

(19) C2 (11) 101633 (13) UA

(98) п/с 52, м. Київ-54, 01054
(85) 2010-05-29
(74) Гренчук Сергій Рудольфович, (UA)
(45) [2013-04-25]
(43) [2010-07-12]
(24) 2013-04-25
(22) 2008-10-29
(12) Патент України (на 20 р.)
(21) а201006379
(46) 2022-01-12

(86) 2008-10-29 PCT/EP2008/064627
(30) 07119465.8 2007-10-29 EP
(54) ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ ФЕРМЕНТОВАНОГО НАПОЮ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФЕРМЕНТИРОВАННОГО НАПИТКА PROCE
SS FOR PRODUCTION OF FERMENTED BEVERAGE
(56) GB 1424785 A, 11.02.1976 2 DE 2833589 A1, 21.02.1980 2 EP 0311330 A, 12.04.1989 2 US 4338348 A, 06.07.1982 2 US 4395431 A,
26.07.1983 2 EP 0363023 A, 11.04.1990 2 DE 10156829 A1, 08.05.2003 2 EP 0474892 A, 18.03.1992 2 UA 93007497 A, 25.12.1996 2
(71) BE АНХОЙЗЕР-БУШ ИНБЕВ С.А. BE АНХОЙЗЕР-БУШ ИНБЕВ С.А. BE ANHEUSER-BUSCH INBEV S.A.
(72) BE Адам П'єр Марі Фернанд BE Адам П'єр Марі Фернанд BE Adam, Pierre, Marie, Fernand BE Вандерхаген Барт
Марсель Пітер BE Вандерхаген Барт Марсель Питер BE Vanderhaegen, Bart, Marcel, Peter
(73) BE АНХОЙЗЕР-БУШ ИНБЕВ С.А. BE АНХОЙЗЕР-БУШ ИНБЕВ С.А. BE ANHEUSER-BUSCH INBEV S.A.

Изобретение относится к процессу получения минимальной концентрации $20 \cdot 10^{-6}$ кг/л изо- α -кислот в жидкой композиции, который предусматривает смешивание в воде натурального источника α -кислот и как минимум одного оксида металла, где натуральный источник α -кислот представляет собой не экстрагированный источник α -кислот. Изобретение также относится к использованию указанной жидкой композиции в процессе изготовления ферментированного напитка.

Винахід належить до процесу одержання мінімальної концентрації $20 \cdot 10^{-6}$ кг/л ізо- α -кислот у рідкій композиції, який передбачає змішування у воді природного джерела α -кислот і принаймні одного оксиду металу, де природне джерело α -кислот являє собою неекстраговане джерело α -кислот. Винахід також належить до використання зазначеної рідкої композиції в процесі виготовлення ферментованого напою.

A process for obtaining a minimum concentration of $20 \cdot 10^{-6} \text{ kg/L}$ of iso- α -acids in a liquid composition, said process being characterized by mixing in water: a natural source of α -acids; and at least one metal oxide.

1. Процес одержання мінімальної концентрації $20 \cdot 10^{-6}$ кг/л ізо- α -кислот у рідкій композиції, який **відрізняється** тим, що у воді змішують:

- природне джерело α -кислот; і
- принаймні один оксид металу,

де природне джерело α -кислот являє собою неекстраговане джерело α -кислот.

2. Процес за п. 1, де зазначену рідку композицію готують *in situ* перед її внесенням у сусло або у ферментований напій.

3. Процес за п. 1, де зазначений оксид металу вибирають із групи, що складається із оксиду лужноземельного металу та оксиду чорного металу.

4. Процес за п. 3, де зазначеним оксидом металу є MgO.

5. Процес за будь-яким із пп. 1-4, де оксид металу є наявним у кількості, що лежить в інтервалі між 0,05 кг і 0,8 кг оксиду металу на кілограм α -кислот.

