

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МАТЕРІАЛЬНИЙ БАЛАНС БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання індивідуального завдання

з навчальної дисципліни «Загальна біотехнологія»

для здобувачів вищої освіти спеціальності

162 «Біотехнології та біоінженерія»

Затверджено
Редакційно-видавничою
радою університету,
протокол № 3 від 24.10.2024 р.

Харків
НТУ «ХП»
2024

Матеріальний баланс біотехнологічного виробництва : методичні вказівки до виконання індивідуального завдання з навчальної дисципліни «Загальна біотехнологія» для здобувачів вищої освіти спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» / уклад.: О. О. Варанкіна. – Харків : НТУ "ХП", 2024. – 20 с.

Укладач О. О. Варанкіна

Рецензент С. М. Биканов

Кафедра біотехнології, біофізики та аналітичної хімії

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Основні положення.....	5
2. Завдання та вихідні дані для розрахунку.....	5
3. Зміст розрахункового завдання.....	8
4. Вимоги до оформлення розрахункового завдання.....	8
5. Приклад розрахунку.....	11
6. Приклади оформлення літератури.....	16
Список джерел інформації.....	18
Додаток 1. Приклад оформлення титульної сторінки.....	19

ВСТУП

Методичні вказівки призначені для виконання індивідуального завдання з дисципліни «Загальна біотехнологія» здобувачами освіти спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» і можуть бути використані при проведенні технологічних розрахунків в біотехнологічних виробництвах.

У методичних вказівках наведено основні положення, завдання та вихідні дані для розрахунку, зміст, вимоги до оформлення розрахункового завдання, приклади розрахунку, оформлення літератури та титульної сторінки індивідуального завдання.

Індивідуальне завдання включає титульну сторінку, зміст, вступ, завдання та вихідні дані для розрахунку, розрахунок у відповідності із варіантом завдань, висновок та список джерел інформації. На виконання індивідуального завдання відводяться години самостійної роботи.

1. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ

Курс «Загальна біотехнологія» вивчають протягом 6 семестру. Навчальним планом підготовки бакалаврів за спеціальністю 162 «Біотехнології та біоінженерія» з курсу «Загальна біотехнологія» передбачено індивідуальне завдання у вигляді розрахункового завдання.

Мета індивідуального письмового завдання – проконтролювати набуті в ході вивчення предмету навички роботи з навчально-методичною та науково-технічною літературою, продемонструвати вміння не тільки засвоювати інформацію, а й критично її оцінювати, аналізувати, і систематизувати.

Індивідуальне завдання повинне представляти собою складання матеріального балансу біотехнологічних виробництв на прикладі виробництва ферментного препарату у відповідності із варіантом завдань. Розрахункова частина повинна представляти собою поетапний розрахунок матеріального балансу ферментного препарату, включаючи розрахунок потреб у сировині та матеріалах, визначення кількості побічних продуктів виробництва та кількості основного продукту, із врахуванням виробничих втрат на певних стадіях технологічного процесу.

Варіанти індивідуальних завдань видаються кожному студенту викладачем на початку семестру.

За змістом індивідуальне завдання не повинно повторювати роботи, що були виконані іншими студентами в попередніх семестрах.

Індивідуальне завдання має бути здане викладачу та захищене в кінці семестру у строки, що встановлені робочою програмою навчальної дисципліни.

2. ЗАВДАННЯ ТА ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ

Кожному студенту у відповідності до варіанту завдань необхідно скласти матеріальний баланс виробництва ферментного препарату за прикладом, що додається.

Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу виробництва ферментного препарату наведені в табл.2.1 та у відповідності до варіантів у табл.2.2.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу виробництва ферментного препарату

№	Параметр	Границі варіювання	Примітка
1	Об'єм культуральної рідини, м ³	1-100	п.1 прикладу
2	Втрати при ферментації, %	10-15	п.1 прикладу
3	Посівна доза, %	2-5	п.1 прикладу
4	Втрати живильного середовища при отриманні посівного матеріалу, %	4-6	п.2 прикладу
5	Вміст вологи в осаді, %	75-80	п.4.8 прикладу
6	Втрати активності при фільтрації, %	5-10	п.4.10 прикладу
7	Кінцева активність культуральної рідини, од/см ³	10000-13000	п.4.10 прикладу
8	Втрати стерильного нативного розчину при стерильній фільтрації, %	5-10	п.5.5 прикладу
9	Ступінь концентрування при стерильній фільтрації	13-16	п.6.1 прикладу
10	Кількість сухої речовини в ультраконцентраті, %	5-10	п.6.3 прикладу
11	Кількість сухої речовини в ультрафільтраті, %	5-10	п.6.4 прикладу
12	Протеолітична активність базового препарату, од/г	20000-40000	п.10 прикладу

Примітка: параметри, що не внесені до таблиці, є такими ж, як і у прикладі розрахунку.

