

**О. О. ЛЮБАВІНА**, канд. техн. наук, доц. НТУ «ХП»;

**О. М. ПІВЕНЬ**, канд. техн. наук, доц. НТУ «ХП»;

**В. Г. МИХАЙЛЕНКО**, канд. техн. наук, вед. н. с. ПІМАШ, Харків;

**О. В. ДОБРОВОЛЬСЬКА**, ст. викладач ХДУХТ, Харків

## ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ СКОРОЧЕННЯ ВИТРАТИ ЗАМОЧНОЇ ВОДИ У СОЛОДОРОЩЕННІ

У статті приведені результати досліджень технологічної води, що витрачається та скидається у каналізацію в процесах миття та замочування ячменю. Розглянуто та застосовано ряд методів очистки використаної води. Найбільш ефективною є біологічна очистка замочної води.

**Ключові слова:** виробництво солоду, вода замочна, вода промивна, вода технологічна, методи очищення води.

**Вступ.** У виробництві солоду основний процес, що потребує значних витрат води це миття та замочування ячменю. На цій стадії виробництва солоду витрачається до 90% від усієї потреби у воді. Тому актуальною проблемою солодового виробництва є скорочення водоспоживання на стадії миття та замочки ячменю. Щоб досягнути вологості пророщуваного зерна 47–48 %, потрібно теоретично 0,7 м<sup>3</sup> води на 1 т сухого зерна. Якщо враховувати витрату води на зрошування у солодоростильному апараті, то загальна кількість води на замочування і солодородження становитиме 0,9 м<sup>3</sup> води на 1 т сухого зерна.

Пневматичне замочування зерна, що реалізується у сучасному обладнанні, потребує фактично витрати води 4,1–5,4 м<sup>3</sup>/т. Значна економія води досягається при застосуванні мийного барабану. Замочна і промивна вода у барабані поступає протитоком, тому зерно знаходиться в контакті з чистою водою на стороні його виходу. Водозабезпечення у цьому випадку складає 1 м<sup>3</sup>/т.

Однак при зменшенні витрати води на солодородження збільшується рівень забрудненості використаної замочної води. Забрудненість води залежить також від морфологічних властивостей ячменю,

ступеню попереднього очищення зерна, умов зберігання, забрудненості мікроорганізмами.

**Аналіз останніх досліджень та літератури.** У солодовій галузі пропонується ряд рішень щодо повторного використання відпрацьованої замочної води. Одним із способів економії води може бути повторне використання замочної води без попереднього очищення. При цьому відзначається, що першу замочну воду для замочування ячменю використовувати без очищення не бажано, тому що в ній крім механічних забруднень містяться дубильні, гіркі речовини та білкові сполуки з оболонки ячменю. Також в процесі замочування екстрагуються інгібітори пророщування ячменю, що негативно буде впливати на процес пророщування.

Відпрацьовану замочну воду можливо використовувати повторно без очищення як першу замочну воду у наступному циклі замочування ячменю. Повторне використання відпрацьованої замочної води може сприяти поліпшенню мікробіологічного стану зерна. Загальна кількість мікроорганізмів збільшується, але їх склад позитивно змінюється. Мікроскопічні гриби, що виділяють ядовиті метаболіти витискаються іншими грибами які не спричиняють токсичної дії на пророщування зерна.[1]

Вважається можливим повторне використання замочної води після її попереднього очищення. Очищення замочної води може проводитися різними способами. Так для цього використовують обробку води коагулянтами, флокулянтами з наступною фільтрацією крізь різні фільтри. Обробляють воду коагулянтом  $Al_2(SO_4)_3$  з додаванням бентоніту або поліамідних препаратів з наступним фільтруванням крізь гравійні та вугляні фільтри. Однак така обробка потребує використання значної кількості реагентів та спричиняє утворення великих об'ємів стічних вод.

Також пропонуються комплексні методи очистки: біологічне очищення замочних вод, освітлення води на тканинних фільтрах та знезараження ультрафіолетом.[2]

**Мета досліджень, постановка проблеми.** Мета нашої роботи - дослідити рівень забрудненості води після замочування, розглянути можливі методи очищення води, з'ясувати можливість її повторного використання. Об'єктом дослідження була вода після миття та замочування ячменю на підприємстві з виробництва солоду Молтюрорп, м.Харків. Основна кількість технологічної відпрацьованої води утворю-

ється під час технологічних операцій: гідротранспорту зерна у замочні апарати – 160 м<sup>3</sup>/доб., після першого замочування – 360 м<sup>3</sup>/доб., після другого замочування – 360 м<sup>3</sup>/доб. Крім того, відпрацьовані води утворюються після зрошення солодових грядок. Всі технологічні відпрацьовані води потрапляють в усереднювач, місткість якого становить – 700 м<sup>3</sup>. З усереднювача відпрацьована вода подається на спеціальне сито для відокремлення зерен і далі подається на заводський колектор. Утворені після виробничого процесу стічні води крізь відстійник та усереднювач скидаються на міські очисні споруди.

