**Wykład 8 Zakwaszanie**

**Produktywność szczepów**

Tabela. Produkcja kwasu mlekowego przez wybrane szczepy

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Szczep bakt. | Substrat | Produkcja (g/l) | Produktywność w g/l x godz. | Wydajność )g/g substratu) |
| L. delbrueckii  (L. rhamnosus) | Glukoza | 59 | 65 | 0.95 |
| L. delbrueckii  (L. bulgaricus) | Laktoza | 117 | 84 | 0.82 |
| L. Helvetius | Laktoza | 27 | 22 | 0.99 |
| L. amylovorus | Skrobia | 42 | 8.4 | 0.88-0.9 |

**Fermentacja spontaniczna** – fermentacja prowadzona przez mikroflorę zasiedlającą produkty podawane procesowi fermentacji; zaliczamy tu kiszenie kapusty i kiszenie ogórków.

**Fermentacja przemysłowa** – to tzw. Szczepionki zwane starterami lub zakwasami, zawierającymi zagęszczoną liczbę komórek w formie liofilizatu lub zamrożone; zaliczamy tu napoje mleczne, soki, wędliny.

**Cechy produktów utrwalonych**:

1. Dodatkowe cechy smakowo-zapachowe
2. Wysoka wartość odżywcza – stabilizuje Wit. C i prowitaminę A
3. Powstają Wit. B2, PP, acetocholina (korzystnie oddziaływuje na mechanizm przekazywania bodźców nerwowych, poprawia perystaltykę jelit i obniża ciśnienie krwi)
4. Produkty fermentacyjne są lepiej przyswajalne przez organizm – kiszenie zwiększa strawność i eliminuje pewne substancje niekorzystne (cyjanki, hem aglutyniny, tioglikozydy, gazo twórcze)
5. Dostarczane są bakterie mlekowe do organizmu
6. Niewielka wartość energetyczne produktów fermentowanych
7. Proces fermentacji jest bardzo tani w zastosowaniu

**Kiszenie kapusty:**

1. Mechaniczne poszatkowanie kapusty i dodatku soli w ilości 1,5%-3%; dodatek soli jest niezbędny, powoduje wyciek soków z kapusty, zawierających cukry i sole mineralne. Z drugiej strony powoduje zahamowanie rozwoju innych mikroorganizmów, niepożądanych w procesie fermentacji
2. Kapusta zawiera od 3,5 do 6,5% cukru, jeśli zawiera mniej należy dodać sacharozy (1%)
3. W początkowej fazie kiszenia pH wynosi 6,5. Takie środowisko pozwala na rozwój innych grup bakterii np.: gnilnych, grupy coli lub drożdży produkujących alkohol etylowy
4. W miarę wzrostu kwasowości rozwój bakterii gnilnych, grupy coli i drożdży jest zahamowana

**I etap**: w tym etapie powstają produkty fermentacji, które nadają smak i zapach produktom

fermentowanym. Temperatura fermentacji 18-20oC. Następuje faza burzliwej fermentacji prowadzona przez bakterie homofermentacji mlekowej głównie Lactobacillus planatarum. Intensywne wydzielanie gazów oraz piany, które należy bezwzględnie usuwać: gazy – gorzknienie kapusty, piana – rozwój bakterii gnilnych.

**II etap**: obniżenie pH na skutek produkcji kwasu mlekowego od pH 6 do 4. Zaczyna się etap fermentacji cichej. W tych warunkach rozwijają się bakterie fermentacji heteromlekowej, powstają produkty takie jak etanol, kwas octowy. Czas trwania fermentacji zależny jest od temperatury – może trwać od 5 do 60 dni. Ostatni etap fermentacji prowadzony przez L. brevis.

