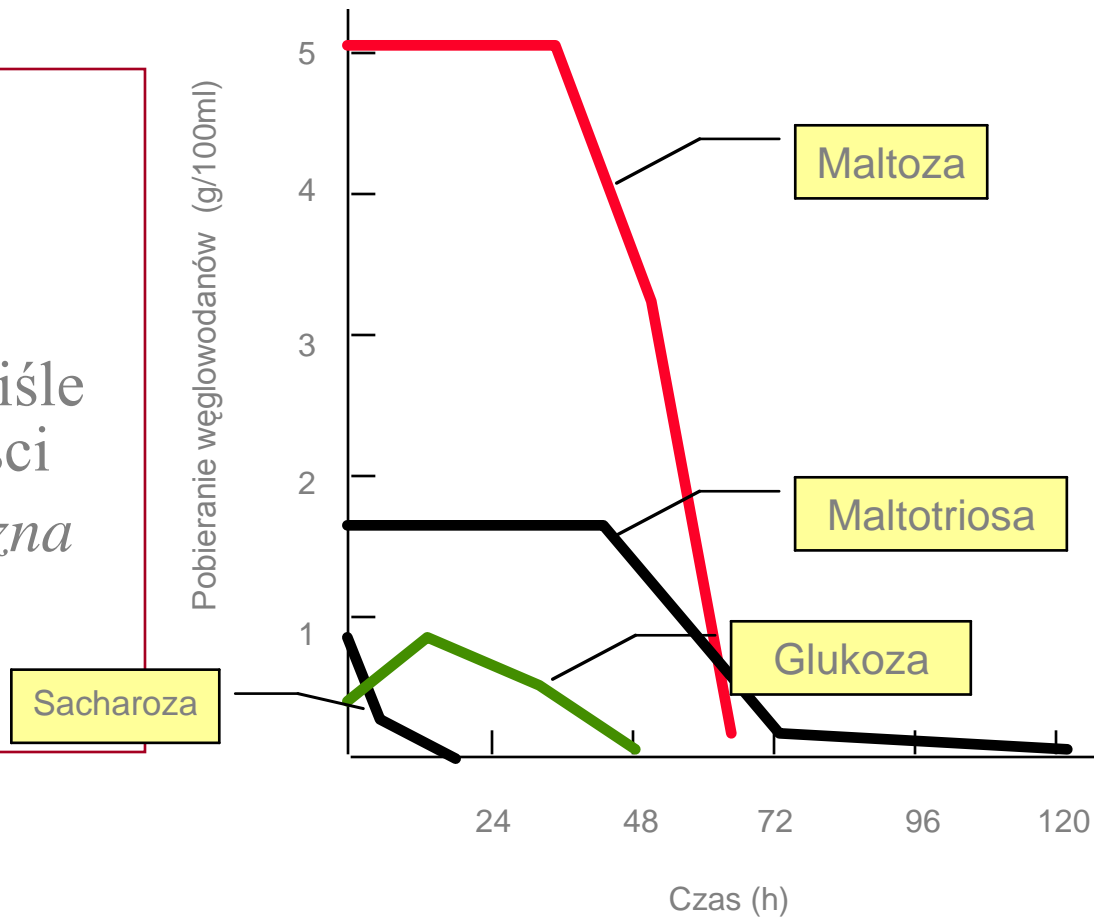
Dwa główne typy drożdży browarniczych

- *Saccharomyces cerevisiae* (lager)
 - *Saccharomyces uvarum* (*carlsbergensis*)
 - Fermentacja dolna
 - Zbierają się w osadzie
 - Optymalna temp wzrostu 20-24°C
 - Fermentacja 7-15°C.



Fermentacja węglowodanów

- Brzeczka jest skomplikowaną mieszaniną
- Drożdże zużywają węglowodany w ściśle określonej kolejności
- *Represja kataboliczna*





Degustacja

Diagram kołowy smaków i zapachów w piwie wg. EBC
(European Brewery Convention, tzn. Europejskiej Konwencji Piwowarskiej).

