

СУЧАСНІ ПРОЦЕСИ І ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПИВА



Ю. І. СИДОРОВ

Національний університет «Львівська політехніка»

E-mail: sydorowy@rambler.ru

Отримано 27.09.2011

Розглянуто сучасні тенденції розвитку процесів пивоваріння та бродильних апаратів для їх реалізації. Показано, що на сьогодні найпоширенішим способом виробництва є прискорені процеси за методом Натана в одну технологічну стадію в одному апараті — циліндроконічному танку. Наступним етапом розвитку мав бути перехід до безперервних методів, однак ці, достатньо відомі способи, поки що не набули поширення. Другим напрямом розвитку пивоваріння є введення в дію міні-пивоварень, у тому числі ресторанних комплексів. Основним стимулом розвитку цього напрямку є можливість одержання так званого «живого» пива — високоякісного нефільтрованого продукту, однак сьогодні велику конкуренцію йому становлять масові виробництва, які засвоїли техніку виготовлення «живого» пива на промисловому рівні.

Ключові слова: виробництво пива, циліндроконічний танк, міні-пивоварня.

Технології виробництва пива присвячена численна література. Зазначимо лише книгу Ф. Главачека і А. Лхотського, яка свого часу була «біблією пивовара» [1], літературу 1990-х рр. [2–7], 2000-х рр. видавництва «Профессия» [8–13], а також достатньо новий україномовний підручник [14]. Незважаючи на існування великої кількості сортів пива, зокрема бельгійського ламбіку (без штучного додавання дріжджів), елю (з використанням верхових дріжджів), пива міцністю 41 об.% (шотландська пивоварня Brewdog) та безалкогольного, які потребують застосування особливих технологій, у цьому огляді йтиметься про сучасні тенденції розвитку процесів і бродильних апаратів для одержання традиційного лагерного пива.

Масове виробництво

Технології виробництва пива практично не змінюються протягом століть, що зумовлено характером і специфікою цього харчового продукту. Як і раніше, основними компонентами пива є ячмінний солод, хміль, дріжджі та вода. Традиційно сусло готують у мідних заторних і сусліварильних апаратах (рис. 1), однак сьогодні не гіршого результату можна досягти і в апаратах, виконаних з харчової нержавіючої сталі (рис. 2), а фільтрувальні чани замінюють на продуктивніші пластинчасті фільтри (фільтр-преси, рис. 3).



Рис. 1. Сучасний мідний сусліварильний апарат (Московська пивоварня)



Рис. 2. Сучасний сусліварильний апарат з нержавіючої сталі



Рис. 3. Пластинчастий фільтр для фільтрування сусла

До середини ХХ ст. бродильні апарати виготовляли відкритими, прямокутної або циліндричної форми (у вигляді танків). У разі застосування прямокутних апаратів площу цеху використовують якнайповніше. У бічній стінці прямокутного апарата на висоті 10–15 см від днища вмонтовували патрубок для зливання молодого пива, а в днище — патрубок для зливання дріжджів; усередині встановлювали охолоджувальний змійовик для відведення тепла, що виділяється під час бродіння. Змійовики вмонтовували навіть у бетонні стінки бродильних чанів. Бетонні чани із часом давали тріщини, в яких накопичувалася стороння мікрофлора. Тріщини заповнювали церезином, воском та іншими подібними матеріалами. Зрозуміло, що таке обладнання не відповідало санітарним нормам і негативно впливало на якість пива. Тому згодом набули поширення закриті горизонтальні циліндричні танки об'ємом від 8 до 50 м³, які використовують як для головного бродіння, так і для доброджування зеленого пива в лагерних відділеннях.

На рис. 4 показано зовнішній вигляд сучасного відділення доброджування за традиційною технологією.

Революційні зміни в технології бродіння розпочалися за ініціативою провідних світових транснаціональних компаній, таких як Anheuser-Busch InBev (Бельгія), Guinness (Велика Британія), SABMiller (Велика Британія), Heineken N. V. (Нідерланди), Carlsberg (Данія), та інших західноєвропейських і американських фірм. Стимулом змін було намагання прискорити технологічні процеси з метою одержання найвищих прибутків за мінімуму витрат. Зокрема, компанія Guinness почала використовувати суміш п'яти оригінальних штамів дріжджів, яку

сьогодні застосовують в усіх різновидах пива «Гінес». У цьому разі відбувається бурхливий процес бродіння за високої температури (25 °С). У результаті процес виробництва пива триває лише 2 доби (для порівняння зазначимо, що дозрівання темних і щільних сортів пива, до яких належить і «Гінес», за традиційними технологіями може тривати до 2 років). Однак у такому швидкісному пиві утворюється нестійка піна, тому для підтримання її вдаються до насичення пива азотом.

