

# **WARZENE PIWA – ETAPY, TECHNIKI, SUROWCE**

## **SKRYPT SYSTEMATYZUJĄCY PODSTAWOWĄ WIEDZĘ O PIWIE**



**ARTUR KAMIŃSKI**  
**POLSKIE STOWARZYSZENIE PIWOWARÓW DOMOWYCH**



## ETAPY WARZENIA PIWA I PODZIAŁ PROCESU:

- **proces gorący** - formułowanie receptury, śrutowanie, zacieranie, gotowanie z chmieleniem
- **proces zimny** - chłodzenie, dodanie drożdży → fermentacja
- układanie receptury i dobór surowców – wybór pod kątem aktywności enzymatycznej surowców oraz tego co wnoszą do piwa

## WODA

Dobór wody uzależnia jaki styl można uwarzyć np. jasne lagery preferują wodę miękką, a piwa ciemne wodę twardą ze względu na większą alkaliczność (słody ciemne wnoszą pewną dawkę kwasowości, więc łatwiej je zbalansować twardą wodą mającą więcej minerałów). Woda powinna zazwyczaj zawierać minimum 50 ppm jonów wapnia.

- modyfikacja wody siarczanem wapnia spowoduje zwiększenie pełni, wyeksponowanie i wyostrzenie goryczki
- podwyższony poziom jonów magnezu może wprowadzić do piwa ostry, mineralny i gorzki posmak

## ZACIERANIE

- śrutowanie słodu – im drobniej tym większa wydajność, im drobniej tym większe problemy z filtracją
- zacieranie - Zacieranie to proces, podczas którego skrobia ze słodu ulega rozkładowi na prostsze cukry przy udziale enzymów, które powstały w ziarnie w wyniku słodowania. Powstaje głównie maltoza, zwana też cukrem słodowym
- podczas zacierania PH zacieru powinno ustalić się w zakresie 5.2-5.5

## Podział zacierania na typy

- **zacieranie infuzyjne** – sterowane jednotemperaturowe, lub sterowane temperaturowo
- **dekokcyjnie** (poprzez odbieranie i podgrzewanie zacieru, ale też można je zakwalifikować do zacierania infuzyjnego) → polega na tym, że temperaturę zacieru podnosi się poprzez odebranie części (najczęściej jednej trzeciej) zacieru, którą nazywamy dekoktem. Dekokt doprowadza się do wrzenia i wlewa ponownie do reszty, przez co podnosi się temperatura całego zacieru. Odbieramy najgęstsza część, zawierającą sporo rozdrobnionych ziaren, łuskę itp. Pozwala to uniknąć zdenaturowania enzymów, bo te pozostają w płynnej części zacieru. Gotowanie dekoktu zwiększa wydajność, ponieważ dochodzi do skleikowania trudniej dostępnych resztek skrobi poprzez rozgotowanie cząstek ziarna, dzięki czemu skrobia jest łatwiejsza do obróbki przez enzymy



## ZACIERANIE – PRZERWY, WYBÓR ZAKRESU TEMPERATURY I PRACY ENZYMÓW

- **beta-amylaza**, odcina z łańcuchów skrobi cząsteczki maltozy. Optymalna temperatura mieści się w przedziale 60–65°C (przerwa maltozowa). Im dłużej pozwolimy jej pracować, tym bardziej fermentowalną brzeczkę uzyskamy, co równocześnie może dać wrażenie piwa pustego w smaku, zbyt alkoholowego.

- **alfa-amylaza**, działa najlepiej w temperaturze 70–75°C (przerwa dekstrynuująca), poprzez odcinanie z łańcuchów skrobi oprócz maltozy jeszcze dekstryn, które nie są fermentowalne. Dłuższe działanie alfa-amylazy spowoduje powstanie piwa pełnego, słodkiego, męczącego i z niską zawartością alkoholu

- zacieranie „**na lenia**” okolice 66-69 stopni – półśrodek, który daje trochę tego i trochę tego

