

## CLEAN ENVIRONMENT – EXTRA PROFIT

V. Koshova, A. Kuts, M. Lubyanyo

National University of Food Technologies

---

### Key words:

Spent grain  
Drying  
Physicochemical composition  
Physicochemical composition

### ABSTRACT

The current methods of processing of the treatment of spent grain as a waste of beer production were analyzed. We investigated the grains from different types of unmalted raw materials: rice semolina, barley and corn flour. Residual brewer's yeasts were added (15 % vol.) into all kinds of pellets for insuring of biological regulatory. The wet pellets were dried in the turbulent dryer, the performance of which was regulated by turns of spent grain dewatering press. The temperature of dryer agent was 160 °C inlet, in the zones of drying it was 83 °C, than 90 °C and 87 °C and 105 °C outlet. The different amounts of steam were spent for the production of the pellets with a given humidity (12 % max.). That amounts were depend from physic and chemical composition of the original grains. The largest expenditure of steam required from drying grains with corn flour, but in this case the quality of product as fat and crude oil protein content was higher. The minimum cost of a couple was dried pure malt grains, but also the quality of the product was lowest. Cost couples increased with the numbers of revolutions of the press push-ups, which is due to the large quantities of wet spent grain.

---

### Article history:

Received 4.07.2013  
Received in revised  
form 4.12.2013  
Accepted 11.12.2013

---

### Corresponding author:

anatolykuts@ukr.net

## ЧИСТЕ ДОВКІЛЛЯ – ДОДАТКОВИЙ ПРИБУТОК

В.М. Кошова, А.М. Куц, М.О. Лубяной

Національний університет харчових технологій

*Проаналізовані сучасні способи переробки пивної дробини, як високотонажного відходу виробництва пива. Запропоновано висушувати її на турбулентній сушарці з подальшим гранулюванням. Встановлено, що більш якісні гранули при мінімальних витратах пари отримуються із чисто солодової або солодово-рисової дробини з додаванням до неї перед висушуванням 15 % залишкових пивних дріжджів.*

**Ключові слова:** пивна дробина, висушування, фізико-хімічний склад, залишкові пивні дріжджі

**Вступ.** Пивна дробина — осад, що утворюється після фільтрування затору під час виробництва пива. Це натуральний екологічно чистий продукт з високим вмістом протеїну, високоякісний корм для відгодівлі худоби.

---

© В.М. Кошова, А.М. Куц, М.О. Лубяной, 2013

Дробина має густу консистенцію грубо розмеленого зерна із світло-коричневим кольором, солодкувата на смак та із солодовим запахом. В ній залишається біля 75 % білкових речовин і 80 % жиру, що міститься у затираємих солоді і несолоджених матеріалах [2, 4].

Сезонність в роботі пивоварних компаній з піками виробництва, що приходяться на весняно-літній період, призводять до накопичення великих об'ємів пивної дробини. В середньому на 1000 дал виробленого пива утворюється біля 2,5 т пивної дробини вологістю 86 % і відповідно щорічно на пивоварному заводі середньої потужності у відході йде до 35 тис. т дробини. За таких масштабів вміле і дбайливе використання відходів та побічних продуктів виробництва може дати не тільки відчутний дохід переробникам цих відходів, але і суттєво усунути загрозу забруднення навколишнього середовища.

Тому розробка ефективних способів її використання і переробки є актуальною проблемою пивоваріння.

Використання дробини у свіжому вигляді пов'язане з низкою труднощів. По-перше, сира дробина швидко закисає і пліснявіє, по-друге, транспортування її до місця споживання проблематичне та коштовне. Одночасно на полігонах пивоварних заводів за сезон накопичується до сотні тисяч тон пивної дробини. Це суміш рослинних і мікробних білків, простих і складних вуглеводів, органічних кислот та інших речовин, що складена на відкритих майданчиках і яка вже на третій день починає виділяти у біосферу отруйні продукти гідролізу і гниття, в тому числі такі отруйні гази як скатол, індол, аміак. Хімічні продукти розпаду, поступово проникаючи у ґрунт, отруюють ґрунтові води, внаслідок чого землі стають непридатними для господарського використання на багато років (причому з непередбачуваними екологічними наслідками) [2, 4].

Максимально підвищити цінність кормових добавок, що випускаються в даний час з дробини, можна шляхом вдосконалення способів її переробки, яких є достатньо багато.