Іншим шляхом прискорення процесу, яким пішли деякі компанії, є реорганізація виробництва за напівбезперервним способом.

Напівбезперервне бродіння проводять тільки в закритих бродильних апаратах, які комплектують у батареї, що складаються з розброджувача і п'яти бродильних апаратів. Норма додавання дріжджів — 0,6–1 л на 1 гл. Розброджувач заповнюють сусликом з температурою 6–8 °С, перемішують протягом 30 хв і зброджують упродовж 24 год, а потім половину об'єму перекачують у перший бродильний апарат. Далі обидва апарати доливають свіжим сусликом до повного об'єму. З інтервалом в одну добу заповнюють усі бродильні апарати. Пивне сусло зброджують за надлишкового тиску протягом 5–6 діб. Доброджування пива проводять за температури від 0 до 2 °С в закритих апаратах під надлишковим тиском 0,03–0,06 МПа. Тривалість доброджування залежить від сорту пива і коливається від 21 (для пива «Жигулівське») до 90 діб (для пива



Рис. 4. Відділення доброджування у вертикальних ємностях

«Портер»). Стадії розброджування з використанням від'ємно-доливного способу ферментації, бродіння і доброджування можна розглядати як окремі одночасно діючі підприємства, що узгоджені в часі [15].

Наступним кроком у напрямі прискорення технологічного процесу було використання розробок швейцарського вченого Натана, який ще в XIX ст. застосував новий принцип пришвидшення бродіння за рахунок збільшення концентрації дріжджів у вихідному суслі та особливого температурного режиму за відповідної висоти бродильної ємності. Вона повинна мати форму витягнутого циліндра з конічним дном, тобто циліндроконічного танка (ЦКТ). Після прискореного бродіння зелене пиво примусово звільнювали від CO_2 та легкої органіки і промивали свіжою вуглекислою. Унаслідок цих заходів весь процес бродіння і доброджування в одному апараті займав лише 10–14 дб. Перше опробування способу на дослідній установці об'ємом 1 м^3 датується 1908 р., а перше впровадження — на пивоварні «Кулмбах» (Баварія) з використанням ЦКТ об'ємом 80 м^3 у 1928 р. Метод не прижився, оскільки якість пива не досягала німецьких і чеських стандартів. Окрім того, висота стовпа бродильної рідини була такою значною, що зменшувала розміри дріжджової клітини вдвічі, і це не могло не позначитись на процесі загалом. Ще одним притаманним тільки ЦКТ недоліком була неможливість повного усунення дріжджових дек із поверхні. Лише через декілька десятків років удосконалень процесу ЦКТ стали придатними для масового впровадження у 1960–1970-х рр. Детально з історією виникнення ЦКТ можна ознайомитись на сайті [16].

На рис. 5 показано схему ЦКТ.

Сусло з температурою $7\text{--}9 \text{ }^\circ\text{C}$ подають в апарат і заповнюють його на 85%. У потік сусли додають дріжджі в кількості $0,7\text{--}1 \text{ л}$ на 1 гл . За декілька перших дб бродіння температура підвищується до $13\text{--}14 \text{ }^\circ\text{C}$. За цієї температури сусло бродить $6\text{--}7 \text{ дб}$. Потім пиво в нижній частині апарата охолоджують до $1\text{--}2 \text{ }^\circ\text{C}$, унаслідок чого утворюється щільний осад дріжджів, який виводять з апарата. На 8-му добу пиво нагрівають до $3\text{--}4 \text{ }^\circ\text{C}$, на 9-ту — знову охолоджують до $1\text{--}2 \text{ }^\circ\text{C}$ і витримують за цієї температури $5\text{--}6 \text{ дб}$ для завершення процесів доброджування.