- **inne możliwe przerwy – przerwa białkowa** - w temperaturze 50–52°C, optymalnej dla enzymów, które wspomagają hydrolizę, czyli rozpad białek. Przygotowuje to białka w piwie do przełomu, czyli strącenia w postaci kłaczków. Ten proces zapobiega zmętnieniu na zimno, czyli sytuacji, gdy piwo jest klarowne, ale po kilku godzinach w lodówce robi się mętne. Nadmierna ilość białek w niskiej temperaturze objawia się poprzez zmętnienie. Piwo po ogrzaniu ponownie robi się ponownie klarowne. Nie wpływa to w żaden sposób na walory smakowe piwa, ale wpływa na wygląd i może nawet objawić się w postaci glutów zawieszonych w piwie. Enzymami odpowiedzialnymi za rozkład białek są **peptydaza i proteinaza**. Stopień rozluźnienia białkowego słodu oznacza tak zwana liczba „Kolbacha”

- **przerwa ferulikowa** – ok. 44 stopni Celsjusza – przerwa umożliwiająca powstanie większej ilości 4-winylogwajakolu, który wprowadzi do piwa więcej charakterystycznej nuty goździkowej pożądanej dla piw pszenicznych lub innych stylów niemieckich (np. dunkelweizen, weizenbock). Przy obecnie dobrze zmodyfikowanych sładach bardzo rzadko stosuje się już tę przerwę i nawet pomija przerwę białkową.

- **przerwa beta-glukanowa** - w tej temperaturze optymalnie działa endo-B-glukanaza, która rozkłada beta-glukany pochodzące z rozkładu ścian komórkowych ziarna. Dzięki temu zmniejsza się lepkość zacieru i brzeczki, co może mieć znaczenie przy zacieraniu piwa z udziałem żyta lub innych zbóż zawierających dużo beta-glukanów (np. gryki). Wydłużenie tej przerwy może jednak negatywnie wpłynąć na pełnię smakową i pianę piwa, ze względu na dość wysoką aktywność egzopeptydaz już w 45°C. Endo-B-glukanaza jest już wyraźnie aktywna w temperaturze poniżej swego optimum dlatego chcąc uniknąć nadmiernego rozkładu białka przerwę beta-glukanową należy prowadzić w temperaturach niższych, nawet 35°C

- zacieranie prowadzi się od przerw temp. najniższej do najwyższej

- na koniec podgrzewa się zacier do temp. powyżej 75 st. C aby go rozluźnić i zdezaktywować enzymy przygotowując zacier do wyladzania i filtracji.



## **FILTRACJA/WYSŁADZANIE**

- polega na przemywaniu młóta wodą o temp. ok. 77 st. C i nie wyższej niż 80 st. C
- przemywanie młóta wodą powoduje wymywanie resztek przerobionej skrobi/cukru
- zbyt długie wysładzanie może wypłukać fenole z łuski słodowej i wprowadzić do piwa posmaki ściągające, garbnikowe, łuskowe (to samo dzieje się przy wykorzystaniu wody o temp. powyżej 80 st. C)
- ważnym czynnikiem podczas filtracji jest ułożenie się złoża filtracyjnego, które również klaruje zacier. Pierwsze kilka litrów brzezki zawraca się do kadzi filtracyjnej ze względu na jej mętność i dopiero potem przeprowadza właściwą filtrację. Łuskę słodową można zastąpić łuską ryżową lub dodać jej do zacieru przy tworzeniu piw, które mają problem z filtracją np. duży udział słody pszenicznego, żytniego, słodów bezłuskowych lub zbyt drobno ześrutowanych
- wysładzanie kończy się standardowo, gdy gęstość zacieru spadnie do ok. 2 BLG, co pozwala uniknąć problemów ze zbyt długim procesem wysładzania (garbnikowość itd.)

