

2. Камбулова Ю. В. Вивчення впливу комплексів структуроутворювачів на процес піноутворення яєчного білка / Ю. В. Камбулова, І. О. Соколовська // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – К.: НУХТ. – В. 50. – С. 113–119.
3. Draget K.I., Stokke B.T., Yuchi Y., Urakawa H., Kajiwara K. Small-angle X-ray scattering and rheological characterization of alginate gels. 3. Alginic acid gells // Biomacromolecules, 2003, 4(6), P. 1661-1668
4. Voragen R., Beldman G., Schols H. A. Chemistry and enzymology of pectins // Advanced Dietary Fibre Technology / B.V. McCleary, L. Prosky (eds). – Oxford: Blackwell Science, 2011. – P. 379-398
5. Поверхневі явища та дисперсні системи (Колоїдна хімія): Лабораторний практикум для студентів за напрямом 6.051301 «Хімічна технологія» денної форми навч. / уклад. О.В. Грабовська, О.В. Подобій, Н.І. Сабадаш. – К.: НУХТ, 2013. – 48 с.
6. Imeson A. Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents: Wiley-Blackwell, 2010. – 368 p.
7. Morris V., Chilvers G. Cold-setting alginate-pectin mixed gels // J. of Science of Food Agriculture, 1984, 35, p. 1370-1376.
8. Mort A.J. Interactions between pectins and other polymers // Pectins and Their Manipulation / G. Seymor, J. Knox (eds). – Oxford: Blackwell Publishing, 2002. – p. 30-47.
9. Реологія харчових мас: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності «Технологія хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів» напрямку 6.051701 «Харчові технології та інженерія» денної та заочної форми навч. / уклад. О.В. Грабовська, Є.І. Ковалевська. – К.: НУХТ, 2009. – 22 с.
10. Katsuyoshi Nishinari Rheology, Food texture and mastication. J. of Texture Studies, vol. 35, Issue 2, 2007 – P. 113-124
11. Norton I.T., Spyropoulos F., Cox P. Practical Food Rheology, An Interpretive Approach: Wiley-Blackwell, 2011 – 278 p.

**Анотація.** Розглянуто питання аналізу твердих відходів виноробних підприємств. Досліджено хімічний склад твердих відходів виноробства – вичавків і гребенів. На основі результатів хімічного складу вичавків і гребенів був зроблений висновок про доцільність їх переробки в кормову добавку для великої рогатої худоби. Детально вивчено режими одержання кормової добавки та запропоновано технологічну схему.

**Ключові слова:** екологія, виноробство, відходи.

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы анализа твердых отходов винодельческих предприятий. Исследован химический состав твердых отходов виноделия, таких как выжимка и гребни. На основе результатов химического состава выжимки и гребней был сделан вывод о целесообразности их переработки в кормовую добавку для крупнорогатого скота. Детально изучены режимы получения кормовой добавки и, как результат, предложена технологическая схема.

**Ключевые слова:** экология, виноделие, отходы.

УДК 636.2.087.7:663.26-027.33

## ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ КОРМОВОЇ ДОБАВКИ З ВІДХОДІВ ВИНОРОБСТВА

**Г. В. Крусір**

доктор технічних наук, професор  
кафедра екології харчових продуктів\*

E-mail: krussir\_65@mail.ru

**О. В. Севастьянова**

кандидат хімічних наук, доцент  
кафедра харчової хімії\*

E-mail: elena.vladimirovn.sevastyanova@gmail.com

**І. Ф. Соколова**

аспірант

кафедра екології харчових продуктів і виробництва  
\*Одеська національна академія харчових технологій  
м. Одеса, вул. Канатна 112, 65039  
E-mail: kukuler4ik@mail.ru

### Вступ

Захист навколишнього середовища від впливу високоінтенсивних технологій – одне з ключових завдань сучасного суспільства. Переробка винограду і виробництво вина супроводжуються утворенням до 20 % вторинної сировини і відходів від кількості винограду, що переробляється. Комп'ютеризація та автоматизація промислових технологій дозволила останнім часом удосконалити способи переробки відходів виноробства. Однак, незважаючи на це, на сьогоднішній день більша частина вторинної сировини не утилізується належним чином, справляючи згубний вплив на всі компоненти навколишнього середовища. Запобіжним заходом негативного екологічного впливу тве-

рдих виробничих відходів або способом отримання нових цінних продуктів може бути введення у виробництво високоефективних біотехнологій.