**Przemysłowa fermentacja kapusty – warunki progowe:**

1. Po tygodniu fermentacji pH kapusty powinno wynosić 3,5 do 4
2. Kwasowość po 2 tyg. powinna wynosić 1,5% (końcowa zawartość kwasu mlekowego)
3. Składowanie kapusty przefermentowanej w niskiej temperaturze, bliskiej 0oC
4. Wyższe temperatury wzmagają kwasowość produktu końcowego
5. Kontrolować ilość piany i obecność kożucha, gdyż rozwijające się drożdże i pleśnie wykorzystując kwasy podnoszą pH (psucie się produktu)

**Pasteryzacja kapusty** – może zwiększyć trwałość kiszonej kapusty. Przed pasteryzacją ukwaszona kapustę należy poddać blanszowaniu. Zblanszowaną kapustą napełnia się opakowania i zalewa gorącym sokiem o temperaturze 80-95oC. Produkt jest trwalszy, ale ma gorsze wartości smakowe.

**Skład kiszonej kapusty**

|  |  |
| --- | --- |
| Skladniki istotne w kapuście | Zawartośc w % |
| Kwasy nielotne (przel. na kwas mlekowy) | 1-1.3 |
| Kwasy lotne (przel. na kwas octowy) | 0.2-0.3 |
| Alkohol | 0.5-0.6 |
| Cukier | 0-0.2 |
| Związki azotowe | 1.5 |
| Sól | 2-3 |
| Sucha masa | 10-12 |
| Witamina C | 20-30 mg/100g |

**Produkcja kiszonych ogórków:**

1. Właściwe odmiany ogórków np.: Przybyszewskie, Monastyrskie – zachowują one cechy sensoryczne po fermentacji
2. Ogórki zawierają mniej cukru (do 2%), ich pH po ukiszeniu jest wyższe niż kapusty
3. Wstępny proces – tzw. mocznie przez 30 min do 4 h – usuwa zanieczyszczenia oraz daje jędrność ogórkom
4. Kalibracja wielkości ogórków oraz ich nakładanie w celu wychodzenia soku z ich wnętrza
5. Przyprawy czyste - korzenie i liście chrzanu, koper, czosnek, liście laurowe lub inne 9dębu, wiśni, porzeczek, winorośli.
6. Zalewa to wodny roztwór soli o stężeniu 4-7%, przy czym powinno się stosować wodę twardą (do 10 mg CaO w litrze wody), to zapobiega mięknięciu ogórków. Jony wapnia łączą się z pektynami i kwasem pektynowym, co podwyższa twardość skórek i miąższu
7. Sól powoduje dyfuzję cukru i soli mineralnych z miąższu, stwarzając dobre warunki do rozwoju mikroflory mlekowej
8. Etapy fermentacji podobne do kiszenia kapusty
9. Najpierw rozwijają się bakterie gnilne i grupy coli, potem fermentacji mlekowej – Leuconostoc mesenteroides, Lactobacillus plantarum, L. brevis
10. Optymalna temp. 15-18oC, w wyższej rozwijają się bakterie gnilne. Korzystne jest prowadzenie fermentacji w temp. 12oC
11. pH ogórków powinno wynosić 3,4-4, zawartość kwasu mlekowego od 0,8 do 1%, zawartość kwasu octowego od 0,15 do 0,25%, zawartość soli od 1,5 do 3,5%
12. Przechowywanie ogórków w temp 6-8oC najlepiej w temp 0oC

**Marynaty** – to żywność utrwalona poprzez dodanie roztworów kwasów organicznych do surowców bez prowadzenia fermentacji. Najczęściej dodaje się kwas octowy, można też stosować kwas cytrynowy, jabłkowy, winowy, mieszaninę kwasu octowego i mlekowego. Produkty marynowane mają mniejszą wartość żywieniową.

**Pasteryzacja i sterylizacja**

* Utrwalanie żywności z udziałem wysokiej temperatury jest tradycyjna metodą przedłużania trwałości surowców spożywczych
* Utrwalanie podwyższoną temperaturą na surowiec wywołuje wiele korzystnych i/lub niekorzystnych zmian w materiale poddanym procesowi
* Znajomość tych zmian jest bardzo istotna – daj możliwość uzyskania odpowiedniego produktu

**Czynniki istotne** – wyróżniamy 2 grupy czynników mających istotny wpływ na utrwalanie surowca spożywczego:

1. Czynniki wpływające na skuteczność utrwalanie surowca
2. Czynniki wpływające na jakość sensoryczną i odżywczą produktu końcowego

Podział ten jest umowny ze względu na fakt, że w praktyce czynniki te zachodzą na siebie i są od siebie zależne.