6. Процес за будь-яким із пп. 1-5, який **відрізняється** тим, що воду гріють при температурі, що лежить в інтервалі між 60 і 110° C

7. Процес виготовлення ферментованого напою, який включає наступні стадії:

- готування затору;
- фільтрацію зазначеного затору та одержання сусла;
- кип'ятіння зазначеного сусла; і

- ферментацію зазначеного сусла та одержання ферментованого напою, який **відрізняється** тим, що рідку композицію, що містить ізо- α -кислоти, додають у зазначене сусло або у зазначений ферментований напій, і тим, що перед внесенням зазначеної рідкої композиції у сусло або ферментований напій зазначену рідку композицію готують *in situ* шляхом змішування у воді принаймні одного оксиду металу з природним джерелом α -кислот, визначеним як неекстраговане джерело α -кислот.

8. Процес за п. 7, де зазначену рідку композицію готують *in situ* перед її внесенням у зазначене сусло або в зазначений ферментований напій.

9. Процес за п. 7, де зазначений оксид металу вибирають із групи, що складається із оксиду лужноземельного металу та оксиду чорного металу.

10. Процес за п. 9, де зазначеним оксидом металу є MgO.

11. Процес виготовлення ферментованого напою за п. 7, який **відрізняється** тим, що кінцевий вихід перетворення α -кислот на ізо- α -кислоти складає принаймні 40%.

12. Пристрій для виготовлення ферментованого напою, який містить установку для затирання, засоби для відокремлення сусла із цієї установки та кип'ятіння зазначеного сусла і ферментаційну установку, який **відрізняється** тим, що додатково містить посудину, яка містить рідку композицію з мінімальною концентрацією $20 \cdot 10^{-6}$ кг/л ізо- α -кислот, одержану *in situ* шляхом змішування у воді природного джерела α -кислот і щонайменше одного оксиду металу, де природне джерело α -кислот являє собою неекстраговане джерело α -кислот.

ГАЛУЗЬ ТЕХНІКИ, ДО ЯКОЇ НАЛЕЖИТЬ ВІНАХІД

Даний винахід стосується процесу виготовлення напою під час броварного процесу, який включає у себе стадії:

- готування затору;
- фільтрації зазначеного затору та одержання сусла;
- кип'ятіння зазначеного сусла;
- охмеління зазначеного сусла шляхом внесення в нього хмелевої дробини до стадії кип'ятіння сусла або під час неї;
- ферментації зазначеного сусла та одержання ферментованого напою.

Винахід стосується також процесу одержання продукту, який має мінімальну концентрацію 20·10⁻⁶ кг/л ізо- α -кислот.

РІВЕНЬ ТЕХНІКИ

Броварний процес виготовлення класичного пива складається, як правило, з таких головних стадій:

- затирання солоду, при котрому здрібнений солод та несолоджені здрібнені зерна змішують з водою при наявності ферментів, які розкладають білки на пептиди та амінокислоти, а крохмаль - на здатні ферментуватися цукри (наприклад, глюкозу, мальтозу та мальтотриозу) і декстрини;

- фільтрації затору, при котрій розділяються рідка та тверда фази, де рідка фаза являє собою неохмелене сусло;

- охмеління сусла, при котрому в сусло вносять хмелеву дробину, що містить α -кислоти, які під час кип'ятіння сусла ізомеризуються, перетворюючись на ізо- α -кислоти, що відповідають за гіркоту пива;

- кип'ятіння сусла, в загальному випадку використовуване для стерилізації сусла, видалення небажаних летких сполук та екстрагування й ізомеризації гіркотних речовин хмелевої дробини, і для видалення шляхом денатурації надлишку білка. Ця стадія даного процесу триває 60-90 хвилин і є важливою для колоїдальної стійкості, оскільки таким чином отримується добре сформоване гаряче відшарування, що являє собою осаджений матеріал, який є дуже шкідливим для стійкості пива. Зазначене гаряче відшарування може видалятися шляхом декантації, центрифугування або за допомогою верпула;