### Постановка проблеми

Рішенням проблеми утилізації вторинних сировинних ресурсів (ВСР) виноробства є переробка вичавків із гребенів у кормову добавку для великої рогатої худоби.

### Літературний огляд

Основними відходами виноробної промисловості є гребені, які відокремлюються від грон винограду після подрібнення винограду; вичавки, які утворюються після пресування винограду при виготовленні білих і рожевих вин; дріжджові осадки, які осідають

на дно бочок і резервуарів після бродіння, і осад, які виділяються після спиртування суслу і вина; винний камінь, який відкладається на стінках бочок при бродінні суслу і витримці вина. З них можна і потрібно, як у всіх розвинених виноробних країнах, виробляти за-требувані ринком товари [1].

Гроно винограду складається з м'якоті – джерела соку і займає 75 – 80 % всієї кількості ягоди. Суха частина, яка утворюється після віджимання соку (суслу), наежить до твердої фази – вичавки. Вона об'єднує гребені, фрагменти шкірки, насіння і частинки пульпи діаметром до 3 мм. Вологість свіжовичавлених вичавків становить 48 – 55 %, а її щільність – в межах 1,0 – 1,2 г/см<sup>3</sup>.

Вагове співвідношення складових частин у вичавках варіює у значному діапазоні і залежить від сорту винограду, з якого отримано вичавки, від метеорологічних умов року і від того, як і на яких пресах проводилося пресування, в середньому вагове співвідношення шкірки, гребенів і насіння становить 2:1:1 [2]. З 100 кг вичавків можна виділити відповідно 15 – 24 кг сухої шкірки, 21 – 26 кг насіння, а також потенційний спирт в кількості 2 – 7 л і виннокислі сполуки у кількості 0,4 – 3,0 кг.

#### Обґрунтування одержання кормової добавки з ВСП

Мета роботи – дослідження ферментативної деградації твердих відходів (вичавків і гребенів). Для досягнення поставленої мети в роботі необхідно було вирішити такі завдання:

- дослідити хімічний склад виноградних вичавків і гребенів;
- дослідити раціональні параметри процесів ферментативного гідролізу вичавків і гребенів.
- дослідити хімічний склад отриманої кормової добавки;

Склад вичавків аналогічний складу винограду. У них присутні ліпіди, азотисті сполуки, вода, вуглеводи, виннокислі сполуки, фенольні речовини, вітаміни, органічні кислоти. Тому одним з важливих етапів досліджень було визначення хімічного складу виноградних вичавків і гребенів білих та червоних сортів винограду [2]. Результати визначення хімічного складу вичавків, отриманих після пресування, наведені в табл. 1.

Як свідчать результати експериментальних досліджень, переважаючою речовиною хімічного складу вичавків є вуглеводи, а саме целюлоза (36,1 %). Дані, які наведені в табл. 1, показали, що виноградні вичавки є цінною сировиною для одержання кормової добавки для великої рогатої худоби за вмістом у ній ліпідів, білків, вуглеводів, азотистих та інших сполук. Серед поживних речовин вичавків, що володіють значною харчовою цінністю, велике значення має білок, вміст якого становить 15,0 %.

Таблиця 1 – Хімічний склад вичавків

Група речовин	% у перерахунку на суху речовину
Ліпіди	9,0
Вуглеводи (у тому числі):	20,1
–Моносахариди	28,0
–Геміцелюлози	15,9
–Целюлоза	36,1
Лігнін	19,0
Білок (загальний)	15,0
Зола	1,5
Фенольні сполуки (загальні)	6,0

Як було зазначено вище, вичавки містять фрагменти шкірки і насіння у співвідношенні 2:1. Результати визначення хімічного складу насіння, що входить до складу вичавків, наведено у табл. 2.

Таблиця 2 – Хімічний склад насіння

Група речовин	% у перерахунку на суху речовину
Ліпіди	16,8
Вуглеводи (у тому числі):	43,7
–Моносахариди	21,1
–Геміцелюлози	19,0
–Целюлоза	45,0
Лігнін	15,0
Білок (загальний)	17,2
Зола	3,0
Фенольні сполуки (загальні)	8,0

За результатами досліджень, наведеними у табл. 2, можна зробити висновок, що насіння винограду характеризується значним вмістом ліпідів (16,8 %), що обумовило подальше визначення жирнокислотного складу ліпідної частини насіння, що входить до складу вичавків, який наведено в табл. 3.

