

РОЛЬ ДРІЖДЖІВ У ВИРОБНИЦТВІ ПИВА

Кошова Валентина Миколаївна,

к.т.н., професор

Козловська Наталія Ярославівна,

студентка ТБ-4-8

Пархоменко Анастасія Михайлівна,

магістрант

Національний університет харчових технологій

м. Київ, Україна

Вступ. Пиво є продуктом біохімічної діяльності дріжджів. Численні реакції, що відбуваються у дріжджовій клітині під час головного бродіння і доброджування каталізуються великою кількістю ферментів [1].

Основними вимогами до пивних рас дріжджів є їх висока швидкість зброджування цукрів сусла, утворення пластівців, освітлення пива під час бродіння та надання йому чистого смаку і характерного приємного аромату.

Однією з найважливіших тенденцій розвитку пивоварної галузі в даний час є збільшення асортименту пива і підвищення його якості. Основні задачі оптимізації технології приготування пива шляхом вдосконалення мікробіологічних процесів його виробництва.

Пивні дріжджі – це одноклітинні найпростіші, які відносяться до спороутворюючої групи дріжджів, які розрізняють дві великі підгрупи культурних пивоварних дріжджів, які принципово відрізняються своєю поведінкою *Sac. cerevisiae* (дріжджі верхового бродіння) і *Sac. carlsbergensis* (дріжджі низового бродіння).

Дріжджі низового бродіння або низові дріжджі отримали свою назву через здатність осідати в кінці бродіння на дно бродильного апарату у вигляді пластівців. Пиво, отримане з їх участю, назвали пивом низового бродіння.

Верхові дріжджі, під час бродіння піднімаються на поверхню сусла що бродить і утворюють густу піну, яка періодично видаляється. До кінця головного бродіння ці дріжджі не осідають і продовжують розмножуватися,

тому їх назвали верховими дріжджами, а пиво отримало назву верхового бродіння. Однак при використанні сучасних технологій при отриманні пива верхового бродіння ця ознака відсутня: дріжджі в кінці бродіння осідають на дно апарата [2].

Мета роботи. Дослідити і підібрати вплив цитрату цинку та комплексу мікроелементів на життєдіяльність пивоварних дріжджів. Для виконання цієї науково-дослідної роботи були поставлені наступні завдання:

- визначити кількість клітин млн/1 см³ клітин пивного суслу і тривалість культивування;
- визначити кількість мертвих клітин і вгодованих (по глікогену);
- визначити динаміку зміни видимого екстракту під час бродіння;
- визначити фізико-хімічні показники готового пива.

Матеріали та методи. Для досліджень використовували сильнозброджувальну 11 расу, за контроль брали 11-% світле пивне сусло, а цитрат цинку задавали у кількості від 0,1 до 0,4 мг/дм³ із кроком 0,05. Всі фізико-хімічні показники в готовому пиві визначали за методами прийнятими в пивоварній промисловості [3].

Для розведення чистої культури в лабораторії розпочинали з пробірки на 5 см³ суслу, в якій вже знаходилася колонія пивоварних дріжджів, подальше розмноження проходило таким чином, що вміст колби переливається на стадії високих завитків в наступну колбу, з об'ємом в 10 раз більшим ніж у попередньої колби. Починаючи з об'єму 10 дм³ застосовують металеві ємності – колби Карлсберга. Подальше розведення дріжджів проходить на виробництві у пропагаторах або апаратах чистої культури (АЧК), де розмноження дріжджів відбувається до необхідної кількості достатньої для внесення в ЦКБА.

Бродіння – складний процес біохімічного перетворення речовин живильного середовища на нові продукти під дією ферментів пивних дріжджів. Продукти, що утворилися, набувають інших якостей, стають смачнішими і ароматнішими, а мікроорганізми набирають все необхідне для свого розвитку і за рахунок цього набирають свою біомасу.

Бродіння проходить в два етапи:

- головне бродіння;
- доброджування [1].

Результати і обговорення. Першим етапом досліджень було визначення кількості цинку у формі цитрату та його вплив на розброджувальну здатність дріжджової клітини. Накопичувальну біомасу дріжджів відсепарували і задали 25 млн клітин/1 см³ у колби із стерильним сушлом в області вогню та різну концентрацію цинку у формі цитрату від 0,1 до 0,4 мг/дм³. Досліджувані зразки помістили у термостат, температура 30 °С на 24 години, для культивування. Після трьох годин культивування з кожного зразка відбирали по 5 см³ зброженого сусла в мірну колбу на 100 см³ і доводили до мітки. Відібрану пробу мікроскопіювали на камері Горяєва зі збільшенням об'єктиву x40, визначали загальну кількість дріжджових клітин та брунькуючих. Потім через кожних дві години відбирали проби і досліджували те саме. Через 24 години культивування завершили. Отримані дані мікроскопіювання наведені в табл. 1.