- перед ферментацією - охолодження сусла до температури ферментації, насичення його киснем (із повітря або чистим киснем) і додавання дріжджів. У холодному суслі білки, поліфеноли та вуглеводи є схильними до взаємодії між собою та утворення субмікронних нерозчинних часток, що звуться "холодним відшаруванням";

- ферментації, котра являє собою перетворення дріжджами здатних ферментуватися вуглеводів на етанол, двоокис вуглецю та інші сполуки, що надають пиву специфічного характеру. На стадії ферментації відбувається адсорбція поліфенолів та інших ферментних сполук на поверхні дріжджових клітин;

- визрівання, яке в загальному випадку йде за стадією ферментації і під час якого попередник діацетилу перетворюється на діацетил, котрий в контакт з дріжджами відновлюється до ацетоїну;

- після стадії визрівання йде, як правило, охолодження пива до якомога нижчої температури, але не до замерзання (наприклад, -2 °C). Ця стадія холодного кондиціонування, яка зветься також "холодним старінням", є особливо чутливою до розвитку "холодного помутніння". Будь-яке підвищення температури може викликати поновне розчинення помутніння і, таким чином, повертати попередників помутніння до пива, не знімаючи при цьому небезпеки виникнення помутніння в подальшому;

- здатне осаджуватися холодне помутніння може видалятися із пива під час фільтрації пива або перед нею. Ця операція може здійснюватися простим видаленням всього або частини осадженого матеріалу, відомого серед броварів під назвою "purge" (промивка), шляхом переливання із баку в бак або шляхом центрифугування пива. При цьому для запобігання поновному розчинянню попередників помутніння дуже важливим є контроль температури;

- фільтрації - важливої та критичної операції, що надає кінцевому продукту привабливого вигляду і стійкості; для досягнення необхідної світлості пива із нього принаймні частково повинні бути видалені дріжджі, білки, частки холодного трубу та частки вуглеводів;

- розливу - завершальної стадії броварного процесу.

У броварному процесі хмелева дробина виконує декілька функцій. Передусім це саме вона надає пиву гіркого смаку та особливо запаху. Крім того, хмелева дробина змінює продуктивність дріжджів під час ферментації та робить певний внесок у текстуру пива. Хмелева дробина також має бактерицидні властивості, які захищають пиво від деяких біологічних забруднень, зменшує його спінювання під час кип'ятіння сусла та сприяє коагуляції білків під час цього кип'ятіння (The Brewer international. Vol. 3, випуску 1 січня 2003 р.).

Останнім часом через зростання цін на хмелеву дробину та її загальний дефіцит на світовому ринку існує потреба у зменшенні кількості цієї сировини, що використовується під час надання ферментованому напою гіркоти.

Відомо про додавання певних гіркотних засобів наприкінці броварного процесу після стадії ферментації. Але при цьому гіркотні засоби повинні мати високу чистоту, бути вже перетвореними на ізо- α -кислоти і в загальному випадку отримуються після декількох стадій очистки, які роблять готовність цих гіркотних засобів до використання більш витратною. Крім того, внесення гіркотних засобів наприкінці процесу позбавляє броварний процес тих переваг, які несе з собою хмельова дробина.

Відомо також про застосування ізомеризованих хмельових гранул, які отримуються шляхом помелу суцільної хмельової дробини і пресування її в сухі гранули з приблизно 2 % оксиду магнію, доданого під час процесу грануляції (Патент EP 311330). Ці стабілізовані гранули, упаковані в інертній атмосфері, нагрівають і витримують при 50 °C протягом приблизно 14 днів з 80-90 % ізомеризованих *in situ* α -кислот. Попередньо ізомеризовані хмельові гранули дають високий вихід охмеління, але також є більш витратними (в розрахунку на кількість α -кислот), ніж звичайні гранули (приблизно 20 %).