Таблиця 3 – Жирнокислотний склад насіння

Жирна кислота	Вміст мг/100 г а.с.р.
Олеїнова кислота	3,4
Пальмітинова кислота	19,9
Стеаринова кислота	21,6
Лінолева кислота	1,3
Ліноленова кислота	1,1
Арахідонова кислота	19,0

У ліпідах, виділених з насіння винограду, міститься 87,0 – 93,0 % фізіологічно цінних ненасичених жирних кислот, у тому числі лінолевої, ліноленової, олеїнової, арахідонової кислот, які є основним джерелом запасного енергетичного матеріалу та виконують надзвичайно важливі фізіологічні функції в метаболізмі клітин та у ферментативних процесах [3, 4].

Шкірочка становить у середньому 9 – 11 % ваги виноградного грона. У ній знаходяться дубильні, частково ароматичні речовини, а також барвники, які відповідальні за колір, смак і аромат, властиві сорту винограду [5, 6]. Основна маса шкірки містить 50 – 80 % води, інша частина відведена вуглеводам, ліпідам, білкам та ін. Результати вивчення хімічного складу шкірочки наведено в табл. 4.

Таблиця 4 – Хімічний склад шкірочки

Група речовин	% у перерахунку на суху речовину
Ліпіди	0,4
Вуглеводи (у тому числі):	52,0
–Моносахариди	38,1
–Геміцелюлози	24,9
–Целюлоза	32,0
Лігнін	5,0
Білок (загальний)	5,8
Зола	1,7
Фенольні сполуки (загальні)	1,4

Як свідчать результати експериментальних досліджень, шкірка багата вуглеводами, які представлені геміцелюлозами (24,9 %) і целюлозою (32,0 %), але бідна ліпідами (0,4 %) і білком (5,8 %).

Гребені у винограді складають 3,8 – 8,5 % маси грона (в середньому 5,5 %). Відокремлені від ягід вологі гребені містять деяку кількість суслу, яке змочує їхню поверхню. Сусло можна відокремити пресуванням або промиванням гребенів водою. Його вихід становить 1 дал з 1 тони переробленого винограду. Результати визначення хімічного складу гребенів, отриманих після пресування, наведено в табл. 5.

Як видно з даних, наведених у табл. 5, гребені, як і вичавки, є цінною сировиною для виробництва кормової добавки. Переважаючою речовиною хімічного складу гребенів є вуглеводи, представлені в основному целюлозою (38,1 %).

Детально вивчивши хімічний склад вторинних ресурсів виноробства (вичавків, гребенів, насіння і шкірки), можна зробити висновок, що цей вид відходів є цінною сировиною для одержання кормового продукту, в даному випадку кормової добавки для великої рогатої худоби, з точки зору харчової цінності та наявності корисних речовин.

Одним із перспективних способів вирішення проблеми утилізації вичавків і гребенів є отримання кормової добавки шляхом їх ферментативного гідролізу. Наявність у вичавках 36,1 % і в гребенях 38,1 % целюлози зумовило доцільність її деструкції для підвищення засвоюваності тваринами.

Таблиця 5 – Хімічний склад гребенів

Група речовин	% у перерахунку на суху речовину
Ліпіди	0,3
Вуглеводи (у тому числі):	68,3
–Моносахариди	21,4
–Геміцелюлози	30,5
–Целюлоза	38,1
Лігнін	9,8
Білок (загальний)	12,0
Зола	5,4
Фенольні сполуки (загальні)	1,5

Таким чином, наступним етапом досліджень було визначення раціональних режимів ферментолізу ВСП. Досліджувалися такі параметри, як вплив температури (Т, °С), гідромодуль (ГМ), тривалість процесу ферментативного гідролізу, (τ, хв), реакційного середовища (рН), ступеня подрібнення і концентрації ферментного розчину на ферментоліз. Із аналізу літературних даних відомо, що одним з важливих параметрів процесу деструкції біополімерів є гідромодуль. Результати вивчення впливу ГМ на процес ферментативного гідролізу, представлені на рис. 1

