

SECTION 6. FOOD AND LIGHT INDUSTRY TECHNOLOGY

DOI: 10.46299/ISG.2024.MONO.TECH.4.6.1

6.1 Технологічні аспекти використання вівса у пивоварінні

Одним з основних завдань сучасного пивоваріння є пошук шляхів поліпшення якості пива, зниження його собівартості й розширення асортименту. Ці завдання можна вирішити завдяки розробленню технології нових сортів пива з використанням нетрадиційної сировини, що сприяє збагаченню пива корисними для організму людини речовинами.

Залежно від використовуваної сировини пиво поділяють на три категорії: пиво, приготовлене зі 100 % ячмінного солоду; пиво, приготовлене з використанням несолодженої сировини; пиво, приготовлене з використанням нетрадиційних видів сировини. У багатьох європейських країнах заміна до 40 % солоду несолодженими злаками дозволена законом і реалізується на практиці [170]. Серед традиційних і нетрадиційних зернових культур найбільш перспективне застосування має овес.

Характеристика вівса. У промисловості використовують півчастий (*Avena sativa*, *A. bisantina*, *A. abyssinica*, *A. strigoza*) і голозерний овес (*Avena sativa* L.). Особливістю голозерних форм вівса є відсутність жорстких квіткових плівок, міцно зв'язаних з поверхнею зернівки, що значно покращує його технологічні властивості. Плівки у голозерних форм м'які, не мають щільного зв'язку із зерном і практично повністю відокремлюються в процесі збирання зерна при його обмолоті, що сприяє скороченню технологічного процесу, зменшенню енергетичних витрат та збільшенню виходу готової продукції [171]. Овес півчастих сортів містить багато геміцелюлози й клітковини, що призводить до зниження виходу екстракту й підвищення грубої гіркоти пива.

Розподіл хімічних речовин за окремими складовими зерна вівса підпорядковується тим самим закономірностям, що й в інших злаках. Після

видалення плівок кількість целюлози в зерні істотно знижується, а відносний уміст крохмалю й жиру зростає [172].

Загальний вміст білка в зерні вівса відносно високий порівняно з іншими зерновими культурами й коливається від 7,4 до 24,5 % на суху речовину (табл.1) [173]. Білки вівса можна розділити на 4 основні групи: глобуліни (50-80 %), проламіни (4-15 %), альбуміни (1-12 %) і глютеліни (10 %).

Таблиця 1.

Хімічний склад зерна вівса та інших злаків

Види зернових культур	Вміст, % на суху речовину			
	білок	ліпіди	вуглеводи	харчові волокна
Овес плівчастий (нелущений)	7,4-16,2	2,2-9,2	53-66	20-38
Овес плівчастий (лущений)	10,5-24,5	3,1-15	62-75	7,8-12,2
Овес голозерний	14-19,5	8,3-11,4	69-72	8,6-12,1
Пшениця	13,5	2,3	67,7	12,1
Жито	10,2	2,0	63,9	16,1
Ячмінь плівчастий (лущений)	12,0	2,4	65,9	15,4
Кукурудза	10,5	4,3	71,9	9,4

Для пшениці, жита, ячменю та кукурудзи наведено усереднені значення

Вівсяний білок має вищий амінокислотний коефіцієнт засвоюваності, ніж білок пшениці, але нижчий, ніж білок сої та гороху [172]. Амінокислотний склад зерна вівса сприятливіший порівняно з іншими злаками завдяки підвищеному вмісту незамінних амінокислот – лізину, метіоніну, треоніну, тирозину, лейцину, валіну, фенілаланіну. Білок вівса авенін не містить імуногенних послідовностей, присутніх у білку пшениці гліадіні, тому люди з целиакією можуть вживати продукти, вироблені з вівса.

