

ТЕХНОЛОГІЯ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН, ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕРОБКИ НАФТИ ТА ГАЗУ

А. М. Лудин

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра технології органічних продуктів
anatolii.m.ludyn@lpnu.ua

СКЛАД ЙОНІВ ЗАТОРНОЇ ВОДИ І ЇХ ВПЛИВ НА ЯКІСТЬ ПИВА

<https://doi.org/10.23939/ctas2023.01.045>

Досліджено воду, одержану шляхом зворотного осмосу та розглянуто спосіб регулювання складу її йонів, необхідного для використання цієї води у процесі затирання з метою одержання якісного пива. Вивчено вплив йонів заторної води на показники якості пива. Виявлено, що концентрації індивідуальних йонів у воді найбільше впливають на органолептичні показники готового напою і особливо на хмелеву гіркоту. Досліджено, що зростання співвідношення катіонів $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^{+}$ та сульфатів і хлоридів $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^{-}$ у заторній воді позитивно впливає на органолептичні та якісні показники пива.

Ключові слова: йоно-сольовий склад; зворотній осмос; заторна вода; співвідношення йонів; хмелева гіркота; екстракт; піностійкість; процес затирання.

Вступ

Вода, що використовується для процесу екстрагування розчинних речовин солоду при затиранні, впливає на властивості кінцевого продукту. Такі параметри, як рН, жорсткість, лужність та мінеральний склад заторної води є найважливішими факторами у визначенні придатності її для пивоваріння, причому, зміна одного параметра може вплинути на інші. Різні іонні складові води можуть вплинути на процес затирання і смакові відчуття в готовому пиві [1].

До йонів, які трапляються у водопровідній воді і негативно впливають на якість пива, можна зарахувати залізо, марганець, нітрати і сульфіді [1, 2].

Залізо має сильний металевий присмак, який може легко передатись пиву. У популярних посібниках зазначено, що для уникнення неприємного присмаку в пиві концентрація заліза повинна бути нижчою за 0,1 мг/л. Аналогічним присмаком володіє і марганець, але з тією різницею, що для нього є безпечною концентрація не вище 0,05 мг/л [2, 3].

Нітрати не впливають на смак пива, але основна їх негативна роль полягає у тому, що вони у водному розчині під час затирання можуть пе-

рейти в нітрити, які при концентрації більшій за 0,1 мг/л є отрутами для дріжджів. Сульфіді у воді можуть проявляти запахи сірки або сірководню, які псують запах і смак готового продукту [1, 2].

До основних йонів, які є цінними в пивоварінні, можна зарахувати натрій, кальцій, магній, бікарбонати, хлориди і сульфати.

Такі іони, як кальцій, магній і бікарбонати, безпосередньо впливають на твердість та лужність заторної води, за допомогою чого можна відрегулювати рН затору, який є важливим показником для процесу затирання. Залежності від величини вказаного показника формуються колір, прозорість, смак сусла, а потім і пива. Ледь кислий затор із рН від 5,2 до 5,8 (при кімнатній температурі) покращує ензимні процеси під час затирання. Також при цих параметрах підвищується ефективність затирання, досягається світліший колір, поліпшується коагуляція білка при варінні, в результаті чого пиво має меншу схильність до помутніння. Регулювання рН затору дозволяє отримувати сусло з потрібним характером, необхідним для готового пива [4, 5].

Такі іони, як натрій, магній, хлориди і сульфати впливають на смак пива і тим самим формують кінцевий баланс в сприйнятті органолептичних характеристик напою.

Кальцій благотворно впливає на ферментативні процеси при затиранні і є важливим для клітинних стінок дріжджів. Кальцій покращує осадження дріжджів, зменшує помутніння пива, прискорює процес фільтрації і промивки затору, а також в позитивному аспекті впливає на смак хмелю. У заторі кальцій реагує із фосфатами солоду (фітини), випадає в розчин у вигляді фосфату кальцію, знижуючи при цьому рН затору. Якщо вода має низький вміст кальцію, то достатня кількість його для роботи дріжджів міститься в ячмені і пшениці. Але використання такої води може викликати погіршення осадження дріжджів і утворення пивного каменю. Кальцій має слабкий вплив на смак пива, але при високих концентраціях утворює сполуки з аніонами, які можуть надати йому мінерального присмаку. Інша проблема, з якою можна зіткнутися при високій концентрації кальцію полягає в тому, що кальцій замінює магній в метаболізмі дріжджів, що негативно впливає на їх стан і продуктивність [6].

Магній підкреслює кислі і гіркі смаки напою при низьких концентраціях і робить їх в'язкими при високих концентраціях. Магній – поживна речовина для дріжджів і важливий супутній фактор для деяких ферментів. Як і кальцій, магній реагує з солодом, але має слабший ефект при порівнянні з першим. Мінімальне значення магнію (5 мг/л) позитивно впливає на осадження дріжджів – ячмінь або пшениця в заторі легко забезпечать таку концентрацію [6, 7].

Натрій надає пиву кислий і солоний смак, але він є отруйним для дріжджів і при високих концентраціях спричиняє грубий смак. В присутності хлору натрій надає напою “округлість”. Іони хлору підкреслюють солодкість у смаку, покращують стабільність і прозорість пива [6].