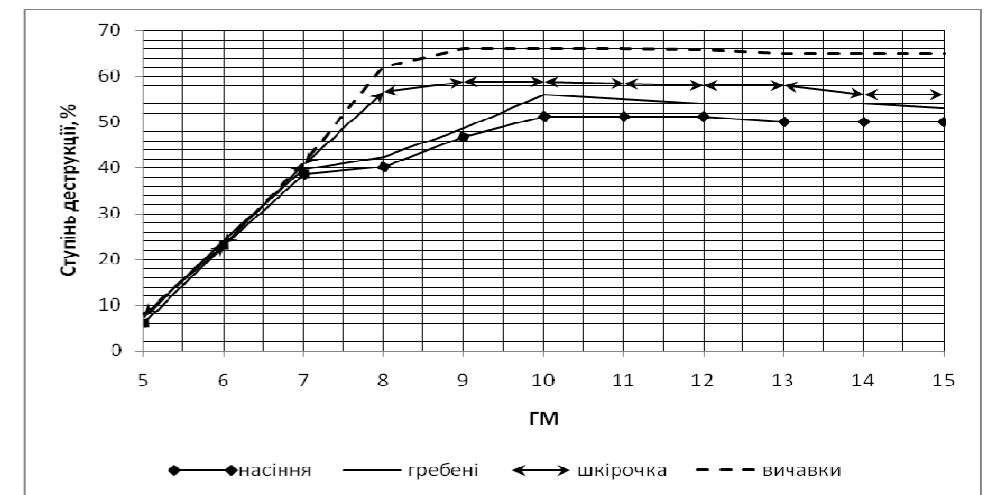


Рис. 1. Залежність ступеня деструкції целюлози (%) від ГМ

Згідно з рис.1 можна констатувати, що максимальний ступінь деструкції целюлози відбувається при ГМ 10 і становить для гребенів та насіння 56,1 % і 51,2 %, а для вичавків та шкірочки при ГМ 9 і становить 58,8 % та 65,9 %. Збільшення ГМ не приводить до значного підвищення ступеня де-

струкції, тому підвищувати ГМ недоцільно з практичної точки зору.

Існують різні способи попередньої обробки целюлозовмісної сировини з метою збільшення ступеня деструкції. Механічний спосіб попередньої обробки передбачає подрібнення целюлозовмісної сировини. Вивчення ступеня подрібнення субстрату наведено на рис. 2.

З представлених на рис. 2 експериментальних даних можна укласти, що максимальний ступінь деструкції целюлози досягається при розмірі частинок 500 мкм. Подрібнення дозволяє збільшити площу контакту біополімерів сировини з ферментними препаратами, що збільшує доступність біополімерів сировини дії ферментів, сприяє підвищенню реальної концентрації субстратів у реакційному середовищі і приводить до зростання швидкості ферментативних перетворень.

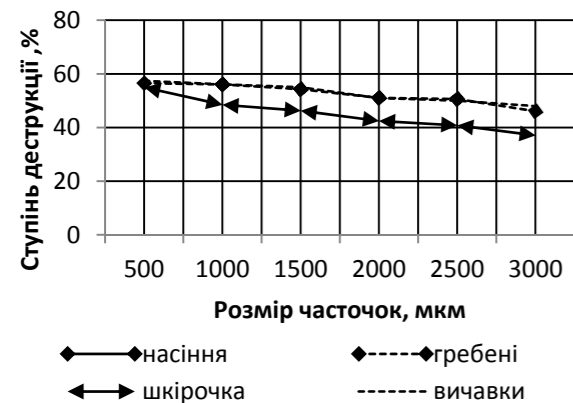


Рис. 2. Залежність ступеня деструкції целюлози (%) від розміру часточок

Одним з найважливіших факторів, що впливають на процес ферментації є температурний режим. Вплив температури на процес деструкції целюлози представлено на рис. 3.

З представлених на рис. 3 експериментальних даних можна укласти, що максимальний ступінь деструкції целюлози спостерігається при температурі 40 °C і становить для насіння 67,2 %, для гребенів 69,0 %, для шкірочки 67,3 % та вичавків 70,1 %. З підвищенням температури ступінь деструкції знижується, оскільки зменшується швидкість ферментативної реакції, причиною якої є термічна денатурація білкової частини ферменту.