Крім того, готування цих попередньо ізомеризованих гранул потребує приблизно двох тижнів через необхідність їх зберігання в теплих камерах і зазвичай здійснюється зі свіжої хмельової дробини невдовзі після збирання врожаю. Отже для цього броварням потрібно заздалегідь планувати та замовляти необхідні їм кількості цієї хмельової сировини.

Відомо також про використання попередньо ізомеризованого хмельового екстракту, отриманого під час процесу виготовлення хмельового екстракту шляхом нагрівання цієї сировини з карбонатом лужного металу при перебуванні екстракту ще у формі смоли. Проте, попередньо ізомеризований хмельовий екстракт має такі самі недоліки, що й ізомеризовані хмельові гранули.

У патенті США № 4234516 описаний процес ізомеризації гумулону та гумулонвмісного матеріалу за допомогою рідкого середовища, що містить принаймні одну сіль двовалентного металу. Згідно з патентом США № 4234516 використовується при цьому сіль повинна дисоціювати в розчині з утворенням аніонної частини та катіонної частини, а рідким середовищем у кращому варіанті є вода, в котру додають органічний розчинник. Патент США № 4234516 стосується хімічного процесу виготовлення хімічного ізогумулону, де смакові властивості (додавання солі) та споживчі властивості (додавання етанолу, ацетону) не є критичними.

У патенті США № 53070897 описаний процес виготовлення ізомеризованого хмельового препарату, згідно з яким хмельовий екстракт змішують з солюбілізованим лугом і сіллю лужноземельного металу для впливання на перетворення α -кислот на ізо- α -кислоти. Додавання лугу потребується для встановлення величини pH в інтервалі між 8 і 10 для оптимізації виходу зазначеного перетворення. Утворений лужноземельно-смоляний комплекс піддають дисоціації шляхом додавання сірчаної або соляної кислоти. При цьому для отримання стійкого продукту всі катіонні компоненти солі лужного металу потрібно із ізомеризованого смоляного екстракту видаляти.

З метою позбавлення принаймні деяких із вищезгаданих недоліків даним винаходом пропонується процес, який дозволяє в умовах проведення такої ж стадії ферментації і за допомогою такого ж самого обладнання зменшувати кількість хмельової дробини, потрібної для надання ферментованому напою такої ж гіркоти, але при низьких витратах.

СУТЬ ВИНАХОДУ

Для вирішення поставленого завдання даним винаходом пропонується процес одержання мінімальної концентрації 20-10⁻⁶ кг/л ізо- α -кислот в рідкому складі, де зазначений процес відрізняється змішуванням у воді природного джерела α -кислот та оксиду металу.

Даним винаходом пропонується також процес виготовлення ферментованого напою, який включає у себе стадії одержання затору, фільтрування затору та одержання сусла, кип'ятіння сусла і ферментації сусла та одержання ферментованого напою, де в сусло або ферментований напій додають рідкий склад, що містить ізо- α -кислоти, і тим, що зазначений гіркотний склад готують перед його внесенням (у сусло або ферментований напій) шляхом змішування у воді принаймні одного оксиду металу з природним джерелом α -кислот. У кращому варіанті рідкий склад готують *in situ* перед його внесенням у сусло ферментованого напою.

Винахід стосується також пристрою для виготовлення ферментованого напою, який містить установку для затирання, засоби відокремлення із неї сусла і для кип'ятіння цього сусла, і ферментаційну установку, де зазначений пристрій відрізняється тим, що він, крім того, містить посудину, в котрій міститься рідкий склад з мінімальною концентрацією 20-10⁻⁶ кг/л ізо- α -кислот, що отримуються шляхом змішування у воді природного джерела α -кислот і принаймні одного оксиду металу.