До одного із найбільш перспективних відноситься біоферментація із застосуванням закваски Леснова, завдяки якій за рахунок додатково утвореного мікробного білку зростає як білкова складова дробини, так і енергетична цінність одержаного корму. Технологія приготування добавок із застосуванням закваски Леснова включає твердофазну ферментацію, що у стислі терміни протягом 8...12 год. забезпечує значне зростання в них протеїнової складової. Внаслідок ферментації в оброблюваній сировині знижується вміст клітковини при одночасному збільшенні кількості кормових одиниць, перетравного білку, легкозасвоюваних вуглеводів і водорозчинних вітамінів [8].

Іншим способом переробки дробини є зниження в ній вмісту клітковини. Корми з великим вмістом клітковини придатні для відгодівлі тільки жуйних тварин, травна система яких містить спеціальні ферменти і мікрофлору, що здатні гідролізувати та асимілювати целюлозу. При відгодівлі свиней, птахів, хутрових і свійських тварин є обмеження щодо вмісту клітковини в раціонах їх живлення. Тому збалансувати за білком корм на основі пивної дробини вдається тільки добавкою м'ясного або рибного борошна, що не містять целюлозу [8].

Для виходу пивної дробини на ринок повноцінних комбікормових продуктів пропонується створення виробництва дріжджового кормового концентрату на продуктах гідролізу клітковини, вуглеводах і органічних кислотах. Такий процес передбачає:

- ферментативну обробку дробини;
- механічне відділення нерозчинного залишку (кека);
- вирощування аеробних кормових дріжджів на розчинних вуглеводах і органічних кислотах;
- флотацію і згущування сепарацією отриманої дріжджової біомаси;
- сумісне сушіння згущеної біомаси з сирими залишками дробини;
- анаеробне перероблення залишкових ХПК, азоту і фосфору.

Постадійний матеріальний баланс процесу розрахований на вихідний потік 8000 кг дробини/год. вологістю 75 % дозволяє отримати на виході біля 1500 кг високобілкового продукту за годину з вологістю 10 % і вмістом білку 45 %. Така технологія за повної утилізації дробини дає комбінований концентрат корму з високими показниками за кормовою цінністю, що може бути використаний як основа раціонів для відгодівлі всіх видів сільськогосподарських тварин і птахів.

Пивну дробину з вологістю не більше 60 % можна консервувати у чистому вигляді. Під час силосування пивної дробини високої вологості для зменшення останньої до силосної маси можна додавати соломку, полову чи зелену масу злакових або бобових. Силосують пивну дробину в облицьованих заглиблених або напівзаглиблених траншеях та у спеціальних сховищах-траншеях із цегли, збірного залізобетону, бутового каменю чи у поліетиленових рукавах-ємностях [3].

Для консервування пивної дробини природної вологості або віджатої до 60 % рекомендується застосовувати як біологічний консервант закваску, виготовлену на основі амілолітичного молочнокислого стрептокока. Для внесення закваски у дробину з концентрату готують робочий розчин. Для чого ретельно розмішують і розводять водою у співвідношенні 1 дм<sup>3</sup> закваски на 10 дм<sup>3</sup> води. Отриману робочу суміш вносять у пивну дробину рівномірно, розбризкуючи по всьому об'єму. Норма внесення препарату — 1 дм<sup>3</sup> робочого розчину на 1 т пивної дробини [9].

Останнім часом пивну дробину все частіше додають в дієтичні продукти харчування, хлібобулочні, макаронні, кондитерські, м'ясні і молочні вироби. Але в цьому випадку її попередньо висушують і перемелюють на борошно, застосовуючи різні технології [6–8].

Одержане борошно багате на білок і целюлозу, містить основні мікроелементи (кальцій, фосфор, марганець, залізо, мідь), жирні кислоти, вітаміни Е і Р. Харчова і біологічна цінність борошна із пивної дробини дозволяє замінювати ним 10...15 % пшеничного борошна під час виготовлення хлібобулочних виробів. Із збільшенням частки дробини підвищується водопоглинальна здатність тіста і тривалість його піднімання, а стійкість у часі зменшується. Завдяки цьому в тісто потрібно вводити додаткову кількість води, що сприяє збільшенню виходу хліба і економії пшеничного борошна. Готові вироби за органолептичними і фізико-хімічними показниками практично не відрізняються від виробів, виготовленими за традиційними технологіями [6].