## **WARZENIE**

- finalny etap przygotowania brzezki
- na tym etapie dodaje się główne dawki chmielu
- od czasu wprowadzenia chmielu do brzezki zależy natężenie goryczki/smaku chmielowego lub jego aromatu
- mówi się o tzw. rolling boil lub vigorous boil – czyli „energiczne” gotowanie w 100 st. C.
- w 100°C szybciej izomeryzują alfa-kwasy, a więc jest to bardziej efektywne. Po drugie, zależy nam na odparowaniu pewnych substancji, wśród których prym wiodzie DMS – czyli aromatów gotowanej kapusty, kalafiora, marchwi, pietruszki i innych warzyw, które mogą być wyczuwalne w gotowym piwie
- obowiązkowo należy „energicznie” gotować piwa z dużym udziałem słodów pilznieńskich ze względu na duży udział prekursorów DMS
- gotowanie brzezki ma także na celu jej sterylizację
- pełna izomeryzacja alfa-kwasów z chmielu następuje po ok. 60-90 minutach gotowania
- gotowanie dłuższe niż 90 minut praktycznie nic nie daje, a może doprowadzić do przedostania się do piwa większej ilości garbników, co spowoduje efekt tanczności, wysuszenia, ściągania

## **CHŁODZENIE**

- krytyczny etap powstawania piwa
- chłodzenie powinno nastąpić jak najszybciej – w zakresie temp. 70-90 st. powstaje najwięcej DMS, ale podczas chłodzenia nie da się go już odparować
- jednocześnie należy unikać zbyt długiego wystawiania brzezki na działanie bakterii bez zadania drożdży, aby nie doszło do zakażenia
- temp. brzezki powinna być adekwatna do szczepu drożdżowego, który chcemy zadać. Wyższe temp. powodują także powstanie wyższej ilości estrów i alkoholi wyższych ze względu na wyższe procesy stresujące drożdże (wyjątek drożdże typu „kveik”)



- drożdże dodaje się do brzeczki dopiero po jej wychłodzeniu
- w piwowarstwie używa się drożdży płynnych oraz suchych poddanych rehydratacji (uwodnieniu w porcji sterylnej i schłodzonej wody)

## **FERMENTACJA**

- drożdże do fermentacji potrzebują tlenu, dlatego należy pamiętać o natlenieniu brzeczki przed zadaniem drożdży
- optymalny poziom natlenienia brzeczki wynosi pomiędzy 8-10 p.p.m. – wyższe/nizsze poziomy negatywnie oddziałują na drożdże i mogą wносить wiele niepożądanych aromatów (głównie estry i alkohole wyższe)
- fermentacja produkuje związki tworzące bukiet piwa i polega na przekształceniu cukrów w alkohol
- drożdże dzielimy na górnej i dolnej fermentacji - Drożdże dolnej fermentacji preferują temperatury w przedziale 8–12°C, ale potrafią też fermentować w wyższych temperaturach, jednak tracą wówczas swój główny atut, czyli czysty, lagerowy profil. Drożdże górnej fermentacji najlepiej pracują w temperaturach od 18 do 22°C. Dają wówczas umiarkowane ilości estrów. Potrafią oczywiście pracować w dolnych zakresach temperatur (około 16–18°C). Przykładem tego są dwa style piw z niemieckich piwnych miast, czyli alt z Düsseldorfu i kölsch z Kolonii.

Drożdże górnej i dolnej fermentacji oprócz tego, że preferują inne temperatury, to również nieco inaczej się zachowują. Proces odbywający się w wyższej temperaturze przebiega szybciej i bardziej burzliwie niż w niższej. Dlatego drożdże górnej fermentacji potrafią szybciej przefermentować brzeczki o ekstrakcie np. 10 stopni Plato w kilkadziesiąt godzin (ok. 48h), a drożdżom dolnej fermentacji zajmie to nawet około tygodnia.

## **RODZAJE FERMENTACJI – OTWARTA I CIŚNIENIOWA**

- Otwarta fermentacja - drożdże nie są zestresowane wysokim ciśnieniem, a wszelkie niekorzystne aromaty mogą łatwo wyparować. Wymaga ona większego reżimu sanitarnego niż fermentacja zamknięta.
- Fermentacja ciśnieniowa - odbywa się w tankofermentorach zakończonych na spodzie stożkiem zamiast płaskiego dna. Fermentory wyposażone są w system chłodzący - rurki z czynnikiem chłodzącym, najczęściej glikolem, lub wodą lodową. Dzięki temu można wpływać na temperaturę procesu fermentacji, a chłodzenie poszczególnych sekcji może wspomagać naturalny ruch wewnątrz tanku, tak aby drożdże miały równomierny dostęp do cukrów zawieszonych w brzeczce. Schładzanie piwa powoduje również opadanie osadu drożdżowego, złożonego głównie z martwych komórek drożdży na dno, gdzie gromadzą się one w stożku. Pozwala to „odstrzelić” martwe drożdże. Martwe drożdże ulegają procesowi autolizy, czyli rozpadu komórek, którego negatywny wpływ na aromat piwa poznamy po nutach przypalonego mleka lub pieczonych ziemniaków.