**Skuteczność utrwalania** – polega na zniszczeniu drobnoustrojów powodujących psucie się żywności. Niszczenie drobnoustrojów jest związane z poznaniem kinetyki zjawisk zachodzących podczas ogrzewania oraz z właściwościami samej mikroflory. Pewne z tych drobnoustrojów są krytyczne dla surowca, który jest poddawany utrwalaniu.

**Organizmy krytyczne** – to drobnoustroje, które wykazują największą ciepłolubność podczas procesu a ich zniszczenie daje gwarancje pełnego utrwalenia produktu. Tempo niszczenia zachodzi według kinetyki i ma postać zależności logarytmicznej – wg stwierdzenia – niewielki upływ czasu powoduje ubytek liczby Komorek drobnoustrojów. Zmiana liczby Komorek w czasie ogrzewania jest proporcjonalna do ich ilości w danym czasie.

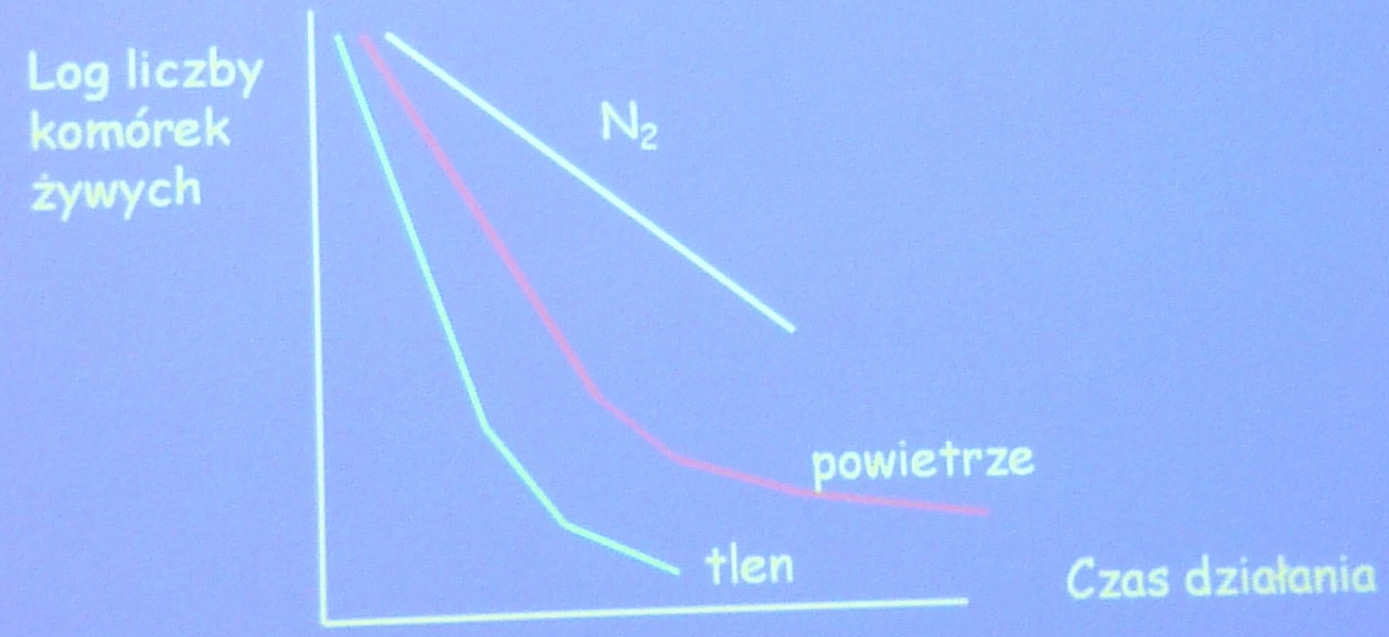
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Drobnoustrój | produkt | D121 (min) | Z |
| *B. stearothermophilus* | warzywa, mleko | 4 | 10 |
| *C. thermosaccarolyticum* | warzywa | 3 – 4 | 7,2 - 10 |
| *C. sporogenes* | mięso | 0,8 – 1,5 | 8,8 – 11,1 |
| *B. subtilis* | produkty mleczne | 0,5 – 0,75 | 4,1 – 7,2 |
| *C. botulinum* | żywność mało kwaśna | 0,1 – 0,2 | 7,7 - 10 |