Виходячи з отриманих даних видно, що на третю годину культивування кількість млн клітин в 1 см³ склав на 14,3 % менше порівняно із зразком, вміст цинку в якому 0,10 мг/дм³. Із збільшенням концентрації цинку відсоток різниці між зразками і контролем зменшується у другому зразку на 11,1 %, для третього – 7,9 %, а при концентрації 0,30-0,40 мг/дм³ відбувається інгібування дріжджової клітини, внаслідок чого уповільнюється розмноження. На п'яту годину в зразку номер 1 на 5,6 % краще відбувалося розмноження, в зразку 2 розмноження стало на рівні з контролем. В зразках 0,20-0,40 мг/дм³ уповільнювалося розмноження, інгібуючи концентраціями дріжджову клітину. На сьому годину зразок 1 продовжував краще розброджуватися на 20,2 % порівняно з контролем, зразок 2 і 3 на 6 % містив більше дріжджових клітин ніж у контролі. Після дев'ятої години культивування зразок 1 не втрачав активності, а тільки нарощував її, різниця між контролем склала 31 % краще ніж у контролі.

Таблиця 1

**Зміна приросту дріжджових клітин впродовж культивування з
вмістом цинку 0,1-0,4 мг/дм³**

Вміст цинку у формі цитрату в суслі, мг/дм ³	Кількість клітин, млн/1 см ³				
	Тривалість культивування, год				
	3	5	7	9	24
Контроль, чисто солодове сусло	63	106	148	160	186
0,10	72	112	178	218	267
0,15	70	104	163	204	210
0,20	68	98	157	189	198
0,25	64	95	123	153	186
0,3	53	81	113	150	166
0,35	44	78	109	136	154
0,40	42	75	100	118	132

На кінець культивування дріжджів дослідний зразок 1 склав на 43,5 % більше дріжджових клітин порівняно з контролем. Зразки 2 і 3 були на 12,9 % і 6,4 % більше порівняно з контролем, а зразок 4 був на рівні з контролем. З отриманих результатів впродовж всього терміну культивування найкращу кількість приросту дріжджових клітин склав зразок №1 з кількістю 0,10 мг/дм³ цитрату цинку.

Подальші дослідження проводилися для визначення вгодованості (по глікогену) та кількості мертвих клітин і впливу цитрату цинку та комплексу мікроелементів на комплексні показники пивоварних дріжджів. До комплексу мікроелементів входили інші макро і мікроелементи, які мають позитивний вплив на дріжджову клітину, які задавалися у кількості 0,05-0,10 мг/дм³, цитрат цинку задавався у кількості 0,10-0,30 мг/дм³. Результати досліджень наведені в табл. 2.

**Вплив цитрату цинку та комплексу мікроелементів на якісні
показники пивоварних дріжджів**

Зразок	Кількість брунькуючих клітин, %	Вгодованість по глікогену, %	Мертві клітини, %
Контроль, чисто солодове сусло	18	50	1,5
0,10 мг/дм ³ цитрату цинку	27	55	1,8
0,20 мг/дм ³ цитрату цинку	23	61	2,1
0,30 мг/дм ³ цитрату цинку	21	58	2,4
0,05 мг/дм ³ комплексу мікроелементів	25	63	1,7
0,05 мг/дм ³ комплексу мікроелементів	21	59	2,1

Отримані результати дають можливість зробити висновок, що дріжджі по всім якісним показникам відповідають нормам і придатні для подальшого використання. Цитрат цинку та комплекс мікроелементів покращили процес бродіння, а кількість мертвих клітин знаходиться у межах норми. Зразок 1 і 4 мають найкращі показники, крім мертвих клітин порівняно з контролем. По вгодованості та здатності спостерігаємо таку ж залежність, чим більше брунькуючих клітин, тим менше вгодованість клітини. Такий факт можна пояснити тим, що цитрат цинку та комплекс мікроелементів, які використовували, як один із способів мінерального підживлення середовища, діють на дріжджову клітину як активатори і підвищують бродильну здатність дріжджів. Це спостерігалось в лабораторії і визначалося по кількості виділеного при бродінні діоксиду вуглецю та по зміні кількості виділеного екстракту, що позитивно впливає на скорочення тривалості головного бродіння на 1-2 доби залежно від сорту пива. Після встановлення оптимальної кількості комплексу мікроелементів та цитрату цинку, які підвищують бродильну активність дріжджів, їх використовували в лабораторних умовах для приготування пива за класичною технологією.

