

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА В'ЯЗКІСТЬ ЖИТНЬОГО СУСЛА

С.Т. Олійнічук, д. т. н.,
зав. відділу технології продуктів бродіння
Інститут продовольчих ресурсів НААН

Н.В. Процан, зав. відділу
технології продуктів бродіння і мікробного синтезу,

Л.В. Ткаченко, к. т. н., с. н. с.,
ДНУ «УкрНДІспиртбіопрод»

У статті наведено результати досліджень щодо впливу технологічних факторів на в'язкість житнього сусла під час підготовки його до спиртового зброджування. Показано результати досліджень та визначено оптимальні технологічні параметри (ступінь подрібнення зерна жита, температуру і тривалість гідро-ферментативного оброблення замісу). Доведено, що визначені технологічні фактори мають суттєвий вплив на реологічні показники житнього сусла і дають змогу покращити роботу ферментів α -амілазної дії та інтенсифікувати процес гідро-ферментативного оброблення, що підтверджують показники дозрілої бражки.

Ключові слова: в'язкість, дозріла бражка, житнє сусло, жито, заміс

IMPACT OF TECHNOLOGICAL FACTORS ON VISCOSITY OF RYE WORT

S. Oliynichuk, D-r of Sciences, Technics,
head of the Fermentation Products Technology Department,
Institute of Food Resources of NAAS,

N. Protsan,
Head of the Fermentation Products Technology and Microbial Synthesis Department,

L. Tkachenko, Ph. D., Technique,
State Scientific Institution Ukrainian Research Institute for Alcohol and Biotechnology
of Food Products

The results of research of technological factors influence on viscosity of rye wort during preparation of him to spirit fermentation are given in the article. Also optimal technological parameters (degree of growing of grain of rye, temperature and duration of hydro-enzymatic of premix) are ascertained. It is proven that certain technological factors have substantial influence on the rheological parameters of rye wort and give an opportunity to improve work of enzymes of α - amylase action and intensify the process of hydro-enzymatic treatment, this being confirmed by the parameters of mature wort.

Key words: mature wort, rye, rye wort , viscosity, wort

Аналіз стану спиртової галузі України окреслює перед науковцями та промисловістю, особливо за умов ринкової економіки, нові завдання. У першу чергу, це завдання розроблення і впровадження принципово новітніх та ефективних технологічних прийомів, які будуть забезпечувати зниження енерговитрати та сприятимуть економії ресурсів з метою зниження собівартості кінцевої продукції [1].

Провідне місце серед сировини, що переробляється на спирт, належить зерновим культурам. Крохмаль основних зернових культур (пшениця, жито, тритикале, кукурудза) досить суттєво відрізняється за розмірами та формою крохмальних гранул, що впливає на процес їх взаємодії з ферментами у процесі конверсії крохмалю у спирт етиловий [2]. Саме тому, під час низькотемпературного оброблення крохмалю потрібно розробляти

ефективні технологічні параметри для кожної окремої зернової культури. За діючою технологією гідро-ферментативного оброблення крохмалевмісної сировини температура гідролізу крохмалю однакова для усіх культур.

На відміну від пшениці та кукурудзи, жито – сировина, що важко зброджується, а це пов'язано зі значною кількістю некрохмальних поліцукрів, зокрема, геміцелюлоз та слизових гумі-речовин, які погіршують реологічні властивості житнього сусла під час розварювання, підвищують в'язкість замісу, негативно впливають на фізіологічний стан дріжджів під час дріжджогенерування та зброджування. Більша частина цих речовин під час класичного перероблення сировини залишається не прогідролізованими, і лише близько 25% можуть бути прогідролізовані під дією цитолітичних ферментів з утворенням речовин, які розчиняються у воді [3].