Таблиця 2.2 – Варіанти та вихідні дані для розрахунку матеріального балансу виробництва ферментного препарату

Варіант	Номер параметра відповідно до табл.1											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	20	10	2	4	75	5	10000	5	13	5	5	20000
2	21	11	3	5	76	6	11000	6	14	6	6	25000
3	22	12	4	6	77	7	12000	7	15	7	7	30000
4	23	13	5	4	78	8	13000	8	16	8	8	35000
5	24	14	2	5	79	9	10000	9	13	9	9	40000

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6	25	15	3	6	80	10	11000	10	14	10	10	20000
7	26	10	4	4	75	5	12000	5	15	5	5	25000
8	27	11	5	5	76	6	13000	6	16	6	6	30000
9	28	12	2	6	77	7	10000	7	13	7	7	35000
10	29	13	3	4	78	8	11000	8	14	8	8	40000
11	30	14	4	5	79	9	12000	9	15	9	9	20000
12	31	15	5	6	80	10	13000	10	16	10	10	25000
13	32	10	2	4	75	5	10000	5	13	5	5	30000
14	33	11	3	5	76	6	11000	6	14	6	6	35000
15	34	12	4	6	77	7	12000	7	15	7	7	40000
16	35	13	5	4	78	8	13000	8	16	8	8	20000
17	36	14	2	5	79	9	10000	9	13	9	9	25000
18	37	15	3	6	80	10	11000	10	14	10	10	30000
19	35	10	4	4	75	5	11000	5	15	5	5	35000
20	39	11	5	5	76	6	13000	6	16	6	6	40000
21	40	12	2	6	77	7	10000	7	13	7	7	20000
22	1	13	3	4	78	8	11000	8	14	8	8	25000
23	2	14	4	5	79	9	12000	9	15	9	9	30000
24	3	15	5	6	80	10	13000	10	16	10	10	35000
25	4	10	2	4	75	5	10000	5	13	5	5	40000
26	5	11	3	5	76	6	11000	6	14	6	6	20000
27	6	12	4	6	77	7	12000	7	15	7	7	25000
28	7	13	5	4	78	8	13000	8	16	8	8	30000
29	8	14	2	5	79	9	10000	9	13	9	9	35000
30	9	15	3	6	80	10	11000	10	14	10	10	40000
31	10	10	4	4	75	5	12000	5	15	5	5	20000
32	11	11	5	5	76	6	13000	6	16	6	6	25000
33	12	12	2	6	77	7	10000	7	13	7	7	30000
34	13	13	3	4	78	8	11000	8	14	8	8	35000
35	14	14	4	5	79	9	12000	9	15	9	9	40000
36	15	15	5	6	80	10	13000	10	16	10	10	20000
37	16	10	2	4	75	5	10000	5	13	5	5	25000
38	17	11	3	5	76	6	11000	6	14	6	6	30000
39	18	12	4	6	77	7	12000	7	15	7	7	35000
40	19	13	5	4	78	8	13000	8	16	8	8	40000

3. ЗМІСТ РОЗРАХУНКОВОГО ЗАВДАННЯ

Розрахункове завдання повинне складатися з наступних необхідних елементів:

- титульна сторінка (див. приклад оформлення в додатку 1);
- зміст;
- вступ;
- завдання та вихідні дані для розрахунку;
- розрахунок у відповідності із варіантом завдань;
- висновок;
- список джерел інформації.

4. ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ РОЗРАХУНКОВОГО ЗАВДАННЯ

Мова написання роботи – українська.

Робота друкується на одній стороні листа формату А4.

Параметри сторінки:

- орієнтація книжна;
- поля: верхнє та нижнє – 2,0 см; лівє – 2,5 см; правє – 1,5 см.

Шрифт – Times New Roman.

Розмір шрифту – 14.

Абзац – відступ 1,25 см.

Інтервал міжстроковий – 1,5 строки.

Вирівнювання тексту – по ширині.

Колір шрифту – АВТО (чорний).

Кожний структурний елемент (зміст, вступ та інш.) друкують з нової сторінки.

Назви структурних елементів друкуються ВЕЛИКИМИ літерами (наприклад, ЗМІСТ та інш.) і вирівнюють по центру без абзацного відступу.

Після назви структурного елементу йде один міжстроковий інтервал у 1,5 строки.

Назви пунктів та підпунктів друкуються з Першої великої літери напівжирним шрифтом і вирівнюються по ширині з абзацним відступом. Наприклад:

1.2 Матеріальний баланс стадії ферментації

Основним рівнянням матеріального балансу є).

В кінці назви розділу, пункту та підпункту крапка не ставиться.

Розділи нумерують в межах всієї роботи. Пункти нумеруються в межах розділу, підпункти – в межах пункту. В кінці номеру розділу, пункту, підпункту крапка не ставиться.