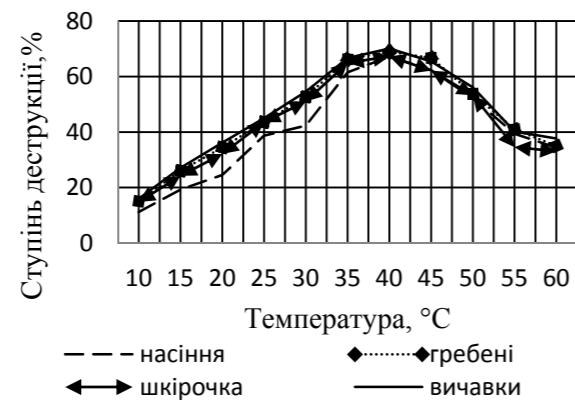


Рис. 3. Залежність ступеня деструкції целюлози (%) від температури

Активність ферментів залежить від рН розчину, в якому протікає ферментативна реакція. Для кожного ферменту існує значення рН, при якому спостерігається його максимальна активність. Таким чином, наступним етапом досліджень було визначення оптимальних значень рН реакційного середовища ферментолізу відходів виноробства (рис. 4).

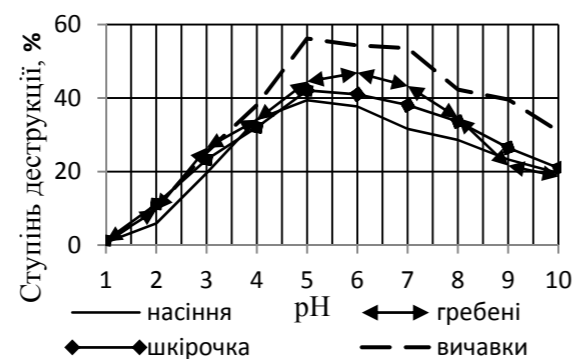


Рис. 4. Залежність ступеня деструкції целюлози (%) від рН середовища.

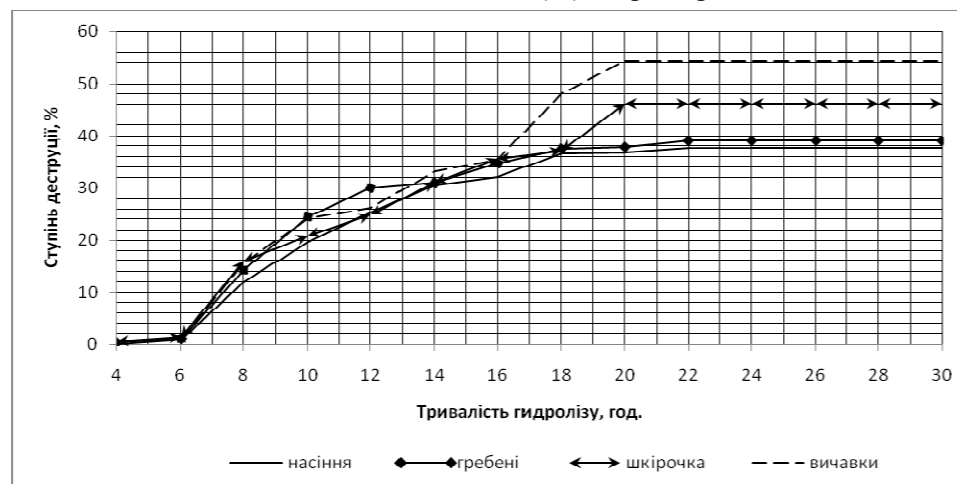


Рис. 5. Залежність ступеня деструкції целюлози (%) від тривалості гідролізу.

Як видно з представленого графіка, максимальна ступінь деструкції целюлози в субстраті спостерігається при значенні рН = 5,0 і становить насіння 39,4 %, для гребенів 42,1 %, для шкірочки 44,5 % та вичавків 56,2 %.

Необхідним етапом досліджень було визначення тривалості процесу ферментативного. На рис. 5 представлено вплив тривалості ферментативного гідролізу на ступінь деструкції целюлози.

Згідно з графіком оптимальною тривалістю процесу гідролізу є 20 годин для вичавків та шкірочки при ступені деструкції 46,1 % і 54,3 % та 22 години для гребенів та насіння при ступені деструкції 37,6 % і 39,1 %. Подальше протікання реакції супроводжується незначним збільшенням ступеня деструкції. У свою чергу, збільшення тривалості процесу ферментолізу тягне за собою значне збільшення вартості самого процесу і збільшує ймовірність виникнення гнильних процесів.

Одним з найбільш істотних факторів, що впливають на швидкість ферментативної реакції і відповідно на деструкцію целюлози, є концентрація ферменту, чим пояснюється необхідність вивчення впливу концентрації ферменту на ступінь деструкції целюлози відповідних ВСР (рис. 6).