Сульфати забезпечують більш гострі і сухі відчуття в сильно охмеленому пиві. Концентрації цих солей вище необхідного привносять у пиво сірчасті аромати. У воді з високою концентрацією сульфатів натрій повинен бути зменшеним до мінімального для того, щоб уникнути різкості або мінерального присмаку. Через високі концентрації сульфатів приглушується відчуття солодового

смаку, яке є характерним для багатьох сортів пива [1; 7].

Бікарбонати є сильним лужним буфером, і зазвичай відповідають за лужність більшості типів питної води. Контроль і регулювання вмісту бікарбонатів у воді є важливим для досягнення бажаного рН при затиранні. Кислоти, що виробляються під час затирання, можуть нейтралізувати частину бікарбонатів у воді і тим самим відрегулювати до оптимальних значень рН затору. В іншому випадку може відбутись ослаблення ферментативних процесів, що вплине негативно на смак хмелю. Високий вміст бікарбонатів (і сильна лужність, як наслідок) є небажаним для промивної води через збільшення можливості вимивання з солоду силікатів, танінів і поліфенолів в сусло [1; 7].

Таким чином, склад індивідуальних йонів води, яка використовується для процесу затирання при пивоварінні, має величезне значення для одержання якісної продукції. З тієї причини залишається актуальним вивчення складу такої води і впливу його на якість пива.

Мета статті – одержання підготовленої води шляхом зворотного осмосу і приготування на її основі заторної води, яка використовується для процесу затирання у виробництві пива. Дослідження способу регулювання складу основних йонів та солей приготуваної заторної води. Вивчення впливу концентрації індивідуальних йонів та співвідношення ключових катіонів та аніонів, розчинених у заторній воді, на показники якості готової продукції.

Матеріали та методи досліджень

Основою даного дослідження є вода, що використовується для затирання. Для приготування різних зразків заторної води використовували підготовлену воду, одержану шляхом зворотного осмосу, яка є максимально звільнена від йонів. Йонно-сольовий склад такої води наведено у табл. 1.

Підготовка води здійснювалась по ТУУ 29.2-31582737-001-2003, згідно із чим водопровідну воду готували на установці зворотного осмосу ECOSOFT MO36000 з мембранними елементами типу Ecosoft 4" ELP-4040 [11]. У зв'язку з вмістом йонів заліза та нітратів у водопровідній воді, перед мембраною її піддавали обробці іонообмінним фільтром, у результаті чого у воді спостерігався підвищений вміст натрію.

Йонно-сольовий склад води, одержаної шляхом зворотного осмосу

Катіони	Вміст		Аніони	Вміст	
	мг/л	мг-екв		мг/л	мг-екв
Натрій	10,39	0,45	Хлориди	3,55	0,10
Кальцій	6,01	0,30	Сульфати	16,88	0,35
Залізо	-	-	Нітрати	-	-
Магній	2,43	0,20	Нітриди	-	-
Марганець	-	-	Карбонати	-	-
Мідь	-	-	Гідрокарбонати	30,50	0,50
Разом	18,83	0,95	Разом	50,93	0,95

Для одержання вказаних зразків використовувались відповідні солі. Для підвищення концентрації йонів магнію та сульфатів додавався сульфат магнію, йонів кальцію та хлоридів – хлорид кальцію, йонів натрію – хлорид натрію (харчова сіль), бікарбонатів та йонів натрію – бікарбонат натрію (харчова сода). Крім вказаних солей, для збільшення концентрації йонів кальцію використовувався гіпс. Концентрації солей визначали згідно із методикою [12]. При додаванні тих чи інших солей готували воду з необхідним для затирання складом.

Для одержаних проб готового пива проводили органолептичний аналіз, де оцінювали смак, аромат, прозорість, піноутворення, хмелеву гіркоту, а також фізико-хімічний аналіз, де визначали титровану кислотність, видимий екстракт, вміст спирту, піностійкість.

Органолептичні показники зразків пива визначали згідно ДСТУ 7103:2020 [13]. Дегустацію проводили у добре провітрюваному приміщенні з температурою 22 °С, температура пива при цьому становила 12±2 °С. Загальна органолептична оцінка виставлялась за 25-бальною системою. Хмелеву гіркоту крім цього окремо аналізували за 10-бальною системою. Тривалість існування піни, тобто піностійкість визначали в хвилинали, який минув із моменту виникнення піни до її руйнування.

Визначення титрованої кислотності проводили згідно із ДСТУ 4852:2007 [14]. Вміст спирту та екстракт у пиві визначали згідно із ДСТУ 7104:2009 [15].

Результати досліджень та їх обговорення

У дослідженні використовувалась підготовлена вода, одержана шляхом зворотного осмосу.

Початковий склад катіонів та аніонів у такій воді наведено у табл. 2.

Готувались п'ять зразків води, які мали склад солей такий, який використовувався у процесі затирання з метою одержання різних типів пива. Зразок 1 – для одержання легкого світлого пива; зразок 2 – для одержання світлого пива верхового бродіння та середньої охмеленості; зразок 3 – для одержання бурштинового пива верхового бродіння та високої охмеленості; зразок 4 – для одержання темного пива верхового бродіння та невисокої охмеленості; зразок 5 – для одержання темного пива верхового бродіння та середньої охмеленості.

Склад йонів в одержаних зразках заторної води є наведеним в табл. 3.