Важливою особливістю жита є наявність у його складі значної кількості слизу – від 2,5 до 7,4% до сухої речовини. Слиз житнього зерна представляє собою полісахариди, які під час кип'ятіння, за присутності кислот (гідролізі), утворюють, головним чином, пентози, такі як арабіноза та ксилоза. Також, до складу слизу входять глюкоза (20%) і невелика кількість фруктози [4]. Найбільше його знаходиться у периферійній частині зерна, а ближче до центру зерна вміст слизових речовин зменшується майже у 2 рази. Але, у той же час, відносна в'язкість слизу у центральних частинах у 50 раз вище, ніж слизу, який виділений із периферійних частин зерна. Слизові речовини жита багаті пентозанами, які, у основному, представлені арабаноксиланами [5,6,7]. Слизові речовини зерна жита дуже гідрофільні: за кімнатної температури легко набухають і розчиняються, утворюючи в'язкі желеподібні розчини. Наявність у цих речовинах розгалуженої арабаноксиланової фракції сприяє утворенню стійких комплексів з білковими речовинами, що підвищує в'язкість водно-борошневих суспензій, а це, у свою чергу, призводить до погіршення реологічної характеристики житньої маси під час виробництва спирту.

Тому, актуальним завданням для науковців є дослідження впливу технологічних факторів на в'язкість житнього сусла під час підготовки його до спиртового зброджування і визначення оптимальних параметрів процесу для зниження в'язкості житнього сусла.

Мета дослідження – встановлення впливу технологічних факторів на показник в'язкості житнього сусла під час підготовки його до спиртового зброджування.

Матеріали і методи дослідження. Об'єктами дослідження були: жито, ферментні препарати (ФП) фірми «Даніско»: альфа-амілазної дії – ФП Амілекс 3Т і Термаміл СЦДС та глюкоамілазної дії – ФП Діазим Х4, заміс, житнє сусло, дозріла бражка; процеси приготування замісу, гідро- ферментативного оброблення та спиртового зброджування. Під час проведення досліджень використовували жито, яке характеризувалося такими показниками: вологість – 12,71%, крохмалистість – 56,78%, засміченість – 0,74%.

Під час досліджень використовували помели (жито подрібнювали на лабораторному млині), ступінь подрібнення яких характеризувався 75%, 85 % і 95%-ним проходом крізь сито з діаметром отворів 1 мм. Заміси готували із використанням помелу і води за гідромодулем «1:3» та внесенням ФП α -амілазної і глюкоамілазної дії із розрахунку 1 од. та 6 од. на 1 грам крохмалю, відповідно.

Процеси розварювання проводили наступним чином: заміси витримували впродовж 40 хв. за температури $(45 \pm 1)^{\circ}\text{C}$; розварювання замісу проводили впродовж 60 хв. за температури, яка знаходилась у межах від $(65 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ до $(95 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ з інтервалом 10°C ; оцукрювання розварених замісів проводили за температури $(58 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ впродовж 60 хв. У процесі досліджень визначали показник в'язкості розвареного житнього сусла.

Зброджування проводили з використанням дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* термотолерантного штаму XII-Т за температури $(30 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ впродовж 72 годин . Показники дозрілих бражок визначали згідно методик, прийнятих у спиртовій галузі [8].

Результати та їх обговорення. Ефективність перероблення будь-якої крохмалевмісної сировини залежить від трьох взаємозв'язаних технологічних стадій: подрібнення зерна, розчинення і оцукрення крохмалю та культивування дріжджів.

Одним із основних показників початкового етапу технології приготування зернових замісів є ступінь подрібнення зерна. Чим тонший та більш однорідний помел, тим менші витрати на його подальше перероблення. Зокрема, від ступеня помелу зерна залежать такі параметри технології, як: гідромодуль «зерно:вода» під час приготування зернових замісів, температура та тривалість водно-теплого оброблення.

У результаті фізико-хімічної деструкції високомолекулярних речовин змінюються їх фізичні властивості, зменшується молекулярна маса, змінюється розчинність, прискорюються хімічні реакції за участю усіх речовин та їх складових.