ДОКЛАДНИЙ ОПИС ВИНАХОДУ

Завдяки низькій вартості оксиду металу зростання змінних витрат, зумовлене процесом згідно з винаходом, є надзвичайно малим (приблизно 1 %). Під час змішування вищезгаданого оксиду металу з хмельовою дробиною, внесеною у воду, яка в кращому варіанті є нагрітою до 60 °C - 110 °C, відбувається попередня ізомеризація α -кислот з утворенням солі металу ізо- α -кислот, що залишається переважно нерозчинною в цьому середовищі з величиною pH в інтервалі 7-9, а в кращому варіанті - приблизно 8. Проте, при внесенні цієї суміші в сусло величина pH 5 цього сусла

викликає перетворення солі металу ізо- α -кислот на кислотну форму.

Вихід цього перетворення (із α -кислот на попередньо ізомеризовані α -кислоти і далі на ізо- α -кислоти) у процесі згідно з винаходом становить 50-70 % у суслі і, в загальному випадку, - приблизно 45 % у кінцевому пиві, що суттєво перевищує 30-35 % рівень у кінцевому пиві, отримуваний при відомому перетворенні (без проміжної попередньої ізомеризації). Завдяки цьому споживання хмелю знижується приблизно на 30 %.

Процес згідно з даним винаходом дозволяє, зберігаючи переваги, що дає використання хмелевої дробини, значно знижувати її потрібну кількість при економії грошей. Крім того, запропонований процес може також здійснюватися із застосуванням хмелевих гранул, що не були попередньо ізомеризовані і зберігалися перед тим на броварні протягом тривалого часу, до двох років. Використовуване в даному винаході джерело α -кислот є, таким чином, природною, неекстрагованою формою α -кислот. Це надає броварному виробництву гнучкості в тому, що стосується використання даного процесу в залежності від походження і фабричної марки хмелю.

Крім того, процес згідно з винаходом може здійснюватися на вже існуючих заводах, тобто *in situ*, оскільки у загальному випадку хмелева дробина вноситься у воду в баку і змішується з нею перед її додаванням у сусло або у ферментаційний чан.

Таким чином, даним винаходом пропонується дуже простий і легкий у впровадженні процес для економічного надання гіркоти ферментованому напою із застосуванням приблизно на 30 % меншої кількості хмелевої дробини, ніж це потребувалося раніше, і в набагато більш економічний спосіб, ніж в альтернативних процесах, що пропонувалися дотепер та описані вище. Крім того, запропонований процес може здійснюватися у броварнях з мінімальними змінами або навіть взагалі без змін в їхніх існуючих виробничих лініях.

У кращому варіанті вищезгаданий оксид металу вибирають із групи, що складається із оксиду лужноземельного металу або оксиду чорного металу, причому найкращим серед них є MgO .

Крім того, у ферментованому напої можна залишати MgO харчової чистоти. Дійсно, пиво так чи інакше вже містить іони Mg^{2+} , і отже додаткову кількість його видаляти не потребується.

У кращому варіанті здійснення винаходу тривалість змішування оксиду металу з хмелевою дробиною складає від 5 до 60 хвилин, а в кращому варіанті - 20 хвилин. Оптимальний час змішування 20 хвилин дозволяє досягати найкращого компромісу між розкладанням компонентів і виходом попередньої ізомеризації. Дійсно, було встановлено, що такий короткий період часу є достатнім для того, щоб досягати чудового виходу попередньої ізомеризації.

Було знайдено, що тривалість цього процесу більше 25 хвилин не дає подальшого зростання виходу ізомеризації при використанні оптимальних умов процесу, що стосуються дозування MgO і температури води.

У кращому варіанті змішування проводять у воді при температурі від 60 °C до 110 °C, а ще краще - від 70 °C до 95 °C. У ще кращому варіанті воду нагрівають до температурі 80 °C. Це є температура, при котрій досягається найкраща величина відношення виходу до енергоспоживання. Крім того, вода при температурі 80 °C зазвичай безперервно виробляється у броварному процесі, оскільки вона використовується на багатьох його стадіях. У додаток до цього, оскільки в котел для кип'ятіння сусла заливають нагріту воду, що містить хмелеву дробину, змішану принаймні з одним оксидом металу, переважно MgO , нагрів цієї води не є марною витратою енергії, оскільки ця операція дає попередній нагрів хмелевої дробини, що вноситься під час стадії кип'ятіння.