Поєднання процесів бродіння і доброджування дало змогу скоротити їх тривалість до $12\text{--}18 \text{ дб}$ залежно від концентрації початкового сусли. Ця технологія характе-

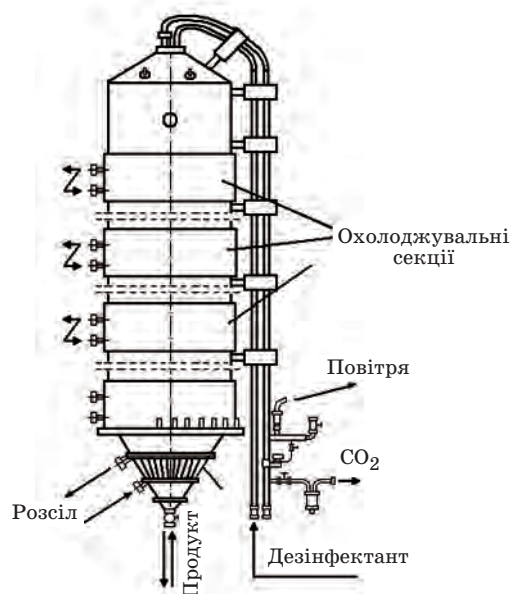


Рис. 5. Схема ЦКТ (пояснення в тексті)

ризується простотою, а капітальні витрати за встановлення апаратів зовні приміщення істотно зменшуються. Проте для отримання елітних сортів пива час бродіння істотно збільшують. Такий тривалий цикл бродіння гарантує м'який, цілісний, унікальний смак пива.

Циліндроконічні апарати мають теплоізоляційне покриття, що уможливило встановлення їх просто неба, а для зручності обслуговування нижню частину їх розташовують в одноповерховому приміщенні (рис. 6).

Сьогодні спосіб одержання пива в ЦКТ є найбільш поширеним і прогресивним, а провідним виробником апаратів є німецька фірма Ziemann [17], яка виготовляє їх з високоякісної харчової нержавіючої сталі. Навіть труднощі, які виникають під час транспортування цих апаратів з Німеччини у країни СНД, не перешкоджають упровадженню їх у вітчизняне виробництво пива. Проте слід зауважити, що російська промисловість також опанувала технологію виготовлення ЦКТ достатньо високої якості (ВАТ «Комсомолец» им. Н. С. Артемова», Тамбов).



Рис. 6. ЦКТ просто неба

На рис. 7 подано зовнішній вигляд ЦКТ компанії Ziemann (Московський пивоварний завод, 2011 р.) [18].

Революційними змінами в сучасному виробництві пива можна вважати загальне підняття культури виробництва і тотальний контроль на всіх стадіях процесу, в тому числі за поточним станом дріжджових культур (рис. 8).



Рис. 7. ЦКТ у закритому павільйоні



Рис. 8. Сучасна система контролю на пивоварні Warsteiner Brewery (Варштайн, Німеччина)

Наступним етапом масового виробництва пива має стати перехід до безперервної організації процесу. Сьогодні розроблено різні схеми безперервного бродіння суслу і доброджування молодого пива. На рис. 9 наведено одну з них [19].

Основною частиною цієї установки є каскадно-ярусний апарат (7), який є прямокутною місткістю з корозійно-стійкої сталі. Усередині місткості є горизонтальні полиці з відігнутими вниз козирками, призначеними для затримання діоксиду вуглецю. Газ, що накопичується під полицями, періодич-

но проривається вгору і здійснює інтенсивне перемішування рідини, що зброджується, перешкоджаючи зсіданню дріжджів.

Каскадно-ярусна установка працює так.

Гаряче сусло з відстійного чана (4) стікає до сепаратора (3) для відділення осаду, а потім стерилізується нагріванням в апараті (2). Стерильне сусло після збірника (5) поділяється на два потоки. Основна частина його, що пройшла через холодильник (1), надходить у нижню камеру каскадно-ярусного апарата, а друга частина подається в дріжджегенератор (6). Зрілі посівні дріжджі з дріжджегенератора приєднуються до основного потоку холодного суслу перед входом його в каскадно-ярусний апарат. Унаслідок невеликого перепаду тиску, коли сусло в збірнику (5) перебуває під надлишковим тиском стисненого повітря 0,05–0,07 МПа, у каскадно-ярусному апараті під тиском діоксиду вуглецю 0,015–0,025 МПа рідина, що зброджується, поступово піднімається з полиці на полицю каскадно-ярусного апарата. Молоде пиво стікає з верхньої полиці апарата в холодильник (8), а потім — у збірник (9) і сепаратор (10) для відділення дріжджів. Після двох стадій карбонізації (насищення діоксидом вуглецю) в карбонізаторах (11 і 12) пиво надходить у сепаратори для освітлювання, а далі — у розливні автомати.