За діючим регламентом якість подрібнення зерна визначається за ступенем розділення помелу на ситі з діаметром отворів 1,0 мм без урахування однорідності помелу, що є вирішальним фактором для його водно-теплого оброблення. Фракційний склад помелів розрізняється за ступенем дисперсності. У кожній фракції містяться часточки, що відрізняються за розміром. Для кожної фракції помелу з метою скорочення втрат необхідний свій водно-тепловий режим. На практиці це реалізувати складно. За температури не вище 100⁰С відбувається неповне розчинення крохмалю, який міститься у грубо-дисперсних фракціях. З метою скорочення технологічних втрат та зниження тепло-енергозатрат необхідно одержати помел з високим ступенем дисперсності та однорідності.

Тому, визначення оптимального ступеня подрібнення жита в умовах низькотемпературного розварювання є актуальним з метою забезпечення необхідного гідролізу крохмалю, регламентних показників дозрілої бражки і нормативного виходу спирту з тонни умовного крохмалю.

У табл. 1 наведено показник в'язкості житніх замісів, які були приготовлені з використанням, різних за ступенем, помелів з подальшим їх розварюванням за різних температур.

Таблиця 1

Реологічна характеристика житніх замісів

Температура розварювання житніх замісів, ⁰ С	Показник в'язкості, сПз		
	прохід крізь сито з діаметром отворів 1 мм, %		
	75	85	95
65±1	1267	989	543
75±1	1656	1417	746
85±1	2940	1295	532
95±1	3126	1443	511

За одержаними даними можна зробити висновок, що показник в'язкості розвареного замісу суттєво залежить від якості помелу та температури розварювання замісу. Так, показники в'язкості розварених замісів були найбільшими у варіантах, у яких використовували помел, який за ступенем подрібнення характеризувався 75%-им проходом крізь сито з діаметром отворів 1 мм і найменшим – у варіантах, у яких використовували помел, який за ступенем подрібнення характеризувався 95%-им проходом.

Слід зазначити, що під час розварювання замісів за температур (65±1)⁰С показник в'язкості, також, був найменшим у порівнянні з показниками в'язкості замісів, які були одержані під час розварювання за більш високих температур.

Збільшення в'язкості замісів, розварювання яких проводили за температур вище (65±1)⁰С, можна пояснити тим, що 95%-ий помел характеризується більшою однорідністю за розмірами частинок і крохмаль майже повністю переходить у розчинний стан, що, у свою чергу, сприяє максимальній взаємодії ферментів з крохмалем, внаслідок чого

знижується в'язкість замісів. У той же час, з метою максимального гідролізу крохмалю під час розварювання замісів, які були приготовлені із помелів, що характеризуються 75%-им 85%-им проходом крізь сито з діаметром отворів 1 мм, температуру оброблення необхідно підвищувати до $(95 \pm 1)^{\circ}\text{C}$.

Таким чином, можна зробити висновок, що під час розварювання житніх замісів, які були приготовлені з використанням помелів, що характеризуються 95%-им проходом крізь сито з діаметром отворів 1 мм, за температур $(65 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ та $(95 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ показник в'язкості на стадії розварювання був майже однаковим і становив 543 сПз та 511 сПз, відповідно.

Але слід зазначити, що зерно жита містить багато водорозчинних вуглеводів і під час розварювання за температури $(95 \pm 1)^{\circ}\text{C}$, за причини переварів, спостерігається утворення карамелей, а це приводить до втрат речовин, що зброджуються.

Тому, було проведено дослідження, щодо підтвердження оптимальних технологічних параметрів під час гідро-ферментативного оброблення житніх замісів на показники дозрілої бражки. Під час досліджень використовували помел жита, який характеризувався 95%-вим проходом крізь сито з діаметром отворів 1 мм. Результати досліджень дозрілої бражки, яка була одержана за різними варіантами розварювання житнього суслу, наведено у таблиці 2.