Проміжок часу між двома завантаженнями замочних апаратів зерном складає 25,5 год. Кожна наступна операція замочування зерна відбувається зі зсувом на 1,5 год на добу.

Відбір проб відпрацьованої технологічної води проводився в період повного завантаження підприємства. Було відібрано п'ять проб води після замочування та транспортування зерна.

Для забезпечення технологічного процесу підприємство використовує воду підземного джерела, а також невелику кількість водопровідної води яка накопичується для системи питного водопостачання заводу і передається з пивзаводу «Рогань». Якість води, що використовується для миття та замочування ячменю, на підприємстві відповідає стандарту для питної води. Основні показники якості води наведено у табл. 1.

Таблиця 1 – Основні показники складу технологічної води

№п/п	Показники	Вода підземного джерела	Вода з міського водогону
1	рН	7,25	7,78
2	Завислі часточки, мг/дм <sup>3</sup>	Менше 5	До 8
3	Жорсткість загальна, мг-екв/дм <sup>3</sup>	5,6	5,2
4	Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	74,4	33,8
5	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	198,8	54,7
6	Нітрати, мг/дм <sup>3</sup>	22,5	1,4
7	Фториди, мг/дм <sup>3</sup>	0,63	0,35
8	Залізо загальне, мг/дм <sup>3</sup>	0,04	0,04
9	Лужність, мг-екв/дм <sup>3</sup>	4,5	4,2

Основні складові у воді з підземного джерела і міського водогону практично мало відрізняються, тому використання тієї чи іншої води у чистому вигляді або у суміші не впливає на технологію замочування

ячменю. Невелике коливання хлоридів, сульфатів може спостерігатися у використаній воді після замочування ячменю.

На підприємстві зерно ячменю ретельно очищують від смітних та зернових домішок і подають у замочні апарати. Замочування та миття зерна проводиться одночасно без розділення цих стадій. Всього використовують два мокрих замочування тривалістю 3–6 годин з інтенсивною подачею стисненого повітря. Після мокрого замочування здійснюється відсмоктування вуглекислого газу та продування шару зерна кондиційованим повітрям. Тривалість замочування у середньому становить 36 год. і скорочується, або подовжується в залежності від якості та морфологічних властивостей ячменю.

**Матеріали досліджень.** Для досліджень відбирали проби води після першого та другого замочування і визначали основні складові: загальну кількість органічних сполук, концентрації солей жорсткості, лужності, нітратів, сульфатів, хлоридів, фенольних речовин, зважених часточок та сухий залишок. У дослідженні використовували загальноприйняті методики хімічного аналізу. У табл. 2 наведено результати дослідження якості вихідної води, що використовується для миття та замочки ячменю.

Таблиця 2 – Основні показники складу води після замочування ячменю та після її очищення

№ п/п	Показники	Замочна вода		Очищена вода
		перша	друга	
1	Жорсткість загальна, мг-екв/дм <sup>3</sup>	5,4–5,6	5,4–5,6	5,4–5,6
2	Лужність, мг-екв/дм <sup>3</sup>	4,6–4,9	4,6–4,9	4,6–4,9
3	Кальцій, мг/дм <sup>3</sup>	4,4–4,7	4,5–4,8	3,9–4,1
4	Магній, мг/дм <sup>3</sup>	1–1,2	1,2–1,4	1,2
5	Нітрати, мг/дм <sup>3</sup>	1,2	1,2–1,5	1,1–1,2
6	Поліфеноли, мг/дм <sup>3</sup>	27–28	26–30	27–28
7	Завислі часточки, мг/дм <sup>3</sup>	300–500	200–300	100–200
8	ХСК, мг/дм <sup>3</sup>	550–2050	500–2100	200–400
9	Сухий залишок, мг/дм <sup>3</sup>	1800–2050	1900–2200	1800
10	Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	230–250	200–230	220–230

**Результати досліджень.** У результаті досліджень виявлено, значне коливання забрудненості замочної води за вмістом органічних сполук (ХСК першої замочної води – 500–1200 мг/дм<sup>3</sup>; ХСК другої замочної води – 500–

2200 мг/дм<sup>3</sup>), що імовірно, залежить від морфологічних властивостей ячменю. Щодо вмісту мінеральних сполук, то коливання їх складу невелике.