Рис. 6. Залежність ступеня деструкції целюлози (%) від концентрації розчину.

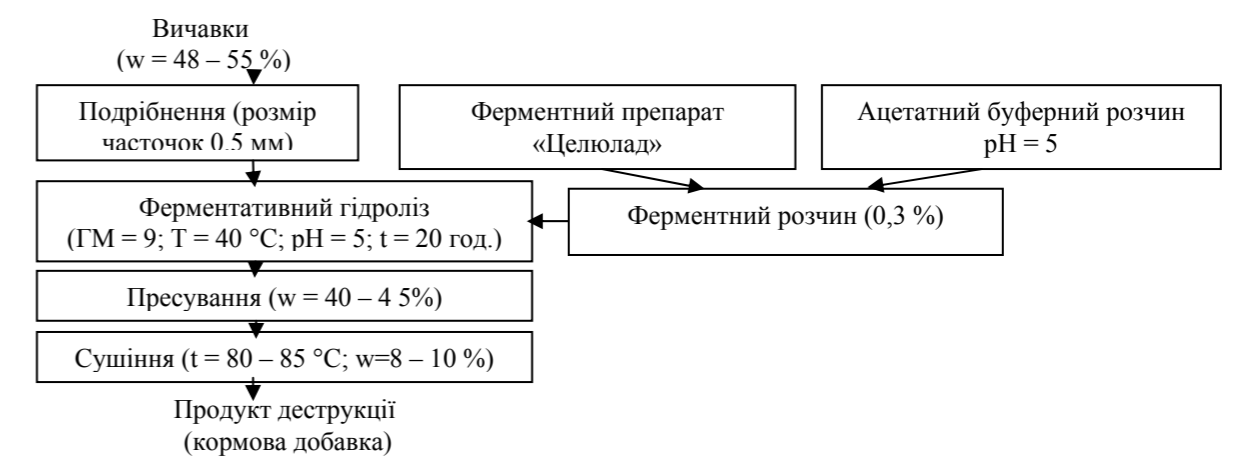


Рис. 7. Принципова технологічна схема одержання кормової добавки з вичавків

Виходячи з даних, представлених на рис. 6, видно, що найбільший ступінь деструкції целюлози вичавків та шкірочки при ферментній деструкції целюлозою спостерігається при концентрації ферменту 0,3 % і становить 52,6 % і 50,6 %, а найбільша ступінь деструкції целюлози для гребенів та насіння спостерігається при концентрації ферменту 0,4 % і становить 41,1 % і 51,1 %.

#### Апробація результатів досліджень

Детально вивчивши всі параметри, що впливають на процес деструкції целюлози, були запропоновані технологічні схеми одержання кормової добавки з виноградної вичавки і гребенів (рис 7,8).

Згідно з представленими технологічними схемами в результаті ферментативного гідролізу вичавків і гребенів отримано принципово новий кормовий продукт. Вивчено хімічний склад кормової добавки (табл. 6).

Таблиця 6 – Хімічний склад кормової добавки.

Група речовин	% в перерахунку на суху речовину
Ліпіди	6,6
Вуглеводи (у тому числі):	62,0
-Моносахариди	48,9
-Геміцелюлози	18,9
-Целюлоза	14,0
Лігнін	10,2
Білок (загальний)	11,0
Зола	4,2