Під час теплової обробки пивна дробина переробляється практично без залишку. Система ефективна, економічна і є джерелом енергії безпечним для навколишнього середовища. Метод теплової утилізації забезпечує перетворення пивної дробини із відходів виробництва у цінний матеріал. З 1 т вихідної сирової дробини із залишковою вологістю біля 80 % можна отримати майже 1МВтЧгод. теплової енергії. Сира дробина із фільтраційного апарату передається до стрічкового пресу безперервної дії, де вона механічно зневоднюється до вмісту в ній сухих речовин близько 42 % і тому стає біологічно стабільною. Пивна дробина після віджимання придатна для спалювання як горючий матеріал в спеціальній печі без додаткової обробки. Одержану енергію у вигляді насиченої пари або гарячої води застосовують у виробничому процесі. Утворену золу завдяки її специфічному складу можна використовувати як добавку до добрив, що спрощує її реалізацію [2].

Одержану після пресування воду можна спрямувати на очисні споруди для біологічного очищення або повторно використати під час затирання зернопродуктів. При анаеробній обробці пресованої води утворюється метановмісний газ, який можна використовувати як додаткове паливо в процесі спалювання.

Відповідно потреба у таких зовнішніх джерелах енергії, як природний газ, мазут або вугілля суттєво зменшується. Як наслідок пивоварне виробництво стає менш залежним від постійно зростаючих цін на енергоносії. Окрім того, забезпечується надійна утилізація пивної дробини незалежно від попиту зовнішніх споживачів та стає можливим спалювання інших залишкових матеріалів, наприклад старих етикеток.

Проте, сушіння дробини — надзвичайно енергоємний процес. Кращий спосіб її зберігання — зневоднення до вологості 60...70 % за допомогою спеціального конічного шнекового преса. Таку дробину потрібно фасувати у поліетиленові герметично закриті мішки. У процесі зберігання у мішках рН дробини знижується за рахунок утворення молочної й оцтової кислот внаслідок дії молочнокислих та оцтовокислих бактерій. Отже, дробина самоконсервується і тому може зберігатися протягом тривалого часу [2].

**Метою дослідження** було удосконалення технології сушіння пивної дробини різного хімічного складу з отриманням гранул з добавкою надлишкових дріжджів. Досліджувалась

дробина з використанням різних видів несолодженої сировини. Це зокрема, ячмінне борошно (використовується під час виготовлення сорту пива «Жигулівське» у кількості 25 % від загальної маси зернопродуктів), рисової крупки (використовується для виготовлення сорту пива «Фірмове» у кількості 8,3 % від загальної маси зернопродуктів) та кукурудзяного борошна (використовується для виготовлення сорту пива «Соборне» у кількості 8,3 % від загальної маси зернопродуктів). Контролем була чисто солодова пивна дробина. В усі види дробини для забезпечення нормативної біологічної цінності додавалось 15 % залишкових пивних дріжджів за об'ємом.

**Методика досліджень.** Вологу дробину висушували на турбулентній сушарці німецької фірми «ANHYDRO», продуктивність якої регулювалась обертами пресу віджимання дробини, що коливаються в межах від 7 до 14 об./хв. Під час досліджень оберти пресу віджимання були 8 і 10 об./хв., що відповідно відповідало продуктивності сушарки 57,15 і 71,45 % . Температура теплоносія на вході 160 °С, по зонах сушіння на вході 83 °С, далі 90 і 87 °С та на виході 105 °С.

В гранулах визначали вологість висушуванням до постійної маси, вміст сирого протеїну на автоматичному аналізаторі «Inframatic», мучки — за допомогою автоматичного струшувача Turbula t2f, жиру — за методом Соксклета, загального екстракту — за допомогою автоматичного аналізатора «Anton Paar», вимивного екстракту — пікнометричним методом, вміст залишкового екстракту — як різницю між загальним і вимивним екстрактом [5].

Фізико-хімічні показники гранульованої сухої дробини залежно із обертів пресу віджимання, що наведені в табл. 1 свідчать про те, що всі отримані зразки відповідали вимогам чинного ТУ У 15.9-05391057-006:2007 «Дробина суха пивна».

За вмістом сирого протеїну незалежно від кількості обертів пресу у досліджуваних зразків найбільший вміст був у дробині з кукурудзяним борошном, а найменший — при застосуванні ячмінного борошна. Контрольний зразок мав найнижчий показник, що обумовлено відсутністю додаткового джерела білка. Із збільшенням обертів пресу віджимання концентрація сирого протеїну зростала, що може бути обумовлено зростанням кількості переробленої дробини.

Найбільший вміст жиру був також у зразка з кукурудзяним борошном, а найменший — у зразка з рисовою січкою, що містить значно менше жиру ніж інші зернові культури.