**Tempo niszczenia** - w jednostce czasu jest niszczone procentowo tyle samo Komorek drobnoustrojów niezależnie od ich liczby początkowej. Im więcej jest w fazie początkowej mikroorganizmów tym długość procesu niszczenia jest dłuższy. To stwierdzenie świadczy, ze nigdy nie jest możliwe osiągnięcie takiego stanu, w którym wszystkie mikroorganizmy zostałyby zniszczone.

**Sterylność handlowa** – to wyjałowienie środowiska do takiego stopnia, który gwarantuje sporadyczne psucie się konserw, np.: 1 opakowanie/10000.

Tempo niszczenia organizmów zależne jest od temperatury: im niższa tym czas śmierci wydłużony

**Krzywe śmierci cieplnej** – zależność miedzy liczba komórek przeżywających proces termiczny zachodzący w stałej temperaturze a czasem jej działania.



**Czynniki osłaniające**:

1. Zawartość wody – im jest jej mniej w komórce tym czas zabijania jest dłuższy
2. Sole organiczne generalnie są czynnikami osłaniającymi przed działaniem temperatury np.: siarczan sodu najskuteczniej, jony sodu i potasu mniej
3. Związki organiczne: roztwory cukru (odbierają wodę z komórek), bialek (zmiany sił elektrostatycznych.

**Mechanizm śmierci cieplnej** –różne dla różnych drobnoustrojów:

* Gram ujemne bardziej wrażliwe na wysoką temperaturę
* Uszkodzenia błony cytoplazmatycznej, szczególnie psychrofile
* Wpływ puli aminokwasowej z komórki na skutek hamowania enzymów syntetyzujących alfa-glutaran
* Denaturacja RNA przed wypływem z komórki

**Czas 10-krotnej redukcji (D)** – czas niezbędny do zniszczenia 90% mikroorganizmów w stosunku do ich ilości początkowej. Czas po upływie którego w środowisku pozostało 10% drobnoustrojów. Założenie to dotyczy zwykle organizmu krytycznego. D – oporność cieplna drobnoustrojów.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Grupa mikroorganizmów | DT | Czas (min.) |
| Pleśnie, drożdże | D65 | 0,5 – 1 |
| Bakterie – formy wegetatywne | D65 | <1 |
| Promieniowce | D65 | 0,51 |
| Spory termofilnych promieniowców | D100 | 45 – 65 |
| Przetrwalniki małooporne | D90 | 10 |
| Przetrwalniki średniooporne | D100 | 30 |
| Przetrwalniki oporne | D115 | 10 |
| D120 | 4 |

**Pasteryzacja** – ogrzewanie surowców poddawanych utrwalaniu w temperaturach niższych niż 100oC. Za pomocą pasteryzacji utrwala się surowce, których pH > 4,5. Przy ph < 4,5 nie rozwijają się drobnoustroje przetrwalnikujące, bardzo oporne na ogrzewanie – uznawane za organizmy krytyczne. Nie ma konieczności pasteryzacji w temperaturze 100oC, wystarczy temperatura 65oC. Pasteryzacje stosuje się do utrwalania owoców i przetworów owocowych (soków), mleka i piwa.