Відповідно із зразків заторної води було одержано відповідні сорти пива, якість яких оцінювали за органолептичними та фізико-хімічними показниками. Результати аналізу якості зразків пива представлені в табл. 4.

Проводився аналіз впливу усіх основних йонів води на показники якості пивних зразків. Залежність такого показника, як вміст спирту в напої, корелює із залежністю видимого екстракту від концентрації йонів. З тієї причини на рисунках наведено тільки графіки залежності одного показника: видимого екстракту від вмісту йонів.

Як видно з рис. 1, зростання концентрації катіонів кальцію не виявляє якоїсь вираженої залежності на видимий екстракт та вміст спирту. Кислотність, піностійкість та хмелева гіркота пива зростають зі збільшенням концентрації Ca^{2+} до максимуму, який є у межах 55–57 мг/л, після чого понижуються. Хмелева гіркота в найбільшій мірі виражена для бурштинового пива верхового бродіння при концентрації Ca^{2+} – 55 мг/л.

Початковий склад йонів води для приготування зразків заторної води

Вміст катіонів			Вміст аніонів		
Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻
мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л
6,01	2,43	10,39	16,88	3,55	30,50

Таблиця 3

Склад йонів води, яка використовується у процесі затирання при одержанні різних типів пива

Зразки заторної води	Вміст йонів у воді для затирання, мг/л						Ca ²⁺ / Na ⁺	SO ₄ ²⁻ / Cl ⁻
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻		
1	19,0	2,5	10,4	17,0	27,0	109	1,83	0,63
2	76,0	7,0	35,0	77,0	63,0	44	2,17	1,22
3	55,0	7,0	16,0	83,0	46,0	31	3,43	1,80
4	56,0	5,0	21,0	50,0	46,0	108	2,67	1,09
5	57,0	5,0	16,0	62,0	46,0	82	3,56	1,35

Таблиця 4

Показники якості пива, одержаного із зразків досліджуваної заторної води з різним йонно-сольовим складом

Зразки пива	Показники якості пива з досліджуваної води					
	Видимий екстракт, % мас	Кислотність, мг 0,1 н NaOH в 100 мл пива	Хмелева гіркота, бали	Піностійкість, хв	Вміст спирту, % мас	Загальна органолептична оцінка, бали
1	13	1,85	1,5	2,03	4,8	20
2	12,5	3,40	2,3	2,25	5,0	21
3	16,5	2,40	7,2	2,66	7,1	24
4	12,5	2,60	3,0	2,40	5,2	22
5	16,0	2,80	4,6	3,08	6,2	23

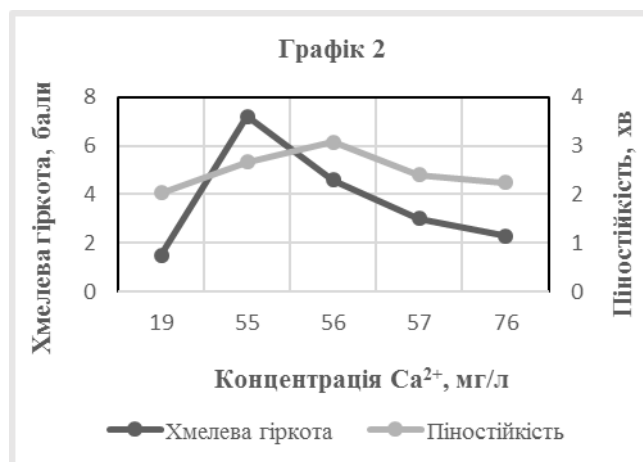
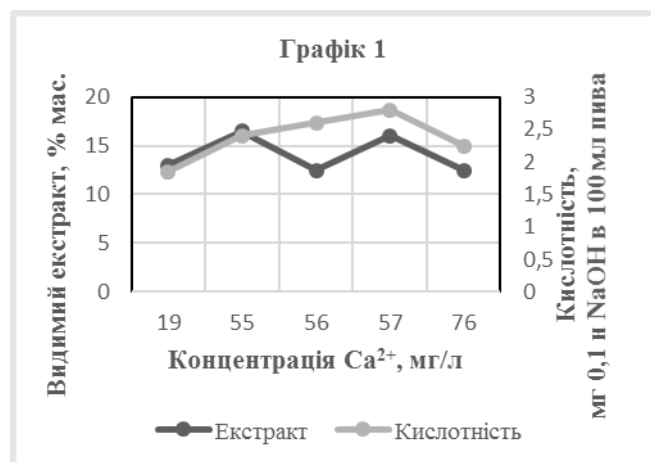


Рис. 1. Залежність видимого екстракту та кислотності (графік 1) і хмелевої гіркоти та піностійкості пива (графік 2) від концентрації йонів Ca²⁺ у заторній воді