Найменший вміст мучки був у контрольного зразка, що обумовлено якісним затиранням солоду. Натомість несолоджені зернопродукти не повністю гідролізувались під час затирання і тому гірше перетирались під час віджимання у пресі.

**Таблиця 1. Вплив обертів пресу на фізико-хімічні показники гранульованої сухої дробини, %**

Назва показника	За вимогами ТУ У 15.9-05391057-006:-2007 «Дробина суха пивна»	Назва зразка при обертах пресу, об./хв.							
		8	8	8	8	10	10	10	10
		конт- роль	з ячмін- ним борошном	з рисо- вою січ- кою	з куку- рудзя- ним борошном	конт- роль	з ячмін- ним борошном	з рисо- вою січ- кою	з куку- рудзяним борошном
Вологість	не більше 12	9,28	10,54	9,60	10,54	10,20	10,26	10,38	10,63
Сирий протеїн	не менше 20,5	23,57	24,53	23,84	24,91	24,46	24,69	24,97	25,12
Загальний жир	не більше 12	8,18	9,10	8,04	10,11	8,72	9,19	9,48	9,89
Мучка	не регламентується	9,12	12,94	11,47	11,95	9,88	13,40	12,82	12,29

Загальна кількість екстрактивних речовин у дробині не залежить від технологічного режиму сушіння чи потужності пресу віджимання, а обумовлена лише характеристиками застосованих

зернопродуктів і технологічними режимами затирання та фільтрування суслу. Тому спочатку знаходили вміст загального екстракту у сирій дробині і вміст вимитого екстракту у відкатій воді і як різницю між ними — вміст залишкового екстракту у дробині (табл. 2). Із наведених даних видно що, найбільший вміст залишкового екстракту був у дробині із рисовою січкою, оскільки рис взагалі має високі виходи екстракту під час затирання і добре розчиняється у воді при підвищеній температурі. Майже вдвічі менше був вміст екстракту у контрольному зразку.

Для виробництва гранул з заданою вологістю (не більше 12 %), необхідно витратити різну кількість пари для сушіння дробини залежно від її фізико-хімічного складу. Цей показник є визначальним для визначення ефективності виробництва гранульованої дробини.

**Таблиця 2. Вміст екстракту у дробині з додаванням несолодженої сировини  
Результати досліджень.**

Дробина	Вміст екстракту, %		
	загального	вимитого	залишкового
контроль	1,56	0,75	0,81
з ячмінним борошном	2,73	1,11	1,62
з рисовою січкою	2,35	0,64	1,71
з кукурудзяним борошном	2,70	1,24	1,46

За результатами досліджень (табл. 3) встановлено, що найбільша витрата пари потрібна для сушіння дробини з кукурудзяним борошном, але при цьому отримується більш якісний за вмістом жиру та сирого протеїну продукт. Найнижчі витрати пари були висушуванні чисто солодової дробини, але і якість її була найнижчою. Витрата пари збільшувалась із зростанням кількості обертів пресу віджимання, що обумовлено переробкою більшої кількості вологої дробини.

**Таблиця 3. Витрати пари при сушінні дробини різного складу при різних обертах пресу віджимання**

Дробина	Витрата пари, т/год при обертах пресу віджимання	
	8 об./хв.	10 об./хв.
контроль	6,3	7,0
з ячмінним борошном	6,5	7,1
з рисовою січкою	6,4	7,2
з кукурудзяним борошном	6,6	7,6

Оскільки в осінньо-зимовий період пивоварні заводи працюють не на повну потужність то і надходження дробини на сушіння також зменшується. В таких випадках розроблення удосконаленої схеми переробки дробини некоректне, оскільки неможливо варіювати показниками дробини або вибрати найсприятливіші умови сушіння внаслідок суттєвої нестачі вихідного матеріалу. До того ж необхідно висушити всю дробини, що надійшла. За таких умов головним питанням є не оптимізації режимів сушіння, а просто забезпечення безперервної роботи обладнання.

Саме тому в весняно-літній період за наявності великої кількості різновидів пивної дробини дуже важливо оптимізувати та здешевити процес її переробки. Надлишок дробини в цей період активності дозволяє оптимізувати фізико-хімічний склад дробини, що йде на сушіння, адже частину дробини півзаводи використовують на власні потреби. Таким чином, проаналізувавши дані щодо складу дробини, можна зробити висновки, з якої можна отримати високоякісну суху, а яку краще віддати на потреби сільськогосподарського сектору у вихідному стані. Отже, для розробки удосконаленого способу сушіння дробини проаналізуємо отримані результати за більшої потужності обладнання (71,45 %).