Весь процес головного бродіння триває 48–50 год за температури 20–24 °С. Для забезпечення нормальної роботи безперервних установок і високої якості пива важливе значення має мікробіологічна чистота як установки, так і раси дріжджів, суслу, повітря, приміщення, де відбувається бродіння. Тому регулярно за графіком проводять ретельну дезінфекцію окремих апаратів і всієї установки, за необхідності замінюючи посівні дріжджі чистою культурою.

Ще за часів СРСР був відомий спосіб безперервного бродіння і доброджування, який передбачає з'єднання бродильних і лагерних танків у батареї, а останніх — у лінію безперервного потоку продукту за температурних режимів класичної технології [20].

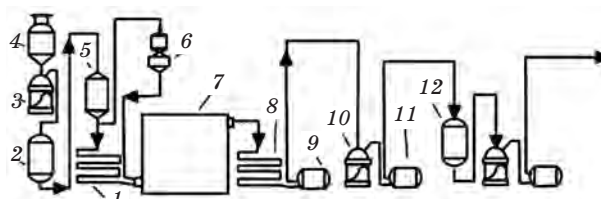


Рис. 9. Каскадно-ярусна установка для безперервного бродіння

Сумарна ємність батареї дорівнювала добутку потоку сусла на необхідний час бродіння і доброджування. З упродовженням методу використовували апаратуру, що існувала на той час, тобто стандартні бродильні місткості та місткості доброджування елементарно послідовно з'єднували в один ланцюг. Унаслідок грубих порушень як у технології, так і в загальній культурі виробництва, якість пива (Жигулівського) за стабільністю не витримувала встановленого терміну (7 днів), тому в СРСР безперервний спосіб не набув поширення. Однак за подібною схемою з 1966 р. працював і працює зараз перший комплексний завод La Cerveceria del Norte (Валенсія, Іспанія) потужністю 30 000 гл/місяць, і пиво, яке він постачає, споживач сприймає як високоякісне [21].

Відомі інші схеми безперервного виробництва пива, зокрема такі, що передбачають використання іммобілізованих дріжджів [22, 23]. Однак усі ці схеми поки що існують у численних наукових статтях і патентній літературі. Проте значна увага до методу рано чи пізно приведе до його реалізації. Зокрема так вважає С. Болтон з компанії Coors Brewers (Велика Британія) [24].

Сьогодні фахівці бельгійської компанії Martens Brewery Group of Bocholt майбутнє розвитку пивоварної технології вбачають у застосуванні безперервних ліній з підготовки сусла (continuous brewhouse) на базі обладнання і технології, пропонованих фірмою Meurabrew [25, 26], яка вже в 2007 р. апробувала процес на промисловому рівні. Повністю автоматизовану пивоварню, яка матиме одну поточну лінію затору і варіння сусла та дві лінії фільтрування (дві — через використання фільтрів періодичної дії), проєктує фірма Norit Process Technology. Застосування мікрофільтраційних мембранних технологій дасть змогу повертати очищені стічні води в технологічний процес. «Пивоварня майбутнього» будуватиметься в китайському місті Фучжу.

Фахівці усвідомлюють, що якість пива, одержаного безперервним способом, відрізнятиметься від класичного періодичного, тому вже сьогодні проводять дослідження щодо способів збереження цієї якості, зокрема аромату [27].

Фахівці компанії SABMiller вважають, що в наступні 30 років з'являться пивоварні, що розташовані на кораблях. Тим самим будуть вирішені проблеми з вартістю води і мобільністю доставлення пива в райони, що бідні на воду [28].

Міні-пивоварні

Другим важливим напрямом розвитку пивної промисловості, незважаючи на те, що «велика п'ятірка» лідерів у цій галузі («Балтика», SunInbev, Heineken, SABMiller і Efes) захопила 87% ринку, є поширення міні-пивоварень, які продукують так зване дороге (20–40 грн/0,5 л), елітне «живе пиво» — нефільтроване або фільтроване, однак непастеризоване пиво з малим терміном зберігання (не більше 3 днів).