Склад йонів заторної води і їх вплив на якість пива

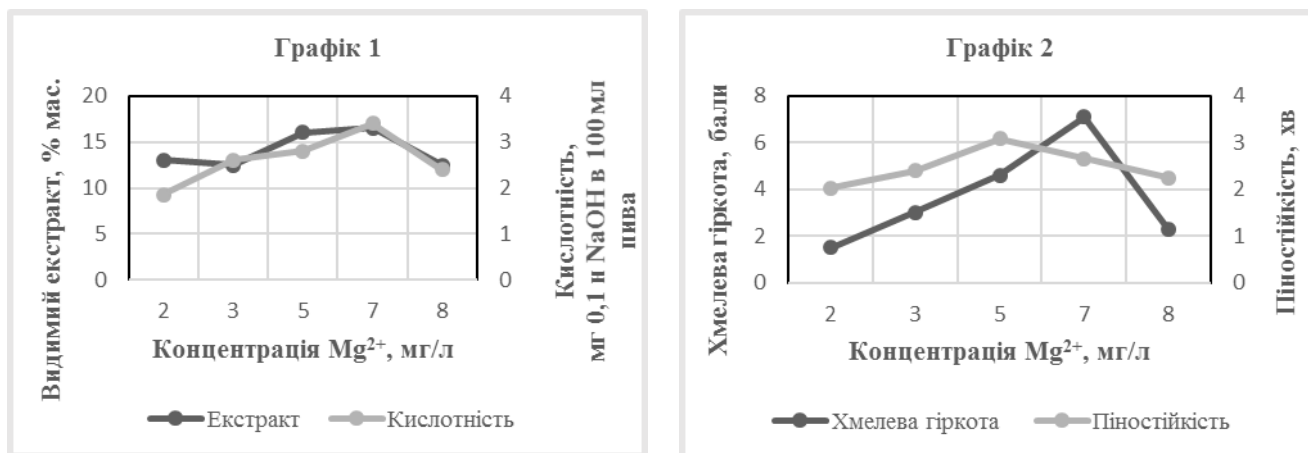


Рис. 2. Залежність видимого екстракту та кислотності (графік 1) і хмелевої гіркоти та піностійкості пива⁺ (графік 2) від концентрації йонів Mg^{2+} у заторній воді

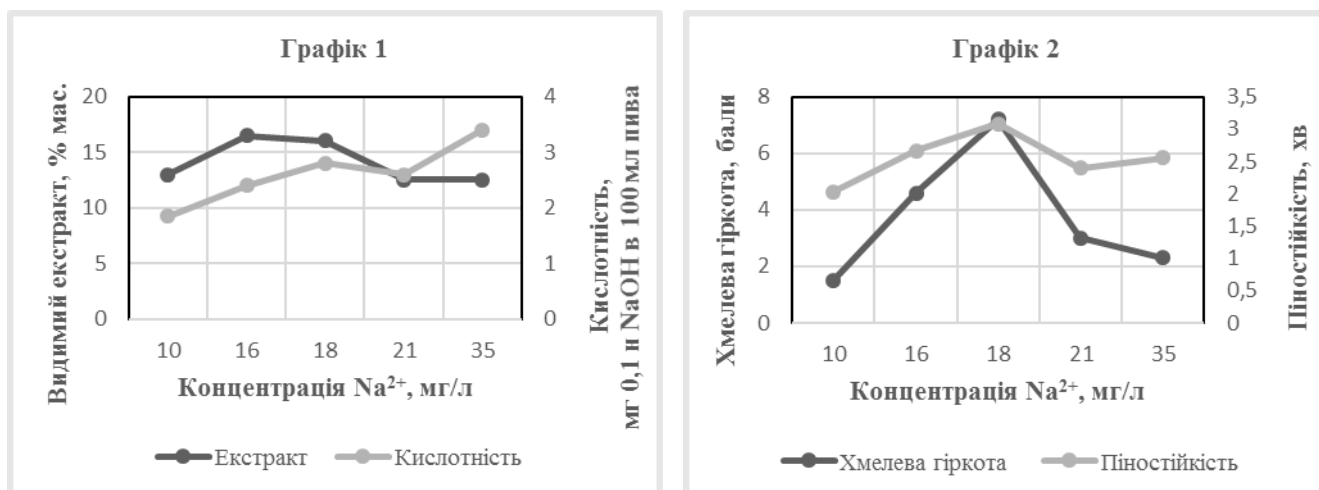


Рис. 3. Залежність видимого екстракту та кислотності (графік 1) і хмелевої гіркоти та піностійкості пива⁺ (графік 2) від концентрації йонів Na^{2+} у заторній воді