## **CECHY CHARAKTERYSTYCZNE GŁÓWNYCH GRUP DROŹDŹOWYCH**

- drożdże do piw w stylu hefeweizen, dunkelweizen, weizenbock (niemieckie) charakteryzują się zwiększoną obecnością związków w aromacie przypominających goździki i banany
- w czasie swojej pracy drożdże produkują mnóstwo związków takich jak: alkohole, estry, fenole, diacetyl, siarkowodór, aldehyd octowy.
- drożdże do piw w stylu belgijskim produkują zwiększoną ilość estrów i fenoli
- do fermentacji piw w typu lambic wykorzystuje się drożdże dzikie – głównie *Brettanomyces Bruxellensis*, ale i *Saccharomyces Cerevisiae* (bardziej klasyczne). Jednocześnie piwa w stylu lambic tworzone są przy współdziałaniu bakterii innych związków organicznych takich jak *Pediococcus Damnosus* oraz *Lactobacillus Delbrueckii*
- drożdże wnoszą do piwa – białka, alkohole, ketony, związki siarkowe, estry, fenole



## SŁODY

Podstawowy surowiec piwowarski. Słodowanie to proces fizjologiczny rozwoju kiełka liścieniowego i korzonkowego zarodka ziarna. Powstają i uaktywniają się enzymy, które w obecności wody tną zmagazynowaną w ziarnie skrobię na prostsze cukry, mające posłużyć roślinie do wzrostu, zanim wyjdzie na powierzchnię i będzie mogła uruchomić fotosyntezę. Typowym zbożem piwowarskim jest jęczmień i to jego najczęściej poddaje się słodowaniu. Drugim najpopularniejszym surowcem jest pszenica. Niszowe są słody żytni czy owsiany.

Każdy słód ma swoją aktywność enzymatyczną. Aktywność enzymatyczna oznacza zdolność do przeprowadzania przemian skrobi w cukry proste. Aktywność ta może być zahamowana np. przez wysoką temperaturę podczas prażenia słodu.

**Siła diastatyczna** jest miarą aktywności enzymatycznej, określona jest metodą Wildish – Kolbacha i wyraża się w gramach maltozy powstałej przez działanie amylaz ze 100g słodu. Siła diastatyczna słodów jasnych waha się w granicach 180-300 jednostek WK.

## SŁODY BAZOWE/PODSTAWOWE

**Pilzneński** – podstawowy słód do produkcji piw dolnej fermentacji, chętnie wykorzystywany też przy produkcji piw górnej fermentacji np. wszelkiego rodzaju piw belgijskich, czy też niemieckich piw hybrydowych i pszenicznych. Wyróżnia się jasną barwą nie przekraczającą **5EBC** i wysoką aktywnością enzymatyczną. Z powodu suszenia słodu pilzneńskiego w stosunkowo niskiej temperaturze **zawiera on znaczne ilości prekursorów DMS**. Słód pilzneński produkowany jest z jęczmienia dwurzędowego o niskiej zawartości białka.

**Pale Ale** – podstawowy słód do produkcji piw górnej fermentacji przede wszystkim o brytyjskim rodowodzie – stout, mild, porter, bitter, IPA. Od słodu pilzneńskiego odróżnia go większe rozluźnienie, ciemniejsza barwa (**4,5-8EBC**), nieco niższa aktywność enzymatyczna oraz niższa zawartość białka. Słód ten doskonale nadaje się do zacierania jednotemperaturowego.