Вміст жирів у зерні вівса досягає 2,2-11 % на суху речовину. Зерно вівса має здатність накопичувати більше ліпідів в ендоспермі порівняно з іншими злаками [172]. Ненасичені жирні кислоти складають 80 % усіх жирних кислот, присутніх у зерні вівса, серед яких α -ліноленова (1-5 %), лінолева (24-48 %),

олеїнова (29-53 %), докозагексаєнова, ейкозапентаєнова та арахідонова кислоти є найбільш поширеними [172]. Серед насичених жирних кислот переважає пальмітинова кислота, що становить 21,4-22,7 % загальної кількості жирних кислот у вівсі.

Вміст крохмалю в зерні вівса нижчий порівняно з іншими злаками (табл. 1). Крім того, порівняно з іншими зерновими, вівсяний крохмаль має менший розмір зерен (гранул), вищий вміст амілози, високу в'язкість і водоутримувальну здатність. Завдяки цим характеристикам він широко використовується в харчових продуктах як загусник, гелеутворювач і засіб для покриття [172].

Розвиток продуктів харчування на основі вівса протягом останніх 30 років стимулювало зростання ринку функціональних продуктів харчування.

Зерно вівса є добрим джерелом харчових волокон, які важливі для підтримання правильного функціонування травної системи й організму в цілому [174]. Загальний вміст харчової клітковини в зерні вівса коливається від 1 до 30 % [172] і змінюється залежно від агрономічних умов, анатомічної будови зерна, товщини оболонки насіння й алеїронового шару, товщини клітинних стінок ендосперму, ступеня здерев'яніння оболонки насіння та того, до пливчастих чи голозерних сортів належить овес. Зерна злаків, піддані лущенню та розмелюванню, втрачають значну кількість частин, багатих клітковиною. Співвідношення між розчинними і нерозчинними фракціями клітковини також змінюється.

Зерно вівса є надзвичайно цінним джерелом розчинної клітковини, особливо (1-3)(1-4)- β -D-глюканів, вміст яких варіюється від 2 до 7,5 % [175]. Вівсяну камедь застосовують для зниження рівня холестерину в крові, ослаблення симптомів цукрового діабету, зниження артеріального тиску, профілактики серцево-судинних і онкологічних захворювань [175].

Зерно вівса є важливим джерелом багатьох мінералів, необхідних для здоров'я людини. Найважливіші макро- й мікроелементи, присутні в зерні вівса, охоплюють Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, P і K [172]. Ca і Mn в зерні вівса здебільшого містяться в алеїроновому шарі й ембріональному диску. P, K, Fe, Cu, Zn

накопичуються переважно в алейроновому шарі й зародку [172]. Зерна вівса багаті на вітаміни групи В: тіамін (вітамін В1), рибофлавін (вітамін В2), ніацин (вітамін В3) і пантотенову кислоту (вітамін В5) [172]. Крім того, овес містить вітамін Е, що має антиоксидантну функцію та допомагає захистити клітини від окисного пошкодження.

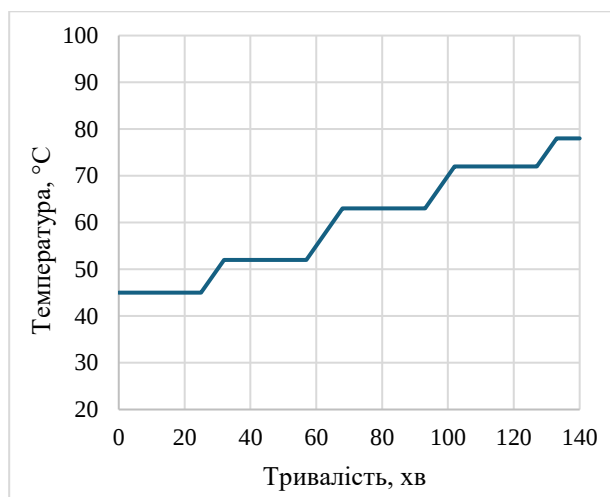
Зерно вівса також містить біологічно активні речовини, як-от фітостероли (ситостерол, кампестерол і стигмастерол), які здатні знижувати в крові рівень ліпопротеїнів низької щільності й зменшувати ймовірність розвитку атеросклерозу, лігнани (секоізолярициризини та матаїрезинол), які виявляють протипухлинні й антиоксидантні властивості, а також авенантраміди – фенольні сполуки, які містяться виключно в зерні вівса та виявляють протизапальну, антиоксидантну та нейропротекторну дію [172].