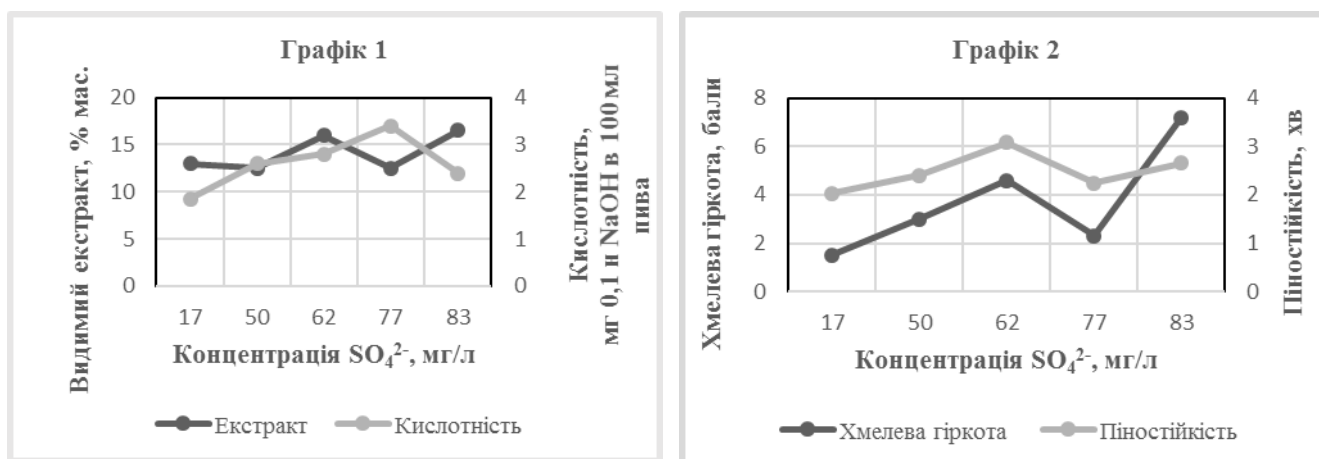


Рис. 4. Залежність видимого екстракту та кислотності (графік 1) і хмелевої гіркоти та піностійкості пива⁺ (графік 2) від концентрації йонів SO_4^{2-} у заторній воді

Однаково впливає на якісні показники збільшення концентрації катіонів магнію: відбувається зростання екстракту, кислотності та піностійкості до концентрацій 7 мг/л, після якої вони незначно зменшуються (рис. 2). Хмелева гіркота також найбільше виражена для бурштинового пива верхового бродіння при концентрації $Mg^{+} - 7$ мг/л.

Як показує рис. 3, видимий екстракт та піностійкість є найвищими для концентрації катіонів натрію, яка складає 16 мг/л, і відповідають зразкам бурштинового і темного пива верхового бродіння. Кислотність пива зростає зі збільшенням концентрації Na^{+} , хмелева гіркота має яскраво виражений максимум при концентрації Na^{+} , яка рівна 18 мг/л (бурштинове пиво верхового бродіння).

Як видно з рис. 4, зростання концентрації сульфатів не виявляє якоїсь вираженої залежності на видимий екстракт та кислотність. Хмелева гіркота бурштинового пива верхового бродіння співпадає з

найбільшою концентрацією сульфатів, яка є рівною – 83 мг/л.

Зростання концентрації хлоридів має найбільший вплив на збільшення кислотності пива та однаково впливає на видимий екстракт і піностійкість: відбувається їх зростання до концентрацій 50 мг/л, після якої вони незначно зменшуються (рис. 5). Хмелева гіркота також є найбільш вираженою при концентрації $Cl^{-} - 50$ мг/л.

Як видно з рис. 6, зростання концентрації аніонів HCO_3^{-} не виявляє якоїсь вираженої залежності на кислотність, видимий екстракт а значить і на вміст спирту. Хмелева гіркота бурштинового пива у цьому випадку найбільше проявляється при найменшій концентрації бікарбонатів (25 мг/л) і є найслабшою при максимальному їх вмісті (109 мг/л). Піностійкість є найбільшою для темного пива і при цьому концентрація HCO_3^{-} є рівною 83 мг/л.

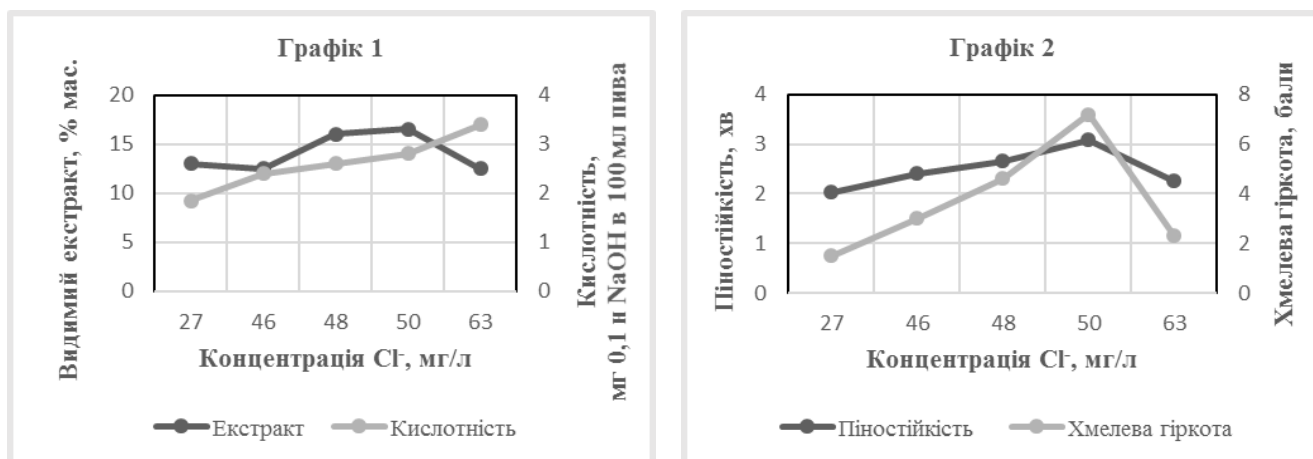


Рис. 5. Залежність видимого екстракту та кислотності (графік 1) і хмелевої гіркоти та піностійкості пива⁺ (графік 2) від концентрації йонів Cl^{-} у затонній воді