**Wiedeński** – słód troszkę ciemniejszy od słodu pilzneńskiego (**barwa 5,5-9EBC**). Zawiera więcej związków melanoidynowych, przez co nadaje piwu większą pełnię smakową, nieco ciemniejszą barwę – ciemnego złota, bardzo jasnego bursztynu, pomarańczy oraz delikatne nuty tostowe, orzechowe. Dzięki temu, że słód ten ma tylko nieco niższą aktywność enzymatyczną niż słód pilzneński może stanowić do 100% zasypu. W przeciwieństwie do słodów karmelowych jest bardzo dobrze fermentowalny, piwa z jego udziałem są zazwyczaj orzeźwiający i wytrawny w smaku. **Słód wiedeński stanowi bazę piw takich jak vienna lager, oktoberfest/marcowe oraz dodatek do piw w stylu porter bałtycki, bock/koźlak.**

**Monachijski** – słód produkowany z ziarna gorszej jakości o wyższej zawartości białka. Nadaje piwu czerwono-bursztynową barwę oraz wyraźne nuty słodowe i lekko



słodkawy smak. Słód ten ma niższą aktywność enzymatyczną w związku z tym wymaga dłuższego czasu scukrzania, a ze względu na wyższą zawartość białka także dłuższej przerwy białkowej. Słód monachijski jasny może stanowić 100% zasypu, ale zwykle jego udział nie przekracza 60%, ciemniejsze wersje wykorzystywane są w mniejszej ilości. Słód monachijski używany jest w takich piwach jak alt, bock/koźlak, irish red ale.

### **Słód monachijski występuje w dwóch odmianach:**


- Słód monachijski jasny (typ I) – barwa 12-17 EBC
- Słód monachijski ciemny (typ II) – barwa 20-28EBC

### **Słody specjalne**

Bardzo dużą grupę słodów stanowią słody karmelowe. Powstają one między innymi poprzez karmelizowanie słodu zielonego lub też gotowych słodów jasnych (pilzneńskiego, pale ale, pszenicznego czy monachijskiego). Poprzez prażenie słodów specjalnych w wysokiej temperaturze stają się one nieaktywne enzymatycznie i są również ciemniejsze od słodów bazowych. W tym procesie enzymy obecne w słodzie zachowują się podobnie jak podczas zacierania, czyli tną skrobię na prostsze cukry, co sprzyja tworzeniu melanoidyn, czyli produktów reakcji Maillarda wnoszących nuty opiekane, przypieczonej skórki chleba.

Najciemniejsze są słody palone. Dzięki nim, a właściwie dzięki ich niewielkiemu dodatkowi możemy uzyskać piwa brązowe, ciemnobrunatne, a nawet nieprzejrzyste czarne. Zbyt duży udział słodów palonych może wprowadzić do piwa posmaki

**Kolorystyka piw według EBC i SRM**

EBC	SRM	Barwa	Opis	Przykład
1-4	2		słomkowy, jasnożółty, jasnozłoty	lekki lager, Berliner Weiße, Kölsch
4-8	2-4		żółty, złoty	lager, pilzner, pszeniczne jasne, jasne monachijskie
8-20	4-10		ciemnozłoty, ciemnożółty, bursztynowy	marcowe, pale ale, pszeniczne, jasne monachijskie
20-35	10-17		jasnobrązowy, brązowy, miedziany	ciemny lager, irlandzki ale, pale ale, Alt
35-60	18-30		brązowy	koźlak, pszeniczne ciemne
>60	>31		ciemnobrązowy, czarny	stout, porter, porter bałtycki, czarne





## TYPY UŻYTKOWE CHMIELU

- **Aromatyczny** - alfa kwasy 3-5%: Lubelski, Żatecki, Hallertau Mittelfruh, Golding
- **Uniwersalny** - podwójnego zastosowania, goryczka + aromat - alfa kwasy 6-10%: Marynka, Perle, Brewer's Gold, Challenger, Cluster
- **Goryczkowy** - alfa kwasy 11 - 18%: lunga, Magnum, Taurus, Target, Chinook

### Co chmiel wnosi do piwa?

- goryczka
- aromat
- smak (kombinacja odczucia smakowo-zapachowego)
- odczucie w ustach – szorstkość, tanczność, zaleganie
- piana i lacing – polifenole zawarte w chmielu wpływają na budowanie piany
- stabilność aromatu
- działanie antybakteryjne