Що стосується оксиду металу, то він додається в суміш у кількості від 0,05 кг до 0,8 кг на кілограм α -кислот, у кращому варіанті - в кількості від 0,1 кг до 0,3 кг на кілограм α -кислот, а в ще кращому - в кількості приблизно 0,2 кг на кілограм α -кислот. Кількість 0,2 кг оксиду металу на кілограм α -кислот є оптимальною з погляду балансу між витратами і виходом корисного продукту.

Дійсно, при великих кількостях оксиду металу деяка його частина буде залишатися непрореагованою, і в результаті цього величина рН буде зростати, що може викликати подальшу деградацію пива. З іншого боку, менші кількості оксиду металу знижують вихід продукту.

Пристрій згідно з даним винаходом дозволяє виготовляти ферментований напій і включає у себе установку для затирання, засоби для відокремлення із цієї установки сусла та його кип'ятіння і ферментаційну установку. Крім того, запропонований пристрій включає у себе окрему посудину для готування рідкого складу з мінімальною концентрацією $20 \cdot 10^{-6}$ кг/л ізо- α -кислот шляхом змішування у воді природного джерела α -кислот і щонайменше одного оксиду металу. В цій окремій посудині рідкий склад готують *in situ*. Зазначений рідкий склад може вноситися передусім у сусло або у ферментований напій.

Інші особливості та переваги даного винаходу освітлені більш детально в наведених нижче прикладах його здійснення, що не мають обмежувального характеру.

ПРИКЛАДИ

В поданих тут прикладах описані різні процеси виготовлення пива гіркотою $20 \cdot 10^{-6}$ кг/л ізо- α -кислот. У Прикладі 1 описаний відомий процес, у котрому хміль додають безпосередньо в котел для кип'ятіння сусла. У Прикладі 2 описаний процес згідно з винаходом, а у Прикладі 3 - такий самий

процес, у котрому використовується покупна, попередньо ізомеризована хмельова дробина. Розрахунки дозування хмелю проводили з такими припущеннями:

- загальний вихід охмеління (тобто відношення кількості ізо- α -кислот у кінцевому пиві до кількості α -кислот, доданих у сусло):
- відомий процес (хмельова дробина, що не піддавалася попередній ізомеризації) = 32 %;
- процес згідно з даним винаходом = принаймні 40 %;
- покупна, попередньо ізомеризована хмельова дробина = 45 %;
- передбачуваний броварний об'єм складає 100 гектолітрів на стадії холодного сусла після фільтрації затору;
- припускається відсутність розбавлення у виробничому процесі після стадії холодного сусла.

Приклад 1

Хмельову дробину вносять у сусло на початку стадії кип'ятіння. При цьому перетворення α -кислот на ізо- α -кислоти відбувається поступово протягом процесу кип'ятіння. Після кип'ятіння, освітлення сусла та охолодження сусла (стадія холодного сусла) вихід перетворення складає приблизно 40 %. Проте певна частина ізо- α -кислот втрачається під час наступних стадій ферментації та фільтрації. Таким чином, у кінцевому пиві, виготовленому в такому процесі, кінцевий вихід охмеління складає приблизно 32 %.