Сьогодні споживач звик до фільтрованого прозорого пива, однак процес фільтрування почали застосовувати лише на початку ХХ ст., що викликало обурення німецьких і чеських пивоварів, які вважали, що фільтрування приховує недоліки невдалих партій пива.

У 1980-90-х рр. у Німеччині було введено в дію 100 міні-пивоварень. На сьогодні їх вже 200. І в інших європейських країнах кількість міні-пивоварень також збільшується. Так, у Великій Британії вона досягла 180 і зростає далі. Швидкий розвиток міні-пивоварень відзначено в Японії. З 1994 р. дотепер стало до ладу близько 250 таких підприємств. Кількість ресторанних пивоварень у США досягла 700. Промисловість пропонує ресторанні пивоварні потужністю від 200 до 50 000 л/добу. Серед відомих і активних компаній, які просувають свою продукцію на ринок, можна назвати Kaspar Schulz (Німеччина), Destila (Чехія), Techmpex s.r.o. (Словачія) [29], Potravinarske Stroyarne Svidnik (Словачія), Flecks Brauhaus Technik GmbH (Австрія) [30], Anton Steinecker Maschinenfabrik GmbH (Німеччина) [31], Zhongde Equipment Co., Ltd, Shandong, Jinan Zhuoda Machine Equipment Co., Ltd, Ningbo HGM Food Co., Ltd, BeerFactory (всі — Китай), Agrostahl Ltd, Zip Technologies (обидві — Угорщина), Doktor Burgwiz-Gordeev, Ltd (Німеччина), казахстансько-німецьке СП «Беккер и К» (Казахстан), «Миасский машиностроительный завод», АНО НТЦ «Солод, напитки, концентраты и добавки» (Росія) тощо.

В Україні діють посередницькі компанії, які надають послуги з продажу, монтажу і обслуговування міні-пивоварень відомих фірм. До них, зокрема, належать ВАТ «Бремгас» (Київ), СП «Пивоварні з Китаю» (Київ), Кафанов А. Н., СПД (Запоріжжя), ПП «Екосервіс» (Київ) тощо. Перший міні-пивзавод Zip Technologies був поставлений до України в 1996 р. Кількість підприємств особливо збільшувалась напередодні піднесення пивного ринку в 2001 і 2006 рр.

В основному це були виробництва промислового призначення, у тому числі й середні підприємства досить великої потужності. Однак у тому ж 2006 р. тенденція змінилася. Починаючи з цього періоду й до сьогодні, практично всі постачання припадали на ресторани пивоварні (у тому числі 8 нових об'єктів у 2008 р. і 6 пивоварень у 2009 р.) [32].

Утім, міні-пивзаводи становлять невеличку частку світового ринку, зокрема, лише 0,8% російського виробництва пива, а міні-пивзаводи, інтегровані з рестораном, — 0,2% [33].

Розрізняють два типи комплексів «міні-пивоварня — ресторан»: з чіткою і розмитою концепцією. У ресторанах з чіткою концепцією (стара Європа) у меню присутні 2–3 брендированих сорти пива, клієнтура є постійною, атмосфера — домашня; з розмитою (Велика Британія і США) — 5 сортів і більше, які розраховані на космополітичних клієнтів.

На рис. 10–12 показано приклади інтер'єрів комплексу «міні-пивоварня — ресторан» (ресторан «Балтика Бру» в Санкт-Петербурзі; міні-пивзавод IRISTON-1500 з варницею SATENIK на 1 500 л сусла за добу і відділенням бродіння/доброджування WASAMONGA) [34] та англійського пабу.

Для порівняння наводимо найпоширеніший в СРСР спосіб вживання пива на вулицях, у парках тощо (рис. 13).

Пивна промисловість пропонує обладнання для виготовлення пива і в домашніх умовах. Існує низка компаній, що займаються комерційним засвоєнням цього сектору ринку, наприклад, вони випускають відповідне обладнання, готовий хмелювий солодовий екстракт тощо. Слід зазначити, що у виробництві пива в домашніх умовах використовують технологію верхнього бродіння, тому правильніше називати домашнє пиво елем.