### Sposoby użycia chmielu

- chmielenie brzeczki przedniej → nieco aromatu i smaku - goryczka
- pełne gotowanie → początek warzenia → goryczka
- środek gotowania → 20-30 min. przed końcem → aromat, smak i goryczka
- późna faza gotowania → 20 min. przed końcem → aromat, smak, goryczka
- koniec gotowania → ostatnie 5 minut → aromat, smak, goryczka
- na gorąco bez gotowania → kocioł, kadź osadowa, whirlpool → aromat i smak
- chmielenie na zimno → fermentor „cichy”, leżak → świeży aromat, smak

### Niektóre związki zapachowe znalezione w chmielu i piwach

kwasy 3-metylobutylowy	-	serowy
3-mercaptohexan-1-ol	-	czarna porzeczka, grapefruit
<u>caryophyllene</u>	-	lesisty, drzewiasty, drzewo sandałowe
cis-3-hexenal	-	zielony, łądowy
citronellol, citral	-	słodkie cytrusy, cytryna, owocowy
<u>geraniol</u>	-	kwiatowy, słodki, różany
<u>humulen</u>	-	drzewiasty, sosnowy
<u>myrcen</u>	-	zielony, żywiczny
<u>terpineol</u>	-	drzewiasty

### IBU - International Bittering Units

International Bittering Units - międzynarodowa jednostka goryczy ustalona przez European Brewery Convention. Wyznaczane są przy pomocy chromatografii cieczowej i określane skrótem IBU. Jednostki IBU oznaczają stopień nachmienia/goryczy w piwie. 1 IBU odpowiada zawartości 1 miligrama izo-alfa kwasów pochodzących z chmielu w 1 litrze piwa.



Sensoryczne wrażenie goryczy w piwie zależy głównie od poziomu IBU oraz ekstraktu brzojki podstawowej. Ta sama ilość IBU w piwie lekkim daje wrażenie większej goryczy niż w piwie o większej zawartości ekstraktu.

### Style piwa i ich IBU...

Styl piwa	IBU
Lambik	11-23
Blond Ale	15-30
Jasny/ciemny lager	16-28
Marcowe	18-25
Pilzner	25-50
Bitter	20-35
Porter	20-40
Stout	25-60
IPA	40+

### Goryczka i wpływ czynników na jej odczuwanie.

- Izo-alfa kwasy są najważniejsze w odczuciu goryczki
- Mocno palone słoły zwiększają odczucie goryczki
- Dodatek siarczynu wapnia - goryczka bardziej świeża, łagodniejsza
- Woda bogata w wapń daje odczucie szorstkiej goryczki
- Degustacja w niskich temperaturach tłumi goryczkę
- Wzrost poziomu polifenoli wpływa na odczuwanie goryczki

### Przechowywanie i utrata aromatu

Szyszki chmielowe tracą swe aromaty szybciej niż granulaty, gdy nie są zabezpieczone i odpowiednio przechowywane

Produkt	Utrata alfa-kwasów w temp. 20 st.C w ciągu roku
Szyszki	do 100%
Granulaty	10-20%

### Przechowywanie i utrata aromatu chmielu

- nieotwarta paczka z granulatem przechowywana w temp. -3 st.C zachowuje swoją świeżość od 3-5 lat
- nieotwarta paczka z granulatem przechowywana w temp. ok. 4 st.C zachowuje swoją świeżość od 2-3 lat
- otwarcie paczki i ponowne jej zamknięcie nie pomaga; zachować dłużej aromatu - zużyj chmiel szybko po otwarciu
- chmiel jest bardzo czuły na złe przechowywanie - szczególnie w wysokich temperaturach



## DROŻDŻE - WPŁYW NA FERMENTACJĘ

### Dlaczego fermentacja jest tak ważna? Badania Karla Balinga wykazały:

- 46.3% ekstraktu - przemiana w dwutlenek węgla
- 48.4% ekstraktu - przemiana w etanol
- 5.3% ekstraktu - przemiana w nową masę drożdżową
- suma 100% - pominięto niecały 1% setek różnych aromatów, które wpływają na aromat piwa