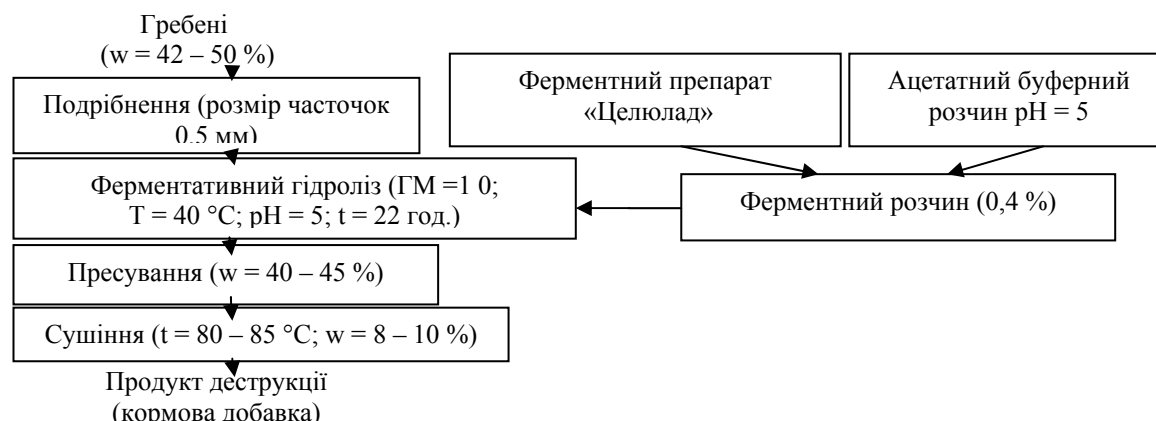


Рис. 8. Принципова технологічна схема одержання кормової добавки з гребенів.

Як свідчать результати експериментальних досліджень, отримана в результаті ферментативного гідролізу ВСР кормова добавка містить целюлозу (14,0%), яка, у цій кількості в кормовій добавці, засвоюється тваринами максимально.

Мінеральні речовини необхідні для синтезу життєво важливих сполук, забезпечують високу продуктивність і життєздатність тварин [7, 8, 9]. Результати вивчення мінерального складу отриманої кормової добавки наведено в табл.

Таблиця 7 – Мінеральний склад кормової добавки.

Найменування	Ca г/кг	F г/кг	Cu мг/кг	Fe мг/кг	Zn мг/кг	Mn мг/кг	Ko мг/кг	K мг/кг
Кормова добавка	15	2,5	7	170	24	9,6	0,1 7	5,6

Згідно з даними табл. 7, основні мінерали представлені кальцієм (15 г/кг) і фосфором (2,56 г/кг), які є найбільш важливими у формуванні кісткової системи тварин.

**Список літератури:**

1. Крусир Г. В. Экологические аспекты винодельческих предприятий / Г. В. Крусир, А. В. Кирияк, И. Ф. Соколова // *Екологічна безпека*. – 2011. – № 2/(12). – С. 128–132.
2. Крусир Г. В. Тверді відходи – екологічні аспекти виноробного підприємства / Г. В. Крусир, І. Ф. Соколова // *Екологічна безпека*. – 2012. – № 2/(14). – С. 112–115.
3. Ермаков А. И., Арасимович В. В., Ярош Н. П. и др. Методы биохимического исследования растений. Ленинград, 1987. – 430 с.
4. Коробко В.И. Виноградные выжимки – важный резерв кормов // *Наука, техника, технология*. – 2002. – С. 64–66.
5. Бареева Н. Н. Виноградные выжимки – перспективный промышленный источник пектиновых веществ / Н. Н. Бареева, Л. В. Донченко // *Кубанский государственный аграрный университет*. – 2006. – № 20 (04). – С. 36–42.
6. Сушкова В. И., Воробьева Г. И. Безотходная конверсия растительного сырья в биологически активные вещества. 2007. – 204 с.
7. Карунский А. И. Эффективность использования виноградных выжимок при производстве комбикормов / А. И. Карунский, О. П. Дашковская, А. П. Иванов // *Наукові праці*. – 2003. – № 24. С. 193–196.
8. Rollande Dumont, J.-L. Tisserand Valeur alimentaire d'un marc de raisin déshydraté *Ann. Zootech.* – 1997. – 27(4). P.631–637.
9. Rollande Dumont, J.-L. Tisserand Valeur alimentaire chez le mouton de l'ensilage de marc de raisin épuisé (1998) *Ann. Zootech.* 26(4). P.471-479.
10. Fleming Don, (2004). Traitement du marc de raisin № WO 2004094584 A1. – P.9.

**Висновки**

Розроблено технологічну схему одержання кормової добавки, яку запропоновано в якості технологічного рішення переробки вичавків і гребенів на Білгород-дністровському вин заводі.

На основі аналізу хімічного складу вичавків і гребенів було доведено доцільність отримання з останніх кормового продукту для великої рогатої худоби.

Обґрунтовано раціональні режими ферментативного гідролізу ВСР. Розроблено технологічну схему одержання кормової добавки, яка відрізняється використанням нового ферментного препарату на основі штаму культури *Trichoderma viride*. Проведені дослідження дозволяють зробити висновок, що отримана кормова добавка характеризується наявністю компонентів, які забезпечують її високу харчову цінність.