Рис. 10. Пивний зал з обладнанням

Для приготування домашнього пива, передусім, потрібна місткість від 25 до 40 л та інше додаткове обладнання (гідрозатвір, термометр, сифонна трубка тощо). Основні етапи домашнього виробництва пива: стерилізація обладнання — приготування пивного сусла — бродіння (6–20 діб) — доброджування (7–20 діб) — природна карбонізація (місткість шпунтують) — дозрівання (від 30 діб для елей і 1–2 роки для дуже густих темних сортів, барлівайнів).



Рис. 11. Пивний зал з відділенням доброджування



Рис. 12. Англійський паб



Рис. 13. Вулична торгівля пивом в СРСР у 1975 р.
(<http://iconotheque-russe.ehess.fr/>)

На рис. 14 показано зразки домашніх пивоварень.

Загалом, термін «міні-пивоварня» має ширше визначення, оскільки до міні-пивоварень відносять не тільки ресторанны комплекси, але й більш потужні заводи, які обслуговують цілі райони. Прийнята така класифікація: мікропивоварня виготовляє від 25 до 5 000 л за добу, міні-пивоварня — від 5 000 літрів і вище, виробничий міні-пивзавод — від 30 000 л за добу. На міні-пивзаводах випускають пиво за повною технологією, як прийнято на великих підприємствах, тобто готують сусло, яке зброджують, пиво фільтрують, пастеризують, розливають у пляшки або в кеги тощо. Конкурентним стимулом розвитку таких підприємств є висока якість пива або низька ціна за рахунок зниження якості.

В Україні пиво виробляють багато компаній, серед яких провідне місце посідає так звана «Велика четвірка»: корпорація «Оболонь», «Славутич, Carlsberg Group», «САН ІнБев Україна» (Anheuser-Busch InBev) і SABMiller Company (всі — транснаціональні), однак є й малі пивоварні, зокрема ТзОВ «Перша приватна browарня» (Львів), ВАТ «Бровар» (Микулинці) тощо, однак три з них у 2008 р. припинили своє існування [35]. Сьогодні запропонувати новий сорт пива з атрибутом «живе» і зробити акцент на його ремісничому походженні — умова необхідна, але вже недостатня. Ці методи використовують і великі міжнародні компанії, які розливають регіональні сорти непастеризованого пива. Економічні питання міні-пивоварень, їхню тактику і стратегію



Рис. 14. Домашні пивоварні:

- a* — обладнання компанії The Hobby Beverage Equipment Company (Лос Анджелес, США);
б — обладнання компанії Braumeister (Німеччина)

щодо виживання в сучасних умовах розглянуто в статтях [32, 36].

Технології, які застосовують у міні-пивоварнях, є принципово традиційними. Як і в давнину, бродіння здійснюють у відкритих місткостях (бочках), однак зараз вони мають дещо інакший вигляд (рис. 15).



Рис. 15. Відкриті бродильні апарати приватної міні-пивоварні

Сьогодні відкриті бродильні чани відійшли у минуле, оскільки не забезпечують елементарних санітарних норм експлуатації.

На малих підприємствах головне бродіння проводять переважно в горизонтальних або вертикальних закритих бродильних чанах, які споряджені оглядовими вікнами, через які зручно спостерігати за перебігом процесу бродіння (рис. 16).



Рис. 16. Закриті чани головного бродіння на міні-пивоварні

Зручнішими є бродильні чани з конічними днищами, в які легше збирати дріжджі після бродіння, зручніше спостерігати за процесом бродіння (компанія Anton Steinecker Maschinenfabrik GmbH) (рис. 17, 18).

Як і раніше, в міні-пивоварнях використовують зменшені копії традиційних заторних і сусловарильних апаратів (рис. 19–21).

Сучасні міні-пивоварні обов'язково споряджують системами «миття на місці» (CIP). На рис. 22 як приклад показано таку систему (ТзОВ «IMS — Innovative Modular Systems», С.-Петербург) [34]. Ця компанія