### Poprawianie jakości fermentacji - zostań „zaklinaczem drożdży”

- rób notatki z fermentacji i mierz wszystkie niezbędne parametry
- obserwuj stopień odfermentowania, prędkość fermentacji, flokulację
- zadaj odpowiednią ilość drożdży, zadbaj o ich żywotność
- fermentuj w odpowiedniej temperaturze dla danego szczepu

### Podstawy dobrej fermentacji - Co dzieje się podczas fermentacji?

- przemiana brzezki w produkt zawierający alkohol i niskie PH
- niskie PH i alkohol —> ochrona przed bakteriami
- produkcja aromatów ubocznych: estry, wysokie alkohole, związki siarkowe itd.
- drożdże - cukier - tlen - odżywki - temp. fermentacji

### Drożdże

- przemiana brzezki w dwutlenek węgla i alkohol —> skutek uboczny reprodukcji drożdży - drożdże w ten sposób produkują energię potrzebną do podziału
- ważne jest, aby wybrać drożdże produkujące najlepszy profil aromatyczny piwa, ponieważ każde drożdże potrafią zamieniać cukry w alkohol i CO<sub>2</sub>
- wybieraj szczepy drożdżowe przeznaczone do konkretnego stylu piwa, które chcesz zrobić
- zadbaj o odpowiednią ilość drożdży - ich czystość i pochodzenie

### Cukry

- pochodzenie cukrów i ich złożoność wpływa na fermentację - im prostsze cukry, tym głębsze odfermentowanie - rodzaj cukrów także wpływa na aromat końcowy piwa
- brzezka bogata w glukozę będzie produkowała wyższe stężenie estrów - octan etylu i octan izoamylu
- brzezka bogata w maltozę będzie produkowała mniej estrów
- cukry pochodzące z sorgo, ryżu lub innych niesłodowanych surowców także będą produkować inny profil aromatyczny ze względu na brak odpowiednich prekursorów pochodzących ze słodu

### Tlen

- krytyczny czynnik do wzrostu drożdżowego
- wykorzystywane przez drożdże do produkcji alkoholu
- 8-10 ppm - jako optymalne zapotrzebowanie na tlen
- zbyt duże natlenienie - zbyt duży przyrost - więcej niepożądanych aromatów



### **Odżywki - witaminy i minerały**

- potrzebne są do prawidłowego wzrostu i życia drożdży
- brzeczka w 100% z surowców słodowanych dostarcza odpowiednie zapotrzebowanie dla zdrowych komórek
- azot, fosfor, siarka, miedź, żelazo, cynk, potas, wapno, sód - wspomagają produkcję enzymów potrzebnych do pracy drożdży
- dodatek odżywek jest wskazany przy złej kondycji drożdży

### **Temperatura fermentacji**

- stała i kontrolowana temperatura to jeden z najważniejszych parametrów dobrej fermentacji
- większość problemów z piwem bierze się z braku kontroli temp. fermentacji
- temp. fermentacji ma także wpływ na redukcję przez drożdże innych ubocznych produktów fermentacji np. diacetyl, aldehyd octowy

### **Flokulacja drożdży**

- zdolność drożdży do łączenia się w grupy (kłaczkowanie)
- wpływ na aromat i klarowność piwa

### **Flokulacja drożdży**

- drożdże słabo flokulujące: słabe osiadanie na dnie fermentora, produkują zamglenie, słaba zdolność do redukcji diacetylu (lagery), dobre do hefeweizen oraz witbier
- drożdże średnio flokulujące: produkują czystszy profil aromatyczny piwa, lepiej redukują diacetyl i produkują mniej estrów, dłużej pozostają w zawieszeniu, dobre do piw w stylu ale, american ale, wysoko chmielonych - uwydatniają aromat i smak chmielu
- drożdże mocno flokulujące: łączą się dość szybko w ciągu 3-5 dni, produkują bardziej klarowne piwo, potrafią nawet zatykać zawory spustowe, nie odfermentowują zbyt głęboko, produkują najbardziej czysty profil piwa (najmniej estrów i innych produktów ubocznych)
- dzikie drożdże: nie flokulują dobrze i długo pozostają w zawieszeniu tworząc mocne zamglenie. Dzięki temu mają stały dostęp do odżywek i mogą bardzo głęboko odfermentować piwo.