Перед бродінням у зразки пивного сусла із вмістом сухих речовин 11 % задавали цитрат цинку від 0,10 до 0,30 мг/дм³ та комплекс мікроелементів 0,05-0,10 мг/дм³ і поставили на головне бродіння, під час якого спостерігали за зміною видимого екстракту, результати досліджень наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Зміна видимого екстракту під час головного бродіння

Зразок	Доба бродіння						
	СР початкового сусла, %	1	2	3	4	5	6
Контроль, чисто солодове сусло	11	10	8,2	7,3	6,4	6	5,4
0,10 мг/дм ³ цитрату цинку	11	9	7,2	6,4	5,6	5	4,4
0,20 мг/дм ³ цитрату цинку	11	9,2	7,6	6,8	6	5,4	5
0,30 мг/дм ³ цитрату цинку	11	9,2	7,8	6,9	6	5,6	5
0,05 мг/дм ³ комплексу мікроелементів	11	9	7,2	6,5	5,8	5,2	4,5
0,10 мг/дм ³ комплексу мікроелементів	11	9,2	7,8	6,9	6,2	5,8	5,4

Як видно з табл. 3, після 1 і 2 доби бродіння зразки 1 і 4 на 10 % більше збродили екстракту, ніж контрольний зразок. Теж саме і на 6 добу головного бродіння, на 10-11 %. В зразках 2, 3 і 6 результати також були кращими, порівняно з контролем. З цього можна зробити висновок, що процес головного бродіння можна скоротити на 1 добу, не 7 діб, а достатньо 6 діб.

Подальші дослідження проводилися із готовим пивом. Після зняття дріжджів зразки поставили на доброджування при температурі 2 °С, яке проводили протягом 7 діб. В готовому пиві визначали фізико-хімічні показники [3].

З даних табл. 4 можна зазначити наступне: використання мінерального живлення покращує видимий ступінь зброджування при використанні цитрату цинку на 19,5 % (зразок 1) та на 13,3 % для зразка 4 за рахунок чого збільшується і масова частка спирту. Показники готового пива для всіх зразків відповідають вимогам стандарту на пиво.

Таблиця 4

Фізико-хімічні показники готового пива

Зразок	Вміст, %		Ступінь зброджування, %		Кислотність, см ³ 1 моль/дм ³ розчину NaOH на 100 см ³ пива
	Дійсний екстракт	Масова частка спирту	Видимий	Дійсний	
Контроль, чисто солодове сушло	3,8	3,4	65,40	58,20	4,5
0,10 мг/дм ³ цитрату цинку	2,4	3,9	79,19	67,23	4,0
0,20 мг/дм ³ цитрату цинку	2,6	3,7	76,23	65,46	4,3
0,30 мг/дм ³ цитрату цинку	2,8	3,6	74,5	63,64	4,3
0,05 мг/дм ³ комплексу мікроелементів	2,5	3,9	77,28	68,19	4,2
0,10 мг/дм ³ комплексу мікроелементів	3,2	3,5	70,91	61,82	4,0

Висновки.

1. Використання цитрату цинку у кількості 0,10 мг/дм³ покращує бродильну здатність пивоварних дріжджів.

2. Використання цитрату цинку у кількості 0,10 мг/дм³ та комплексу мікроелементів 0,05 мг/дм³ покращують бродильну активність та мають найкращі показники, крім мертвих клітин порівняно з контролем.

Список використаної літератури

1. Грегірчак Н.М. Мікробіологія галузі [Електронний ресурс] : конспект лекцій для студентів напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» денної та заочної форм навчання / Н.М. Грегірчак – К. : НУХТ, 2014. – 171 с.
2. Кунце В. Технология солода и пива / В. Кунце; пер. с нем. Г.В. Даркова, В.А. Калашникова, А.М. Калашников и др. – СПб. : Профессия, 2001. – 312 с.
3. Мелетьев А.Є. Технохімічний контроль солоду, пива та безалкогольних напоїв: підруч. / А.Є. Мелетьев, С.Р. Тодосійчук, В.М. Кошова – Вінниця, «Нова книга», 2007. – 392 с.