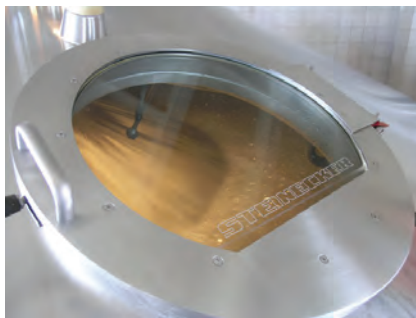


Рис. 17. Сучасний відкритий чан з конічним дном фірми Steinecker



Рис. 18. Монтаж бродильних чанів з конічним дном фірми Steinecker



Рис. 19. Заторне відділення міні-пивоварні великої потужності



Рис. 20. Сусловарильний апарат міні-пивзаводу



Рис. 21. Міні-пивзавод компанії Flecks Brauhaus Technik GmbH



Автоматизована СІР-станція



Ручна СІР-установка для миття ємностей

Рис. 22. СІР-установки на міні-пивоварні

є розробником нової системи пропagaції чистої культури дріжджів (ЧКД), яка є продуктивнішою, дешевшою, з концентрацією клітин на 30% більше, ніж в інших системах, при цьому усунуто ризик контамінації, і за всіма показниками якості ця продукція перевершує конкурентні аналоги. Суть інновації полягає в тому, що установка складається з двох місткостей: у першій відбувається власне процес пропagaції, а друга є буферною з теплоізоляцією, в яку приймається гаряче сусло з варниці. З буферної місткості гаряче сусло безперервним потоком доливається в пропagaтор, який має відповідну систему охолодження. Детально із системою можна ознайомитись у роботах [37, 38].

Отже, наведені в огляді дані свідчать про значний прогрес, досягнутий в останній час в біотехнологічній галузі виробництва пива. Цей прогрес стосується певним чином і України. Але в цьому напрямі слід вирішити ще багато питань, в тому числі й збільшення обсягів відповідних капіталовкладень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Главачек Ф., Лхотский А. Пивоварение. — М.: Пищевая промышленность, 1977. — 624 с.
2. Калуняц К. А. Химия солода и пива. — М.: Агропромиздат, 1990. — 176 с.
3. Калуняц К. А., Яровенко В. Л., Домарецкий В. А., Колчева Р. А. Технология солода, пива и безалкогольных напитков. — М.: Колос, 1992. — 446 с.
4. Косминский Г. И. Технология солода, пива и безалкогольных напитков. — Минск: Дизайн ПРО, 1998. — 351 с.
5. Тихомиров В. П. Технология пивоваренного и безалкогольного производств. — М.: Колос, 1998. — 448 с.
6. Хорунжина С. И. Биохимические и физико-химические основы технологии солода и пива. — М.: Колос, 1998. — 312 с.
7. Kunze W. Technology brewing and malting. International edition. — Berlin: VLB, 1996. — 726 p.
8. Бэмфорт К. У. Новое в пивоварении. — СПб.: Профессия, 2007. — 520 с.
9. Федоренко Б. Н. Пивоваренная инженерия: технологическое оборудование отрасли. — СПб.: Профессия, 2009. — 1 000 с.
10. Шуманн Г. Безалкогольные напитки: сырье, технологии, нормативы: Пер. с нем. — СПб.: Профессия, 2007. — 280 с.
11. Нарцисс Л. Краткий курс пивоварения: Пер. с нем. А. А. Куреленкова. — СПб.: Профессия, 2007. — 640 с.
12. Прист Ф., Кемпбелл И. Микробиология пива: Пер. с англ. — СПб.: Профессия, 2005. — 368 с.
13. Кунце В. Технология солода и пива: Пер. с нем. — СПб.: Профессия, 2001. — 912 с.
14. Домарецкий В. А. Технология солоду і пива: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. — К.: ІНКОС, 2004. — 426 с.
15. Сидоров Ю. І., Влязло Р. Й., Новіков В. П. Процеси і апарати мікробіологічної та фармацевтичної промисловості. — Львів: Інтелект-Захід, 2008. — 736 с.
16. Линия производства пива. — www.keg-torg.ru/index.php/2010-08-17-06-28-27/2010-08-18...
17. ZIEMANN GROUP. — www.ziemann.com/cms/index.php?idcatside=35.
18. Московский пивоваренный завод. — <http://marisha-amber.livejournal.com/189090.html>.
19. Производство пива. Раздел 3. Брожение пивного сусла. Способы непрерывного сбраживания сусла. — beermaster1.narod.ru/44.htm.
20. Пиво. — iok.narod.ru/aaa.html.
21. Пивоваренный завод непрерывного действия. — www.pivovod.ru/.../content/content.php?...
22. Ilkka Virkajärvi. Feasibility of continuous maim fermentation of beer using immobilized yeast. — www.vtt.fi/inf/pdf/publications/2001/P430.pdf.
23. Pilkington P. H., Margarits A., Mensour N. A., Russel I. Fundamentals of Immobilized