Крім того, овес є джерелом речовин, які мають кардіопротекторні властивості, зокрема фолату, магнію, вітамінів В6 і Е [176]. Зернові продукти з вівса можна споживати хворим на целіакію.

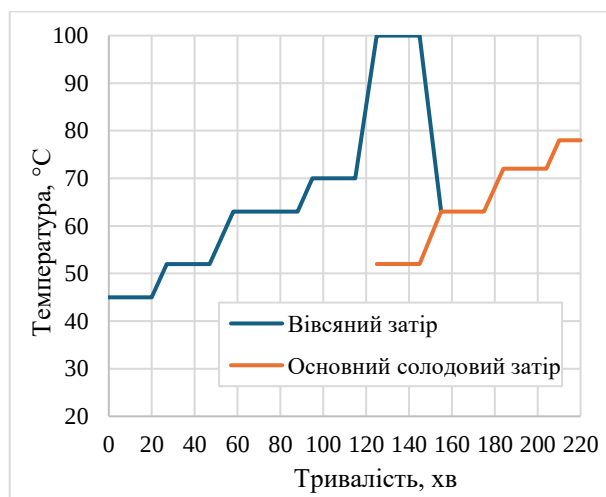
Використання вівса як несолодженої сировини в пивоварінні. Основною сировиною в класичній технології пива є ячмінний солод, отримання якого потребує значних витрат. Замінюючи частину солоду несолодженою сировиною, виробники вирішують подвійне завдання. З одного боку, заміна частини солоду сприяє зменшенню виробничих витрат і підвищенню рентабельності виробництва, а з іншого – додавання несолоджених зернових культур зумовлює формування смакових нюансів напою. Останнім часом у пивоварінні як несолоджену сировину використовують переважно ячмінь або рис, рідше пшеницю чи кукурудзу.

Використання вівса як несолодженої сировини дуже обмежене. Овес здебільшого застосовують для виробництва спеціальних сортів пива, прикладом яких може бути вівсяний стаут. Однак його введення до рецептури пива розкриває широкі горизонти для створення нових оригінальних сортів напою, оскільки овес надає пиву унікальних органолептичних характеристик і може використовуватися для виробництва безглютенового пива [177].

При розробленні режиму затирання потрібно враховувати технологічні властивості вівса. Температурний інтервал клейстеризації крохмалю вівса дещо нижчий (56,2-61,7 °C) [170], ніж у несолодженого ячменю, тому при використанні вівса може бути застосовано настійний метод затирання. Оскільки овес має високий вміст β -глюканів, затирання потрібно розпочинати за температури 45 °C, що є оптимальною для дії ферменту ендо- β -глюканази, наявного в ячмінному солоді. Гідромодуль затору має бути в межах 1:3-1:4. Враховуючи ці особливості, рекомендовано режим затирання солоду з додаванням несолодженого вівса настійним (інфузійним) способом з витримування температурних пауз, оптимальних для дії основних груп гідролітичних ферментів – цитолітичних, протеолітичних, амілолітичних (α - і β -амілаз), який представлено на рис. 1а.



а)



б)

Рисунок 1. Режим затирання ячмінного солоду з додаванням несолодженого вівса: а) настійним способом; б) одновідварним способом

Ефективність процесу затирання визначається тривалістю оцукрювання крохмалю, тривалістю фільтрування затору та виходом екстракту. Зі збільшенням кількості вівса у засипі від 10 до 50 % подовжується тривалість оцукрювання крохмалю [178]. Це пов'язано з тим, що для несолодженого вівса характерні дуже низькі/незначні рівні цитолітичної, протеолітичної та амілолітичної активності

ферментів порівняно з ячмінним солодом, оскільки саме під час солододорощення активуються наявні гідролітичні ферменти й синтезуються нові [170].

Зі збільшенням кількості вівса у засипі від 10 до 50 % зменшується вихід екстракту [178]. Проте заміна 10-40 % ячмінного солоду голозерним вівсом не призводить до зміни рівня екстракту [170].