### **Dobór odpowiednich drożdży**

- odfermentowanie
- profil aromatyczny
- flokulacja
- temperatura fermentacji
- możliwości zaopatrzeniowe

### **Główne grupy drożdży**

- dolnej i górnej fermentacji



- drożdże górnej fermentacji - o czystym profilu fermentacji, owocowe/estrowe, hybrydowe, fenolowe, specjalne (lepsze tolerancja na wysoką zawartość alkoholu)
- drożdże dolnej fermentacji - wytrawne (czystsze aromatycznie, bardziej orzeźwiająca), pełne (kompleksowe, słodowe)

### **Brettanomyces - dlaczego są takie wyjątkowe**

- produkują alkohol w większych ilościach w warunkach tlenowych - większość drożdży, produkuje alkohol w środowisku beztlenowym
- przy obecności tlenu zamieniają glukozę w etanol, a potem w kwas octowy
- produkują wysokie stężenia kwasów octowych, wysoki poziom alkoholi etylowych, lotne fenole (apteczne, bandażowe, cynamonowe, stajenne, końskie)

### **Potrzeba tlenu**

- drożdże nie są do końca organizmami beztlenowymi
- obecność tlenu potrzebna jest do wzrostu komórek drożdżowych w początkowej fazie
- odpowiednie natlenienie brzezki jest kluczowe do utrzymania zdolności życiowej drożdży i ich prawidłowej fermentacji
- odpowiednie natlenienie brzezki powoduje jej odfermentowanie do pożądanego poziomu - ma to również wpływ na prędkość fermentacji

### **Temperatura fermentacji – kontroluj temperaturę!**

- obumarcie drożdży przy ekstremalnych temperaturach
- wytworzenie aromatów ubocznych - niepożądanych
- mutacja drożdży
- wysokie temp. fermentacji sprzyjają szybkiemu wzrostowi drożdży i przyspieszają proces fermentacji

### **Optymalizacja aromatu piwa**

- Drożdże wnoszą większość aromatu i smaku do piwa. Estry, aldehydy, alkohole fuzlowe i inne związki łączą się z etanolem, dwutlenkiem węgla. Nawet posmak w jamie ustnej stanowi o charakterze piwa, a wszystkie te są właściwościami fermentacji drożdży.
- Wszystko, co robimy dla drożdży, od temperatury, do żywienia, ma duży wpływ na wzrost drożdży.
- Odpowiednia kontrola zachowania drożdży jest kluczowa do uzyskania dobrego piwa
- Dobór odpowiedniego szczepu dla danego piwa

### **CECHY CHARAKTERYSTYCZNE GŁÓWNYCH GRUP DROŹDŻOWYCH**

- drożdże do piw w stylu hefeweizen, dunkelweizen, weizenbock (niemieckie) charakteryzują się zwiększoną obecnością związków w aromacie przypominających goździki i banany



**POLSKIE STOWARZYSZENIE PIWOWARÓW DOMOWYCH**  
materiały szkoleniowe dla kandydatów na sędziów certyfikowanych PSPD

- w czasie swojej pracy drożdże produkują mnóstwo związków takich jak: alkohole, estry, fenole, diacetyl, siarkowodór, aldehyd octowy.
- drożdże do piw w stylu belgijskim produkują zwiększoną ilość estrów i fenoli
- do fermentacji piw w typu lambic wykorzystuje się drożdże dzikie – głównie *Brettanomyces Bruxellensis*, ale i *Saccharomyces Cerevisiae* (bardziej klasyczne). Jednocześnie piwa w stylu lambic tworzone są przy współdziałaniu bakterii innych związków organicznych takich jak *Pediococcus Damnosus* oraz *Lactobacillus Delbrueckii*
- drożdże wnoszą do piwa – białka, alkohole, ketony, związki siarkowe, estry, fenole