**Sterylizacja** – proces utrwalania żywności w temperaturze wyższej niż 100oC. Przeprowadza się ją do utrwalania surowców, których pH > 4,5 – warzyw i przetworów mięsnych. Stosowanie takich temperatur jest konieczne, gdyż w takim pH rozwijają się bakterie zarodnikujące, powodujące psucie się żywności lub wytwarzające toksyny szkodliwe dla zdrowia człowieka. Przetrwalniki C. botulinum B. subtilis oraz niezarodnikującego Listeria monocytogenes są oporne na niezbyt wysokie temperatury ogrzewania i przezywają proces. Stad sterylizacja tych produktów jest konieczna. Temperatura 121,1oC jest powszechnie stosowana, chociaż obecnie wykorzystuje się wyższą temp., co pozwala na skrócenie czasu sterylizacji ora umożliwia zachowanie wartości odżywczych produktu. Zbyt dluga sterylizacja powoduje znaczne zmiany w żywności związane z utratą składników odżywczych, przemianami substancji smakowo – zapachowych, oraz niekorzystnymi zmianami tekstury.

**Rodzaje sterylizacji**:

1. Sterylizacja produktu zapakowanego (apertyzacja) – najstarsza metoda – puszki i słoje po ich napełnieniu poddaje się sterylizacji
2. Sterylizacja produktu niezapakowanego i aseptyczne pakowanie
3. Sterylizacja 2stopniowa

**Wady i zalety tych metod**: apertyzacja powoduje znaczne straty składników odżywczych ze względu na konieczność długotrwałego oddziaływania wysokiej temperatury. Starylizacja produktu niezapakowanego i następnie pakowanie jest trudne technologicznie i może dochodzić do wtórnego skażenia produktu. Sterylizacja 2stopniowa daje gwarancję uzyskania pelnej jałowości wyboru z zachowaniem składników odżywczych.

Obliczanie czasu sterylizacji – istota procesu sterylizacji w warunkach przemysłowych

F = Dx ln No/N (min)

gdzie: D – czas dziesięciokrotnej redukcji bakterii w określonej temperaturze sterylizacji, No – początkowa liczba mikroorganizmów, N – końcowa szczatkowa liczba mikroorganizmów. Konieczna jest znajomość No i N oraz kwasowość produktu sterylizowanego (słabo kwaśne wymagają długiego F)

**Przykładowe czasy sterylizacji**:

|  |  |
| --- | --- |
| Produkt sterylizowany | Czas (min) |
| Mleko | 5 – 8 |
| Marchew | 3,5 – 10,4 |
| Fasola | 3 – 6,3 |
| Groch | 4,3 – 6 |
| Szparagi | 2,8 - 3,3 |
| Soki warzywne | 4 – 10 |
| Ziemniaki | 3 – 10,8 |
| Przetwory mięsne | 3,9 – 8 |
| Przetwory mięsne dla str. tropikalnej | 15 – 30 |

**Minimum botulinowe** – jeśli wynosi np.: 12 to oznacza to, ze czas sterylizacji w praktyce przemysłowej musi być 12 razy dłuższy niż okres niezbędny do inaktywacji tego mikroorganizmu. Podstawowym kryterium w określaniu parametrów utrwalania żywności jest kwasowość. Surowce o pH < 4,5 wystarczy pasteryzować, gdyż pozostawione zarodniki nie rozwijają się i nie istnieje zagrożenie tworzenia toksyn.

**Termizacja** – to ogrzewanie surowca przez co najmniej 15 sekund w temperaturze 57 do 68oC celem zabicia psychrofili, mezofili i termofili. W ten sposób przedłuża się trwałość surowca spożywczego trzymanego w warunkach chłodni z zamiarem jego wykorzystania do produkcji żywności. Powszechnie termizacji poddaje się mleko surowe celem przedłużenia jego jako surowca do produkcji różnych wyrobów mlecznych. Termizacja niszczy bakterie oraz przedłuża trwałość surowca do jego dalszego przetwarzania. W przypadku produktów fermentowanych termizacja umożliwia przechowywanie przez krotki czas w warunkach niechłodniczych. Termizacja niszczy bakterie mlekowe zapobiegające fermentacji cukrów w mleku. Warunki termizacji zależne są od typu surowca spożywczego.

Pasteryzujemy -> soki, kompoty, kiszonki, marynaty

Sterylizujemy -> surowce i produkty pochodzenia roślinnego i zwierzęcego o pH >4,5 a temperatura powinna być wyższa niż 100oC, tak aby zostały zniszczone zarodniki