З метою підвищення виходу екстракту на 6-7 % рекомендовано застосування декокційного способу затирання. Розроблений з урахуванням технологічних властивостей вівса режим затирання одновідварним способом представлено на рис. 16. Процес затирання вівсяного затору, приготовленого змішуванням усієї кількості подрібненого вівса та 1/3 кількості помелу ячмінного солоду за гідромодуля 1:3-1:4, розпочинають за температури 45 °С. Затір нагрівають з витримуванням відповідних температурних пауз до кипіння та кип'ятять упродовж 20-30 хв. У момент початку кипіння вівсяного затору в другому заторному чані розпочинають затирання основної частини солоду за температури 52 °С, яку витримують 15-20 хв. Після цього змішують основний затір з відваром, унаслідок чого температура заторної маси встановлюється в межах 63-64 °С. Далі затирання ведуть відповідно до встановленого режиму (рис. 16).

При збільшенні відсоткового відношення кількості вівса до засипу погіршується прозорість сусла, збільшується його в'язкість, утруднюється фільтрування. Для усунення цих недоліків при частці вівса у засипі 20 % і більше доцільне використання ферментних препаратів, дія яких спрямована на зниження в'язкості затору та збільшення виходу екстракту.

Сусло, отримане затиранням сировини, що складається із 40% вівса та 60% ячмінного солоду, має таке саме співвідношення між моно-, ди- та трисахаридами, як сусло, одержане при використанні 100 % ячмінного солоду.

При використанні несолодженого вівса отримують пиво з поліпшеними сенсорними властивостями. Смак і аромат такого пива є подібним, а в деяких випадках навіть кращим від пива, отриманого зі 100 % солоду [170]. Це пов'язано з тим, що вівсяне пиво містить у значно нижчих концентраціях 2-фурфурол та γ -

ноналактон (компоненти старіння), а також ацетальдегід, та має більший вміст естерів – етилацетату й ізоамілацетату [170]. При заміні 10 % солоду лущеним вівсом пиво має кращий смак і аромат від пива, отриманого з використанням несолодженого ячменю.

Використання вівсяного солоду в пивоварінні. Вівсяний солод може використовуватися у рецептурі пива як сортоутворювальний компонент.

Особливістю вівсяного солоду є підвищений вміст у ньому β -глюкану. Попри те, що під час солодоращення кількість β -глюкану в зерні знижується внаслідок дії комплексу ферментів β -глюканаз, активність яких зростає при пророщуванні злаків, вміст β -глюкану в солоді залишається досить високим. З огляду на це режим затирання вівсяного солоду повинен відрізнятися від режиму, який застосовують для ячмінного солоду.

Гідромодуль вівсяного затору через високу його в'язкість має становити 1:4. За температури затирання нижче 65 °C в'язкість затору зростає в багато разів. Це пов'язано з низькою температурою клейстеризації крохмалю вівса (55-60 °C) і недостатньою активністю ендо- β - й екзо- β -глюканази солоду. Тому затирання вівсяного солоду потрібно розпочинати за температури 65-67 °C, та для отримання високої концентрації мальтози витримувати затір за цієї температури щонайменше 60 хв. Тривалість оцукрювальної паузи за температури 72-73 °C через низьку активність α -амілази солоду має становити не менш ніж 30 хв. Режим затирання вівсяного солоду, розроблений з урахуванням його технологічних властивостей, наведено на рис. 2.

Не виявлено жодного негативного впливу застосування вівсяного солоду в кількості 10 % від засипу на перебіг технологічного процесу та якість кінцевого продукту у виробництві пива верхового бродіння порівняно з використанням 100 % ячмінного солоду [179]. За вищого вмісту вівсяного солоду (50 і 100 %) подовжується тривалість фільтрування затору, зменшується кількість утвореного суслу та вміст у ньому екстракту, отримане пиво містить менше спирту й має більшу кольоровість [179]. З огляду на це виникає потреба використання екзогенних ферментів.

