

## BADANIA NAD PRZEBIEGIEM PROCESÓW BIOCHEMICZNYCH I MIKROBIOLOGICZNYCH, ZACHODZĄCYCH PRZY ZAKISZANIU ZIEMNIAKÓW PAROWANYCH

WITOLD PODKÓWKA

Katedra Żywienia Zwierząt WSR — Olsztyn  
Kierownik: Prof. dr Józef Dubiski

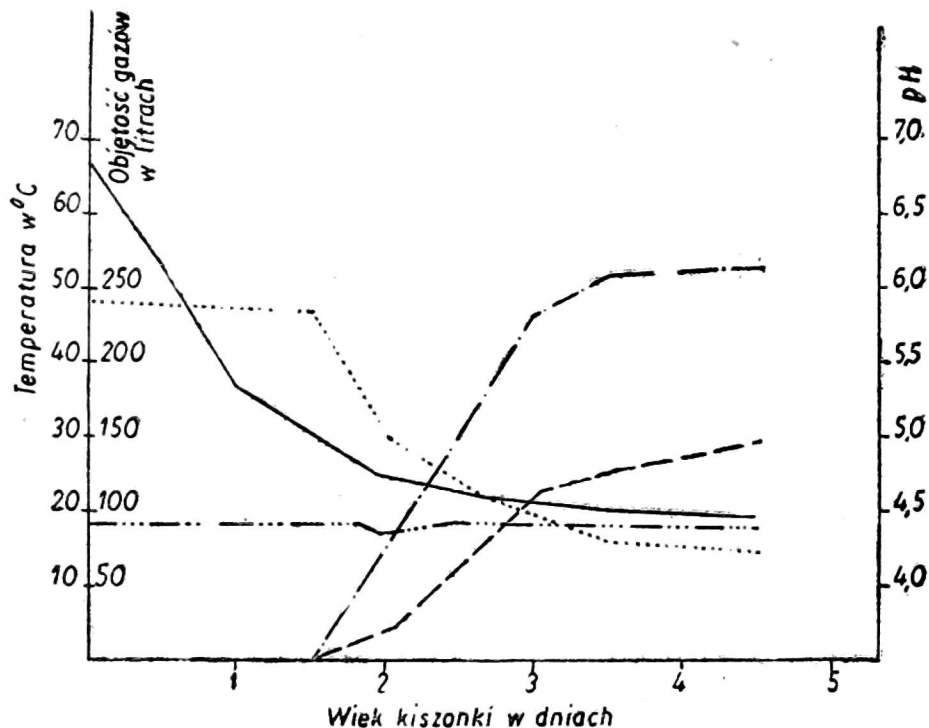
Zastosowanie teorii „minimum cukrowego” Zubrilina do oceny przydatności kiszonkowej ziemniaków daje wynik niezgodny z powszechnie znanym stanem faktycznym. Obliczone przy współczynniku 1,7 minimum cukrowe dla kłębów ziemniaczanych wynosi 2,12%, a zawartość cukrów redukujących — 1,66%, z czego można by wnioskować, że ziemniaki są surowcem trudno kiszającym się. Jednak praktyka wykazuje, że ziemniaki parowane są dobrym surowcem kiszonkowym, a otrzymana kiszonka jest wysokiej jakości. Jeżeli zawartość cukru w ziemniakach jest niewystarczająca, a wyniki kiszenia są dobre, należy wnioskować, że cukry proste, stanowiące zasadnicze podłoże fermentacji mlekowej, muszą powstawać ze skrobi, która w procesie kiszenia ulega hydrolizie.

Dla bardziej dokładnego poznania przebiegu tych procesów przeprowadzono szereg doświadczeń z zakiszaniem ziemniaków parowanych, których celem było: 1) ustalenie stopnia i szybkości hydrolizy skrobi; 2) zbadanie szybkości narastania kwasowości kiszonki; 3) próba wyjaśnienia, jakie czynniki powodują rozkład skrobi do cukrów prostych.