Для обчислення кількості хмельової дробини, потрібної для одержання рівня гіркоти $20 \cdot 10^{-6}$ кг/л ізо- α -кислот у кінцевому пиві, враховувалися загальний вихід охмеління та броварний об'єм. За таких умов потрібно додавати на початку кип'ятіння $0,625$ кг α -кислот ((рівень гіркоти/вихід охмеління) $\cdot$ броварний об'єм = $(20 \cdot 10^{-6}$ кг/л / 32 %) $\cdot$ 10000 л).

$$\frac{\text{Рівень гіркоти}}{\text{Вихід охмеління}} \cdot \text{броварний об'єм} = \frac{20 \cdot 10^{-6} \text{ кг/л}}{32\%} \cdot 10000 \text{ л} = 0,625 \text{ кг}$$

Перелічені нижче α -кислоти можуть додаватися у формі різноманітних хмельових продуктів у кипляче сусло:

- Суцільна хмельова дробина: рівень α -кислот у суцільній хмельовій дробині може варіювати в інтервалі 2-10 % в залежності від різновиду хмелю;
- Хмельові гранули (наприклад, типу 90 або типу 45, що випускаються фірмою S.S. Steiner Inc.): рівень α -кислот може варіювати в інтервалі 5-20 % в залежності від різновиду хмелю;
- Хмельовий екстракт (CO_2 -екстракт): рівень α -кислот зазвичай складає приблизно 30 % (наприклад, у сировині, що виробляється фірмою S.S. Steiner Inc.).

У даному Прикладі використовуються хмельові гранули типу 90, що містять 10 % α -кислот, оскільки в сусло потребується додавати в цілому $6,25$ кг гранул. Ці гранули можуть спочатку короткочасно перемішуватися з водою або додаватися в сухій формі в кипляче сусло.

Приклад 2

Суміш хмельової дробини з водою, приготувану згідно з даним винаходом, вносили в кипляче сусло або в гаряче сусло (під час освітлення сусла після стадії кип'ятіння). Дотримання часових рамок при цьому грає менш важливу роль, оскільки фактичне перетворення α -кислот на ізо- α -кислоти відбувається не в суслі, а під час процесу готування гіркоти хмельового складу, яке відбувається у броварні в окремому баку безпосередньо перед внесенням хмельової дробини в сусло або у ферментований напій. У процесі згідно з даним винаходом використовуються хмельові продукти, які не піддавалися попередній ізомеризації. Це є природне, неекстраговане джерело α -кислот. Таким джерелом може бути хмельова дробина або хмельові гранули.

У хмельову дробину додають воду при температурі 80°C у кількості, достатній для розбавлення α -кислот до рівня 1 % (мас./об.). Крім того, додають MgO в концентрації $0,2$ кг MgO /кг α -кислот. Після цього суміш перемішують протягом 20 хвилин в окремому баку, а потім вносять безпосередньо в сусло. У такому процесі отримують вихід ізомеризації приблизно 60-70 % у холодному суслі. Деяка частина ізо- α -кислот знову втрачається на наступних стадіях ферментації та фільтрації. У кінцевому пиві цей процес дає кінцевий вихід охмеління принаймні 40 %.

Для обчислення кількості хмельової дробини, необхідної для досягнення в кінцевому пиві рівня гіркоти 20 ррт (мільйонних частин) ізо- α -кислот, потрібно враховувати загальний хмельовий вихід і броварний об'єм. При цьому в умовах процесу згідно з даним винаходом потрібно починати від $0,4444$ кг α -кислот ((рівень гіркоти/вихід охмеління) $\cdot$ броварний об'єм = $(20 \cdot 10^{-6}$ кг/л / 45 %) $\cdot$ 10000 л). Природним джерелом α -кислот у процесі згідно з даним винаходом можуть служити різноманітні хмельові продукти:

- Суцільна хмельова дробина;
- Хмельові гранули.

Слід пояснити, що в цілях даного винаходу хмельові екстракти не слід вважати природним джерелом α -кислот. У даному Прикладі використовуються хмельові гранули типу 90, що містять 10 %

α-кислот, у зв'язку з чим потрібно починати від загальної кількості 4,44 кг хмелевої дробини. Ці хмелеві гранули змішують з водою при 80 °С до загального об'єму 44 л і з MgO в кількості 0,0888 кг. Суміш хмелю, води і MgO перемішують протягом 20 хвилин. Після цього суміш вносять безпосередньо в сусло.