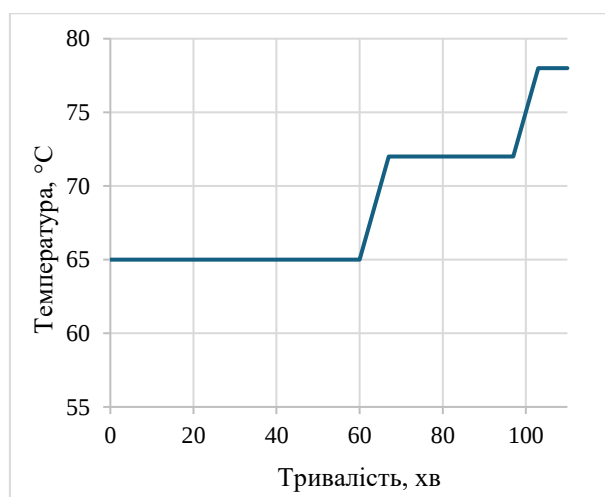


Рисунок 2. Режим затирання вівсяного солоду

Заміна ячмінного солоду вівсяним лише незначно впливає на вміст іонів, однак спричиняє, серед іншого, зниження рН, збільшення вмісту глюкози в суслі, а також підвищення кольоровості пива. Значних відмінностей у вмісті мальтози й мальтотріози між зразками пива немає. Процес бродіння суслу незалежно від частки вівсяного солоду перебігає без ускладнень [179].

Пиво, отримане зі 100 % вівсяного солоду, має ягідний смак і аромат. Як і пиво з додаванням несолодженого вівса, воно містить у значно менших кількостях 2-фурфурол, γ -ноналактон, ацетальдегід, та має більший вміст етилацетату й ізоамілацетату [177]. Ніжніший смак пива у разі поєднання вівсяного солоду та несолодженого вівса порівняно з пивом зі 100 % вівсяного солоду пов'язаний з нижчим рівнем естерів, вищих спиртів і етанолу та наявністю більш різноманітного профілю амінокислот [177].

Вівсяне пиво характеризується меншою стабільністю піни порівняно з пивом, отриманим з ячмінного солоду. Цю проблему можна розв'язати за допомогою стабілізаторів піни, зокрема препаратів, що містять пропіленглікольальгінат або пектин [180].

Останнім часом зростає зацікавлення споживачів безглютеновим пивом. Таке пиво виготовляється двома методами. Перший метод полягає у використанні класичної пивоварної сировини та видаленні глютену під час технологічного процесу, зокрема ферментативним шляхом. За такою технологією разом з

ячмінним солодом може перероблятися безглютенова несолоджена сировина, зокрема овес. Другий спосіб полягає у використанні безглютенового солоду, наприклад, виробленого з вівса. Безглютенове пиво, отримане зі 100 % вівсяного солоду, має цікавий смако-ароматичний профіль – смак, схожий на чорницю, малину або йогурт, та містить меншу кількість летких продуктів бродіння і карбонільних сполук, ніж ячмінне пиво [181].

Висновки. Зерно вівса є цінною та водночас недорогою сировиною, що може використовуватися в пивоварінні з метою заміни ячмінного солоду.

У роботі науково обґрунтовано режими затирання зернової сировини при заміні солоду несолодженим вівсом із застосуванням інфузійного й декокційного способів. Заміна ячмінного солоду вівсом у кількості до 20 % не потребує внесення змін до технологічного процесу, водночас отримують пиво з відмінним приємним смаковим тоном. При збільшенні частки несолодженої сировини до 40 % для забезпечення можливості виробництва пива доброї якості потрібне використання ферментних препаратів.

Також науково обґрунтовано режим затирання вівсяного солоду. Для збільшення виходу екстрактивних речовин і зменшення в'язкості затору доцільне перероблення грубого помелу солоду та використання ферментних препаратів. Пиво, приготовлене зі 100 % вівсяного солоду, має цікавий смако-ароматичний профіль – ягідний смак і аромат. Перспективним є використання вівсяного солоду для виробництва безглютенового пива.