Вміст білка та жиру в усіх зразках в знаходився межах норми, тому для вибору оптимальної схеми сушіння дробини будемо керуватися іншими показниками. Дробина з часткою кукурудзи вимагає найбільших витрат пари, а дробина з часткою ячменю має найбільший вміст мучки, і, як наслідок, збільшені витрати на транспортування.

Маючи на меті мінімізацію витрат пари на сушіння дробини за пікового навантаження, на основі проведених досліджень визначено, що кращою є чисто солодова або солодово-

рисова дробина. Саме дробина з таким фізико-хімічним складом дає змогу за умови збереження високої якості сухих гранул зменшити витрати пари на їх виробництво.

**Висновки.** 1. Висушування вологої пивної дробину на сушарці фірми «ANHYDRO» дає змогу отримати гранульовану суху дробину, що відповідає вимогам чинного ТУ У 15.9-05391057-006:2007 «Дробина суха пивна». 2. Продуктивність сушарки зростає із збільшенням кількості обертів пресу віджимання дробини. 3. Для отримання високоякісної гранульованої сухої дробини з мінімальними витратами пари краще висушувати чисто солодову або солодово-рисову дробину, до якої перед висушуванням додавати 15 % залишкових пивних дріжджів.

### ЛІТЕРАТУРА

1. *Белково-минеральная добавка на основе пивной дробины в рационе бройлеров* / В.И. Фисинин, И.А. Егоров, А.И. Сницарь, Д.А. Мурачев // Мясная индустрия. — 2000. — № 8. — С.45—47.
2. *Інноваційні технології продуктів бродіння і виноробства: підручник* / С.В. Иванов, В.А. Домарецький, В.Л. Прибильський [та ін.] // За заг. ред. д-ра хім. наук, проф. С.В. Иванова. — К.: НУХТ, 2012. — 487 с.
3. *Комплексная кормовая добавка «Пробиоцел»* / А.Я. Яхин, О.В. Соковых, А.Р. Абдрафиков, Б.А. Чернуха, Н.А.Ушакова, М.И. Бабурина. // Мясная индустрия. — 2003. — № 1. — С.57-59.
4. *Кунце В. Технология солода и пива* / В. Кунце. — СПб.: Профессия, 2009. — 1100 с.
5. *Мелетьев А.Е. Технохімічний контроль солоду, пива та безалкогольних напоїв: підручник* / А.Е. Мелетьев, С.Р. Тодосійчук, В.М. Кошова. — Вінниця: Нова книга, 2008. — 300 с.
6. *Новая линия для производства муки из пивной дробины (к использованию в пищевых целях)* / А.И. Сницарь, Е.А. Ващук, Н.Д. Минко, С.А. Рыжов, Е.М. Траханова // Мясная индустрия. — 2003. — № 4. — С. 16—17.
7. *Особенности способа получения пищевой добавки из пивной дробины и осадочных дрожжей (для макаронной и хлебопекарной промышленности)* / С.Т. Антипов, Е.Д. Фараджева, С.В. Шахов, А.В. Прибытков, Р.В. Кораблин //Хранение и перераб. сельхозсырья. — 2002. — № 9. — С. 59—61.
8. *Сницарь А.А. Использование сухой пивной дробины при изготовлении хлеба, выпечки, колбасных изделий и полуфабрикатов* / А.А. Сницарь, А.И. Сницарь // Практик. экспертиза. — 2002. — № 3—4. — С. 13—17 .
9. *Мушинский А.С. Применение пивной дробины в качестве компонента субстрата для выращивания базидиального гриба вешенка обыкновенная* / А.С. Мушинский, И.А. Быкова / Вестник ОГУ. — 2002. — № 3. — С. 100—103.

## ЧИСТАЯ ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА — ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ

**В.Н. Кошечая, А. Н. Куц, М.О. Лубяной**

*Национальный университет пищевых технологий*

*Проанализированы современные способы переработки пивной дробин, как высокотоннажного отхода производства пива. Предложено высушивать ее на турбулентной сушилке с дальнейшим гранулированием. Установлено, что более качественные гранулы при минимальных затратах пара получают из чисто солодовой или солодово-рисовой дробины с добавлением к ней перед высушиванием 15 % остаточных пивных дрожжей.*

**Ключевые слова:** *пивная дробина, высушивание, физико-химический состав, остаточные пивные дрожжи.*