Для очищення замочної води використовували ряд традиційних методів для очищення стічних вод. Проводили коагуляцію додаванням до замочної води розчину Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>. Однак пластівці коагулянту утворювались дрібні та погано осаджувались, і у фільтрованій воді концентрація органічних сполук знижувалась на 8–10%. Для сорбційного очищення замочної води використовували активоване вугілля БАУ. Дослідження показали неефективність сорбційної очистки замочної води з високими концентраціями органічних сполук. Тому для зниження забрудненості замочної води проводили аеробну біохімічну очистку у лабораторній дослідній установці. Після аеробного очищення протягом 12 год концентрація органічних сполук знижувалась на 40 %, а за 24 год – на 60%. На практиці, якщо застосовувати проточно-приточний режим подачі замочної води на біохімічну очистку, можна значно підвищити ефективність процесу та очистити воду на 80–90%. Тому єдиний ефективний метод очищення висококонцентрованих замочних вод – це біохімічне очищення з наступним використанням різних методів доочищення та знезараження.

У конкретних умовах підприємства «Малтюрорп» концентрація органічних речовин ХСК у відпрацьованій замочній воді перевищує у більшості випадків ДВП на скид стічних вод у міську каналізацію. Біологічним аеробним очищенням можливо суттєво знизити концентрацію органічних сполук у замочній воді. За своєю будовою замочний апарат подібний до апарату аеробного біологічного очищення – аеротенку. Тому, якщо один з існуючих замочних апаратів виділити під аеротенк, це практично призведе до реалізації процесу біологічного очищення в аеротенку та наступному відстійнику, який вже експлуатується. Така схема дозволить знизити концентрацію органічних сполук гарантовано на 50%.

**Висновки:** 1) для очищення замочної води доцільно використовувати аеробне біологічне очищення; 2) мікрофлора замочної води добре адаптована до режимів очищення в аеробних умовах; 3) на ефективність очищення практично не впливає вхідна концентрація органічних речовин в межах ХСК 1000–2000 мг/дм<sup>3</sup>; 4) очищену замочну воду доцільно використовувати для першого замочування ячменю. При цьому кількість свіжої води, необхідної для замочування ячменю, та

виробничих стоків, що скидаються у каналізаційну мережу, скорочується на 50%.

**Перспективи подальшого розвитку даного напрямку.** У подальшому необхідно дослідити вплив використання очищеної замочної води на різних стадіях солододорощення та визначити вплив на якість солоду, а також необхідно: 1) дослідити процес знезараження очищеної замочної води та підібрати його режими; 2) провести дослідження по замочуванню та пророщенню ячменю з використанням замочної води; 3) дослідити якість зеленого солоду.

**Список літератури:** 1. Федоренко Б.Н. Инженерия пивоваренного солода: Учеб.-справ.пособие / Федоренко Б.Н. – СПб.: Профессия, 2004. – 248 с. 2. Нарцисс Л. Пивоварение: в 2 т. / Нарцисс Л., перевод с нем. Под общ. ред. Г.А.Ермолаевой и Е.Ф. Шаненко. – СПб.: Профессия, 1989. – Т.1: Научные основы и технологии. 1989. – 953 с. 3. Нарцисс Л. Пивоварение: в 2 т. / Нарцисс Л., перевод с нем. Под общ. ред. Г.А.Ермолаевой и Е.Ф. Шаненко. – СПб.: Профессия, 2007. – Т.2: Технология солодоращения. 2007. – 584 с.

*Надійшла до редакції 26.02.13*

УДК 663.433

**Дослідження можливості скорочення витрати замочної води у солододорощенні / О. О. Любавина, О. М. Півень, В. Г. Михайленко, О. В. Добровольська // Вісник НТУ «ХП». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХП». – № 9 (983). – С. 104–109. – Бібліогр.: 4 назв.**

В статье приведены результаты исследований технологической воды, которая тратится и сбрасывается в канализацию в процессе мытья и замачивания ячменя. Рассмотрены и применены методы очистки использованной воды. Наиболее эффективной является биологическая очистка замочной воды.

**Ключевые слова:** производство солода, вода замочная, вода промывная, вода технологическая, методы очистки воды.

In article results of researches of technological water which is spent and dumped in the water drain during washing and soakings of barley are resulted. Methods of clearing of the used water are considered and applied. The most effective is biological clearing of key water.

**Keywords:** manufacture of malt, water key, water washing, technological water, methods of water treating.