- Yeast Cells for Continuous Beer Fermentation: a Review // J. Inst. Brew. — 1998. — V. 104. — P. 19–31.
24. *Boulton C.* Fermentation of beer // in *Brewing: New technologies*. Edited by C Bamforth, University of California Davis, USA. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. — 2006. — N 126. — 500 p.
25. *Brewery of the future* Process Engineering / The Engineer. — [www.theengineer.co.uk/channels/process-engineering/...](http://www.theengineer.co.uk/channels/process-engineering/)
26. *The MEURABREW: the brewhouse of the future!* — www.meura.com/uploads/pdf/Meurabrew%20Paper.pdf.
27. *Brányik T., Vicente A. A., Dostálek P., Teixeira J. A.* A Review of Flavour Formation in Continuous Beer Fermentations // J. Inst. Brew. — 2008. — V. 114 (1). — P. 3–13.
28. *The future of brewing: preparing for the worst* / Guardian... (10.11.10). — www.guardian.co.uk/.../sabmiller-future-of-brewing.
29. *TECHIMPEX spol. s r. o.* — www.techimpex.sk/contact.php?lang=eng.
30. *Flecks Brauhaus Technik Austria: Microbrewery Plant* — www.brauhaus.austria.com/company.htm.
31. *Anton Steinecker Maschinenfabrik GmbH Products, Services* — www.balticnordic.com/anton-steinecker-maschinenfabrik...
32. *Ведущие производители минипивзаводов «Пивное дело...* — www.pivnoe-delo.info/.../.
33. *Малый пивоваренный формат.* — www.beer.lg.ua/node/4.
34. *Инновационные модульные системы.* — inmodsys.com.
35. *Украинское пиво* — Википедия. — ru.wikipedia.org/wiki/Украинское_пиво/.
36. *Уникальная технология производства пива помогла компании «Пятый океан» завоевать место на конкурентном рынке.* — www.vlasnasprava.info/.../management.html?...
37. *Кайтуков Ч.* Системы пропагации пивных дрожжей. Часть I // *Индустрия напитков.* — 2006. — № 3 (45). — С. 20–23.
38. *Кайтуков Ч.* Системы пропагации пивных дрожжей. Часть II // *Там же.* — 2006. — № 3 (46). — С. 14–18.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИВА

Ю. И. Сидоров

Национальный университет
«Львовская политехника»

E-mail: sydorowy@rambler.ru

Рассмотрены современные тенденции развития процессов пивоварения и бродильных аппаратов для их реализации. Показано, что сегодня самым распространенным способом производства являются ускоренные процессы по методу Натана в одну технологическую стадию в одном аппарате — цилиндроконическом танке. Следующим этапом развития должен быть переход к непрерывным методам, однако эти, достаточно известные способы, пока еще не нашли реализации. Вторым направлением развития пивоварения является внедрение мини-пивоварен, в том числе ресторанных комплексов. Основным стимулом развития этого направления является возможность получения так называемого «живого» пива — высококачественного нефилтрованного продукта, однако сегодня серьезную конкуренцию ему составляют массовые производства, которые освоили технику производства «живого» пива на промышленном уровне.

Ключевые слова: производство пива, цилиндроконический танк, мини-пивоварня.

MODERN PROCESSES AND EQUIPMENT FOR BEER PRODUCTION

Yu. I. Sidorov

«Lviv's Polytechnica»
National University

E-mail: sydorowy@rambler.ru

Modern progress trends of processes of brewing and fermenters for their realization are considered. It is rotined that the today most widespread method of production are speed-up processes on the method of Nathan in one technological stage in one vehicle — cylinder-conical tank — CCT. The next stage of development must be passing to the continuous methods, however these, known enough methods, so far did not find realization. The second directions of development of brewing is distribution of mini-brewerys, including restaurant complexes. The basic stimulus of development of this direction is possibility of receipt of the so-called «living» beer — the high-quality unfiltered product, however today large competition make mass productions which mastered the technique of production of «living» beer at industrial level.

Key words: production of beer, cylinder-conical tank, mini-brewery.