Dla zbadania szybkości narastania kwasowości kiszonki i ustalenia stopnia hydrolizy skrobi przeprowadzono zakiszanie ziemniaków parowanych w zbiornikach winidurowych o pojemności 150 litrów; do zbiornika załadowano 115,8 kg ziemniaków. W czasie fermentacji kontrolowana była temperatura kiszonki, oznaczano pH oraz mierzono ilość wydzielającego się gazu, w którym została oznaczona zawartość CO<sub>2</sub>. Wyniki tych pomiarów i oznaczeń przedstawione są graficznie na rys. 1.

Temperatura w czasie parowania ziemniaków dochodziła do 100°C, podczas gniecenia i ładowania do zbiornika obniżyła się do 66°C. W zbiorniku temperatura ziemniaków stale spadała dążąc do wyrównania z tem-

peraturą otoczenia. Z chwilą obniżenia się temperatury do  $30^{\circ}\text{C}$  ziemniaki zaczęły fermentować, czego objawem było wydzielanie się gazów. Trwało ono przez trzy dni (od połowy drugiego do połowy piątego dnia fermentacji). Ogólna ilość wydzielonych gazów wynosiła 260,7 l, w tym 140 l  $\text{CO}_2$ ; na 1 kg suchej masy zakiszonych ziemniaków przypada 11,4 l gazów, w tym 6,1 l  $\text{CO}_2$ .



Rys. 1. Krzywe zmian temperatury, wartości pH, ogólnej ilości wydzielonego gazu i  $\text{CO}_2$  w czasie zakiszania ziemniaków parowanych

- temperatura kiszonki
- ..... temperatura pomieszczenia
- ..... wartości pH
- ogólna ilość wydzielonego gazu
- - - - ilość wydzielonego  $\text{CO}_2$

Początkowa wartość pH ziemniaków parowanych wynosiła 5,84 i obniżała się z chwilą wydzielania się gazów, dochodząc w połowie piątego dnia fermentacji do 4,26.

Dla zbadania przebiegu hydrolizy skrobi oznaczono zawartość cukrów w ziemniakach przed zakiszaniem i po zakończeniu fermentacji. Wyjściowa jego ilość w 115,8 kg ziemniaków wynosiła 1922,3 g, końcowa zaś 3461,5 g, przybyło więc 1539,2 g cukru.

Do stwierdzonego w ten sposób przyrostu ilości cukru należy dodać tę ilość glikozy, jaka powstała również z hydrolizy skrobi, lecz w procesie fermentacji została przetworzona na  $\text{CO}_2$ ; ilość jej, obliczona na podstawie ilości wydzielonego  $\text{CO}_2$ , wynosi 174,0 g. W ten sposób ogólny wzrost zawartości cukru wynosi  $1539,2 + 174,0 = 1713,2$  g, co stanowi 74,2 g w przeliczeniu na 1 kg suchej masy zakiszanych ziemniaków.

Należy przy tym pamiętać, że w procesie fermentacji pewna część węgla nie wydziela się w postaci  $\text{CO}_2$ , lecz pozostaje w innych produktach przemiany, jak kwasy mlekowy, octowy, masłowy oraz alkohol. Ponieważ przy powstawaniu tych związków ogniwem pośrednim była również glikoza, obliczona przez nas produkcja cukru ze skrobi tylko częściowo odzwierciedla niewątpliwie dużą wydajność tego procesu.

Celem dalszych badań była próba wyjaśnienia, pod wpływem jakich czynników przebiega proces hydrolizy skrobi. Można sądzić, że uczestniczą w nim: 1) enzymy tkankowe bulwy ziemniaka, 2) enzymy bakterii kwaszących i 3) kwasy organiczne powstające w procesie kiszenia. Próby obejmowały następujące kombinacje: 1) kiszenie ziemniaków parowanych bez żadnych dodatków; 2) kiszenie ziemniaków parowanych z dodatkiem toluenu; 3) kiszenie ziemniaków parowanych z dodatkiem kwasu mlekowego i 4) kiszenie ziemniaków parowanych z dodatkiem kwasu mlekowego i toluenu.