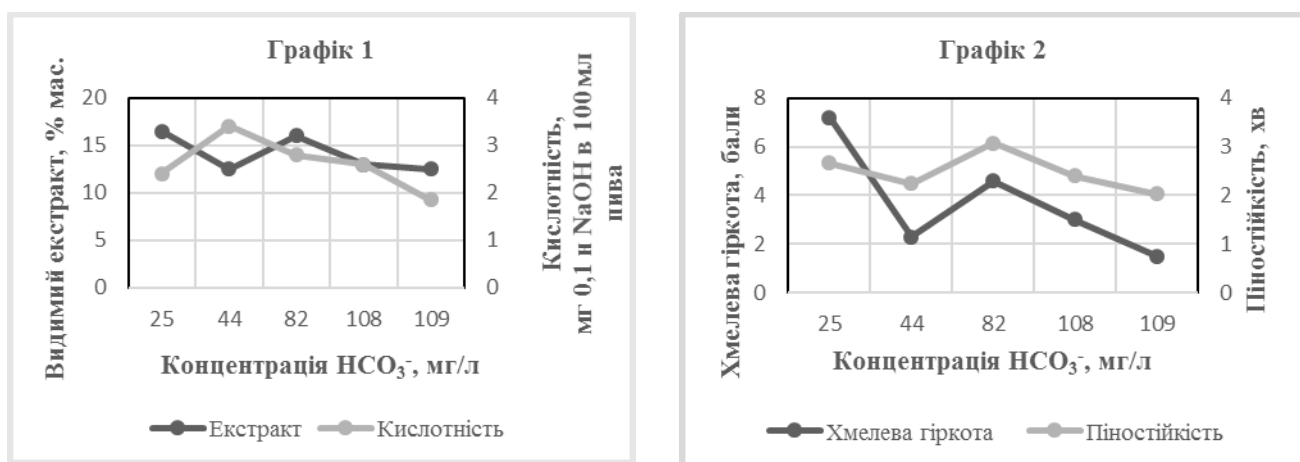


Рис. 6. Залежність видимого екстракту та кислотності (графік 1) і хмелевої гіркоти та піностійкості пива⁺ (графік 2) від концентрації йонів HCO_3^{-} у затонній воді

Після аналізу впливу індивідуальних йонів на якість готового напою досліджували вплив комплексів катіонів кальцію та натрію, а також суміші сульфатів та хлоридів, розчинених у воді, яка використовується у процесі затирання. Для цього розраховувались співвідношення катіонів $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^{+}$ та сульфатів і хлоридів $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^{-}$ у заторній воді (табл. 3) і проводився аналіз їх впливу на різні показники якості пива, одержаного на основі відповідного зразка води.

За результатами аналізу можна зробити висновок, що співвідношення йонів $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^{+}$ та $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^{-}$ у заторній воді чіткіше відображає залежність впливу таких показників якості пива, як піностійкість, вміст спирту та хмелевої гіркоти в порівнянні з впливом індивідуальних йонів, який розглядався вище.

На рис. 7 показана залежність піностійкості пива від співвідношення катіонів $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^{+}$ та аніонів $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^{-}$ у заторній воді. Збільшення співвідношення $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^{+}$ призводить до зростання піностійкості пива, збільшення співвідношення $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^{-}$ також спричиняє зростання піностійкості, але тільки до значення 1,35, після якого вона незначно знижується.

Співвідношення $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^{+}$ та $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^{-}$ не однаково впливають і на вміст спирту у пивних зразках: зростання співвідношення $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^{-}$ призводить до збільшення масової долі спирту у пиві, тоді як збільшення співвідношення $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^{+}$ спричиняє зростання долі спирту тільки до значення 3,43, після чого починається пониження (рис. 8).

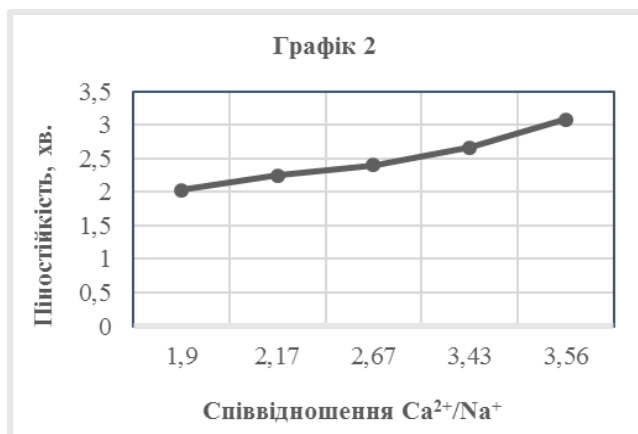


Рис. 7. Залежність піностійкості пива від співвідношення йонів $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^{-}$ (графік 1) та $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^{+}$ (графік 2) у заторній воді