Приклад 3

При використанні попередньо ізомеризованого хмелевого матеріалу хмелеву дробину вносять у кипляче сусло або в гаряче сусло (при освітленні сусла після стадії кип'ятіння). Дотримання часових рамок при цьому грає менш важливу роль, оскільки фактичне перетворення α-кислот на ізо-α-кислоти відбувається не суслі, а здійснюється поставальником у процесі попередньої ізомеризації. Цей процес дає майже повне перетворення хмелевої сировини, яка майже не містить α-кислот, а складається цілком лише із ізо-α-кислот. При використанні попередньо ізомеризованої хмелевої дробини вихід, що досягається в холодному суслі, складає приблизно 60-70 %. Тут також деяка частина ізо-α-кислот втрачається під час наступних стадій ферментації та фільтрації. У кінцевому пиві даний процес дозволяє отримувати вихід охмеління приблизно 40 %.

Для обчислення кількості хмелевої дробини, необхідної для досягнення в кінцевому пиві рівня гіркоти 20 ррт (мільйонних частин) ізо-α-кислот, потрібно враховувати загальний хмелевий вихід і броварний об'єм. У цих умовах на початку кип'ятіння потребується додавати 0,4444 кг ізо-α-кислот ((рівень гіркоти/вихід охмеління) · броварний об'єм = (20 · 10⁻⁶ кг/л / 45 %) · 10000 л). Ці α-кислоти можуть додаватися в сусло у формі різноманітних хмелевих продуктів:

- попередньо ізомеризованих хмелевих гранул: рівень ізо-α-кислот може варіювати в інтервалі 5-20 % в залежності від різновиду хмелю;
- попередньо ізомеризованого котлового екстракту або ізомеризованого котлового екстракту: рівень ізо-α-кислот зазвичай складає приблизно 30 %.

У даному Прикладі використовуються попередньо ізомеризовані хмелеві гранули, що містять 10 % ізо-α-кислот, у зв'язку з чим у сусло потребується додавати в цілому 4,44 кг гранул. Ці гранули спочатку протягом короткого часу перемішують з водою або вносять у сухій формі в кипляче сусло.

Із вищерозглянутих Прикладів можна бачити, що у порівнянні з відомим процесом, у котрому використовується 6,25 кг хмелевих гранул для броварного об'єму 100 гектолітрів, процес згідно з винаходом дозволяє використовувати 4,44 кг з таким самим результатом, тобто менше на 28,96 %(мас). Продажні попередньо ізомеризовані хмелеві гранули промислового виготовлення дозволяють одержувати такий самий результат, але оскільки попередньо ізомеризовані хмелеві гранули мають на 20 % більшу вартість, використання їх, цілком зрозуміло, не має економічного інтересу через те, що використання лише MgO збільшує вартість процесу на 1 %.

Приклад 4

У Прикладі 4 показано, що процес згідно з даним винаходом дозволяє кінцевий вихід охмеління у пиві підвищити ще більше - від 40 % до вище ніж 60 %. При виготовленні спеціального пива хмелеву дробину дозують у кількості 3,2 г α-кислот/гектолітр. При цьому хмелеву дробину піддають обробці відповідно до даного винаходу шляхом перемішування її у воді при температурі 85 °С протягом 20 хвилин з добавкою 0,2 г MgO на грам α-кислот та одержують у результаті рідкий склад, який вносять у сусло. Експеримент показує, що рівень гіркоти пива, приготованого із охмеленого сусла, складає 19,9 мг ізо-α-кислот/л пива. Таким чином, вихід охмеління в даному процесі складає:

$$\frac{\text{мг/л ізо-}\alpha\text{-кислот виміряних у пиві}}{\text{мг/л }\alpha\text{-кислот внесених у сусло}} = \frac{19,9 \text{ мг/л}}{32 \text{ мг/л}} = 62\%.$$