З даних таблиці 2 видно, що найбільший вміст спирту 7,7 об.% було одержано у варіантах, де температура розварювання крохмалю жита становила 65°C , при цьому кількість нерозчиненого крохмалю становила 0,23%. По мірі підвищення температури гідро-ферментативного оброблення з 75°C до 95°C , вміст спирту у дозрілій бражці зменшувався до 7,6 об.%.

Таблиця 2

Показники дозрілої бражки

Назва показника	Варіанти температур			
	65°C	75°C	85°C	95°C
pH, од.	4,5	4,3	4,2	4,7
Кислотність, град.	0,50	0,58	0,70	0,53
Вміст спирту, об.%	7,7	7,65	7,6	7,6
Кількість незброджених вуглеводів, г/100 см ³ :				
- загальні	0,86	0,89	1,00	0,95
- розчинні	0,60	0,61	0,60	0,71
- нерозчинений крохмаль	0,23	0,25	0,36	0,22

Таким чином, можна зробити висновок, що найбільший ефект декстринізації крохмалю досягається за умови спільної дії концентрованих ФП і власних ферментів зерна за температури 65°C , але вже за температур $85-95^{\circ}\text{C}$, які є оптимальними для термостійких ФП α -амілазної дії, власні ферменти жита інактивуються і збільшення температури розварювання житнього замісу приводить до руйнування цукрів і, як наслідок, до втрат цукрів, що зброджуються.

Висновки

У результаті проведених досліджень визначено вплив технологічних факторів на в'язкість житнього суслу під час підготовки його до спиртового зброджування.

Визначено оптимальні технологічні параметри, за яких показник в'язкості розвареного житнього суслу є меншим і становить 543 сПз, а саме: помел повинен характеризуватися 95%-вим проходом крізь сито з діаметром пор 1 мм і температура розварювання повинна становити $(65 \pm 1)^{\circ}\text{C}$.

Доведено, що визначені технологічні фактори мають суттєвий вплив на реологічні показники житнього суслу, дають змогу покращити роботу ферментів та інтенсифікувати

процес гідро-ферментативного оброблення житнього суслу, що підтверджують показники дозрілої бражки за вмістом спирту.

Література

1. Шиян, П. Л. Інноваційні технології спиртової промисловості. Теорія і практика [Текст] : моногр./ П. Л. Шиян, В. В. Сосницький, С. Т. Олійнічук. – К.: ВД «Асканія», 2009. – 424 с.
2. Технологія спирту / В.О. Марінченко, В.А. Домарецький, П.Л. Шиян та ін.; ред. В.О. Марінченка. – Вінниця: Поділля-2000, 2003. – 496 с.
3. Корольков, И.И. Перколяционный гидролиз растительного сырья / И.И.Корольков – М.: Лесная пром-сть, 1978. –216 с.
4. Петрухин, И.В. Корма и кормовые добавки/ И.В. Петрухин. – М.: Росагропромиздат, 1989. –158 с.
5. Воробьёва, Г.И. Сравнение продуктов из пшеничных и ржаных отрубей/ Г.И.Воробьёва, В.И. Сушкова // Комбикорма. – 2001. – №7. –С.15-19.
6. Сушкова, В.И. Исследование оптимальных параметров процесса сернокислотного гидролиза некондиционного зерна / В.И. Сушкова, А.В. Баранова // Химическая технология. – 2004. – №1. –С. 87-93.
7. Сушкова, В.И. Оптимизация режимов переработки водной пульпы отрубей на кормовую белковую добавку / В.И. Сушкова // Кормопроизводство. – 2004. – №2. – С. 91-96.
8. Польшалина, Г.В. Технохимический контроль спиртового и ликероводочного производства / Г.В. Польшалина. – М.: Колос, 1999. –316 с.