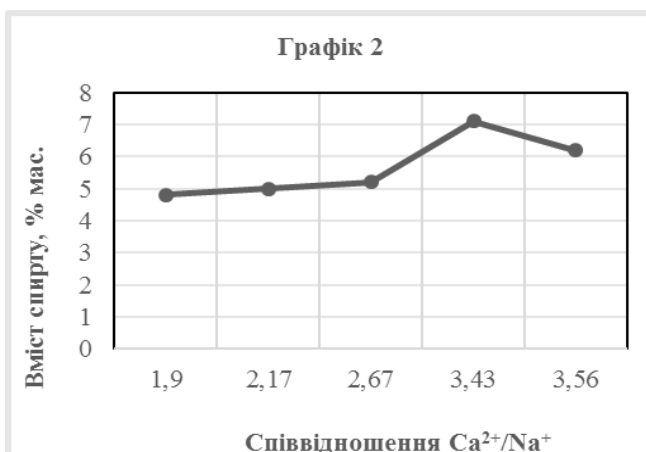
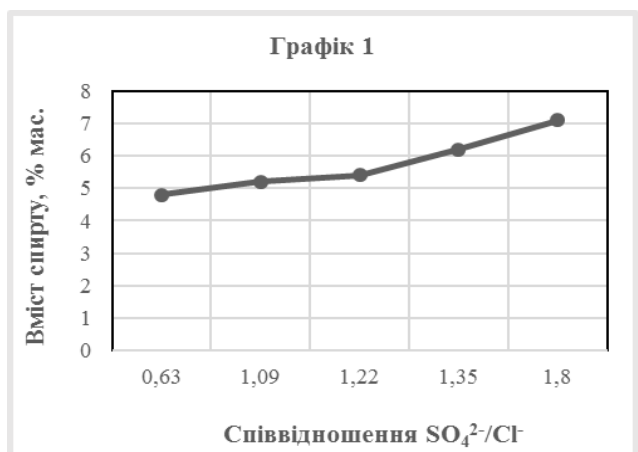


Рис. 8. Залежність вмісту спирту у пиві від співвідношення йонів $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^{-}$ (графік 1) та $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^{+}$ (графік 2) у заторній воді

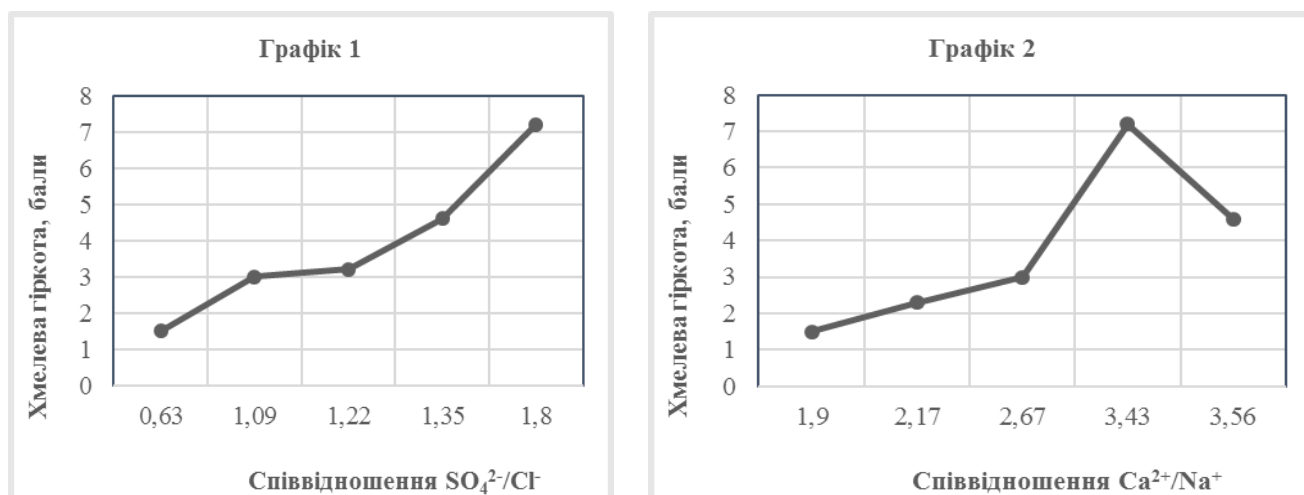


Рис. 9. Залежність хмелевої гіркоти пива від співвідношення йонів $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$ (графік 1) та $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$ (графік 2) у заторній воді

На рис. 9 бачимо, що існує пряма яскраво виражена залежність співвідношення солей з хмелевою гіркотою пива: зі збільшенням $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$ показник гіркоти зростає. Хмелева гіркота пива також зростає від збільшення співвідношення йонів $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$, але до значення 3,43, після якого послаблюється.

Таким чином, як показали результати досліджень, найбільше з якісних показників пива співвідношення ключових йонів впливає на хмелеву гіркоту та на інші органолептичні показники. Якщо співвідношення $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$ знаходиться в діапазоні [0–1], то гіркота пива буде малою; якщо [1–1,25] – гіркота пива є середньою і слабовираженою; діапазон [1,25–2,0 і вище] відповідає за сильно охмелене та гірке пиво. Для співвідношення йонів $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$ відповідні діапазони є іншими: [0–2,7] – гіркота є слабою, [2,7–3,4] – гіркота різко зростає, [3,4 і вище] – хмелева гіркота слабшає.

За дегустаційною оцінкою пива у зразків із вищим співвідношенням ключових йонів спостерігається більш яскравий смак і аромат (табл. 3).

Збільшення співвідношення $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$ призводить до зростання долі спирту в пиві (на 25 %), збільшення співвідношення $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$ позитивно впливає на піностійкість пива (збільшує на 25 %).