Pierwsza kombinacja miała na celu zbadanie przebiegu powstawania kwasów, stwierdzenie procesu hydrolizy skrobi oraz obserwacje nad jego szybkością. Dodatek toluenu w drugiej kombinacji miał za zadanie zahamowanie procesów mikrobiologicznych: stwierdzenie w tym wypadku procesu hydrolizy skrobi wskazywałoby, że przebiega on nie tylko pod działaniem enzymów bakterii kwaszących, lecz także pod działaniem enzymów tkankowych bulwy ziemniaka. W trzeciej kombinacji chodziło o stworzenie w zakiszonych ziemniakach od razu środowiska silnie kwaśnego dla zahamowania rozwoju mikroflory. Powstawanie cukru w tych warunkach mogłoby potwierdzić słuszność twierdzenia Zubrilina o scukrzaniu skrobi pod wpływem kwasów organicznych, gromadzących się w czasie kiszenia\*. Wreszcie czwarty wariant był kombinacją drugiego i trzeciego; miał on na celu również sprawdzenie scukrzania skrobi pod działaniem kwasu mlekowego.

Ziemniaki we wszystkich czterech modyfikacjach zostały zakiszone w naczyniach kamionkowych o pojemności 40 l. W ciągu 5 tygodni co cztery dni pobierano próbki do analiz mikrobiologicznej i chemicznej. Określano ogólną liczbę bakterii, bakterii mlekowych mezo i termofilnych, proteolitycznych, masłowych, miano *Coli*, ilość drożdży i pleśni. Analiza chemiczna obejmowała oznaczenia zawartości suchej masy, kwasów, cukrów oraz pH kiszonki.

Przebieg procesów w poszczególnych wariantach był następujący:

1. Po załadowaniu ziemniaków parowanych do zbiornika następuje intensywny wzrost liczby bakterii, któremu towarzyszy wzrost zawartości cukru. Cukier ten jest przerabiany na kwasy, w wyniku czego ob-

\*) A. Zubrilin, E. Miszustin, W. Charczenko, *Kiszonki*, Warszawa 1952, s. 37.

niza się pH. Wzrost kwasowości hamuje rozwój mikroflory, najpierw bakterii proteolitycznych, masłowych i Coli, a następnie bakterii mlekowych. Po zakończeniu fermentacji zawartość cukrów i pH utrzymują się na jednakowym poziomie.

2. Dodatek 5% toluenu do zakiszanych ziemniaków nie stworzył środowiska jałowego. Na początku obserwacji w 1 g kiszonki było około 10 tys. bakterii, następnie liczba ich stale wzrasta dochodząc pod koniec obserwacji do 20 tys. Kwasowość kiszonki utrzymywała się na jednakowym poziomie. Zaobserwowano bardzo nieznaczny wzrost zawartości cukru, który mógł być wynikiem działalności bakterii.

3. W ziemniakach zakiszonych z dodatkiem kwasu mlekowego (zakwaszenie do pH 3,88) zawartość cukru i pH utrzymywały się od początku na tym samym poziomie. Brak wzrostu zawartości cukru wskazuje, że dodany kwas mlekowy nie powoduje hydrolizy skrobi.

4. Podobne wyniki otrzymano przy zakiszaniu ziemniaków parowanych z dodatkiem toluenu i kwasu mlekowego: w ciągu 34-dniowej obserwacji nie stwierdzono wzrostu ilości cukru.

Przeprowadzone doświadczenia pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. W procesie kiszenia skrobia ulega hydrolizie na cukry proste.
2. Proces ten odbywa się pod działaniem enzymów bakterii kwaszących.
3. Kwasy organiczne, powstające w procesie kiszenia, nie biorą udziału w hydrolizie skrobi.