Висновки

Досліджено воду, одержану шляхом зворотного осмосу та розглянуто спосіб регулювання складу її йонів, необхідного для використання цієї води у процесі затирання з метою одержання якісного пива. Виявлено, що концентрації індиві-

дуальних йонів у воді найбільше впливають на органолептичні показники готового напою і особливо на хмелеву гіркоту. Концентрації йонів, при яких найяскравіше проявляється хмелева гіркота, є такими: Ca^{2+} – 55 мг/л; Mg^{2+} – 7 мг/л; Na^+ – 16 мг/л; SO_4^{2-} – 84 мг/л; Cl^- – 46 мг/л; HCO_3^- – 25 мг/л. Концентрації індивідуальних йонів по різному впливають на фізико-хімічні показники якості продукції. Виражена залежність впливу на титровану кислотність пива виявлена в йонах Na^+ і Cl^- , зростання концентрації яких призводить до збільшення даного показника.

Досліджено вплив на якість пива комплексів катіонів кальцію та натрію, а також суміші сульфатів та хлоридів, розчинених у воді, яка використовується для процесу затирання. Досліджено, що вплив співвідношення катіонів $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$ та сульфатів і хлоридів $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$ у заторній воді позитивно впливає на органолептичні та деякі якісні показники пива: найбільше з якісних показників пива співвідношення ключових йонів впливає на хмелеву гіркоту. Крім цього, співвідношення катіонів $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$ позитивно впливає на піностійкість пива, а співвідношення сульфатів і хлоридів $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$ призводить до збільшення долі спирту в готовому напої. За дегустаційною оцінкою пива у зразків із вищим співвідношенням ключових йонів спостерігається більш яскравий смак і аромат.

References

1. Briggs, D. E., C. A., Boulton, P. A., Brookes, R. Stevens. (2004). *Brewing: Science and practice*.

- England : Woodhead Publishing. 900 p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1533/9781855739062>.
2. Basařová, G., Šavel, J., Basař, P., Lejsek, T. (2010). Pivovarství: teorie a praxe výroby piva (Brewing: theory and practice of beer production). 1st ed. Prague: Publisher VŠCHT, 904.
 3. EBlinger, H. M. (2009). Handbook of Brewing: Processes, Technology, Markets. 2nd ed. Weinheim: Wiley, 674.
 4. Troester, K. (2009). The effect of brewing water and grist composition on the pH of the mash. *Water Chemistry, J. Wiley & Sons*.
 5. Ganbaatar, C., Kubáň, V., Kráčmar, S., Valášek, P., Fišera, M., Hoza, I. (2015). Liquid chromatographic determination of polyphenols in Czech beers during brewing proces. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, Vol. 9, 1, 24–30. DOI: <http://dx.doi.org/10.5219/421>].
 6. Punčochářová, L., Pořizka, J., Diviš, P., Štursa, V. (2019). Study of the influence of brewing water on selected analytes in beer. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. Vol. 13, 1, 24–30. DOI: <https://doi.org/10.5219/1046>.
 7. Karbassi, F., Saboury, A. (2000). Thermodynamic studies on the interaction of calcium ions with alpha-amylase. *Thermochim. Acta.*, 362. 121–129. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0040-6031\(00\)00579-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0040-6031(00)00579-7).
 8. Meletyev, A. YE. Todosiychuk, S. R., Kosho-va, V. M. (2007). *Tekhnokhimichnyy kontrol solodu, pyva ta bezalkoholnykh napoyiv*. Vinnytsya: Nova knyha.
 9. Daniels, R. (1997). How clear is your beer? *Part I. The wonderful world of filters. Zymurgy*, 20, 3, 28–31.
 10. Nykulyshyn, I. Ie., Dziniak, B. O., Pikh, Z. H., Orobchuk, O. M., Kichura, D. B. (2019). *Biokhimiia brodylnykh vyrobnytstv*. Lviv: vydavnytstvo T. Soroky.
 11. TU U 29.2-31582737-001-2003. Ustanovky zvorotnjooosmotychnoji filjtracii.
 12. Nacorchevska, V. F., Argatenko, T. V. (2000). *Chimiya vody i mikrobiologija. Vpravy i metodychni vkazivky do ich vyconanja*. Kyiv: KHYBA.
 13. DSTU 7103:2020. Pyvo. Metody vyznachannia organoleptychnykh pokaznykiv, ob'emu produkcii ta germetychnosti zakuporuvanja.
 14. DSTU 4852:2007. Metody vyznachannia kyslotnosti (bazovyi kontrolnyi metod).
 15. DSTU 7104:2009. Pyvo. Metody vyznachannia spyrtu, dijsnogo ekstraktu ta suchykh rehovyn.

A. M. Ludyn

Lviv Polytechnic National University,
Department of Organic Products Technology

IONS COMPOSITION OF MASH WATER AND THEIR INFLUENCE ON BEER QUALITY

The water obtained by reverse osmosis was studied and the method of regulating the composition of its ions, necessary for the use of this water in the mashing process in order to obtain high-quality beer, was considered. The influence of mash water ions on beer quality indicators was studied. It was found that the concentrations of individual ions in water have the greatest effect on the organoleptic parameters of the finished drink and especially on the hop bitterness. It was studied that the increase in the ratio of cations $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^{+}$ and sulfates and chlorides $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^{-}$ in mash water has a positive effect on the organoleptic and quality parameters of beer.

Key words: ion-salt composition; reverse osmosis; mash water; ion ratio; hop bitterness; extract; foam resistance; mashing process.