Перед назвою пункту друкують один полуторний інтервал. Інтервальних відступів до чи після назви підпункту немає.

Назви заголовків друкуються з Першої великої літери напівжирним шрифтом і вирівнюються по ширині тексту з абзацним відступом. В кінці заголовку ставлять крапку та починають нове речення (наприклад:

Характеристика молока коров'ячого. Всі життєво необхідні речовини для нормального розвитку людського організму знаходяться в молоці...).

До назви таблиці та після самої таблиці ставиться один міжстроковий інтервал у 1,5 строки.

Назви таблиць друкуються з Першої великої літери і вирівнюються по ширині тексту з абзацним відступом. Друк таблиць дозволяється з використанням 12 розміру шрифту та одинарного міжстрокового інтервалу.

Назви рисунків друкуються з Першої великої літери і вирівнюються по центру. Якщо є підрисуночний текст, то його розміщують перед назвою рисунку.

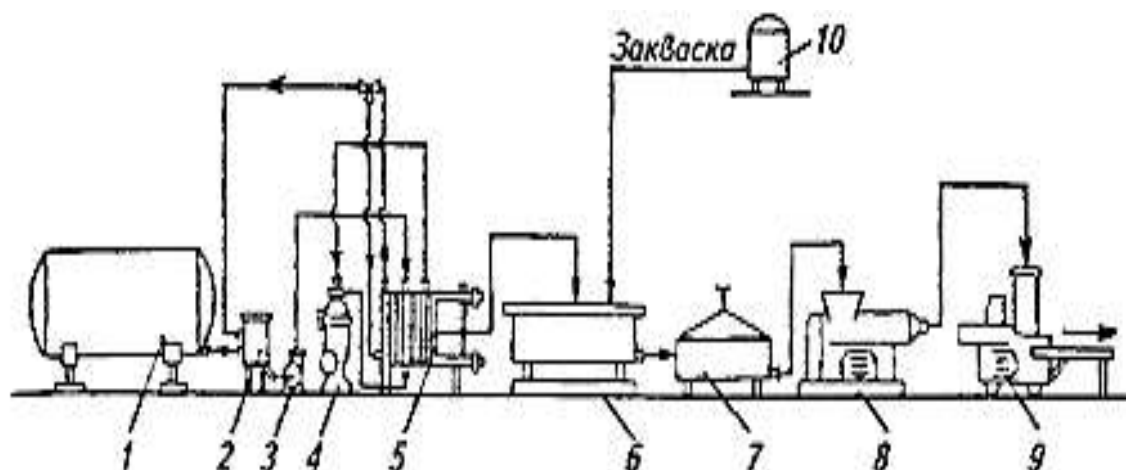
Рисунки і таблиці нумеруються. Нумерація в межах розділу.

Приклад оформлення назви таблиці перед таблицею:

Таблиця 4.1 – Органолептичні показники варенця

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд і консистенція	Однорідна, в міру щільна, з непорушеним згустком (при термостатному способі виробництва) або порушеним згустком (при резервуарному способі виробництва).

Приклад оформлення назви рисунку після рисунку:



- 1 – ємність для молока, 2 – балансувальний бачок, 3 – насос, 4 – сепаратор-очищувач, 5 – пластинчаста пастеризаційно-охолоджувальна установка,
6 – сирна ванна, 7 – прес-візок, 8 – охолоджувач для кисломолочного сиру,
9 – автомат для фасування кисломолочного сиру,
10 – ємність для закваски

Рисунок 4.1 – Принципова гідропневматична схема виробництва кисломолочного сиру традиційним способом

Текст латиницею друкується курсивом.

У список використаних джерел слід включити всі джерела, які нумеруються в порядку їх цитування в тексті. Список джерел інформації оформлюється у відповідності до ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання».

Зразки оформлення посилань у списку використаних джерел наведені нижче.

Текст роботи повинен містити посилання на джерела інформації у квадратних дужках із зазначенням номера джерела у списку використаних джерел. Приклад: Текст [1,5,8].

Рукописний текст повинен бути виконаний креслярським шрифтом.

Розрахункове завдання брошурується в папку і здається викладачу в день захисту роботи.

5. ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ

Розрахунок приведено для варіанту 19 на 38 м³ культуральної рідини без урахування титруючих агентів (розчинів кислот та лугів). Розрахунок проводять у послідовності, що наведена нижче.

1. Кількість засіяного поживного середовища з урахуванням втрат (10 %) при ферментації, G_1 :

$$G_1 = 38 \cdot 1,1 = 41,8 \text{ м}^3.$$

У тому числі посівного матеріалу (посівна доза 4 %), G_2 :

$$G_2 = G_1 \cdot 0,04 = 41,8 \cdot 0,04 = 1,672 \text{ м}^3.$$

2. Кількість поживного середовища для отримання посівного матеріалу з урахуванням втрат (4 %) при вирощуванні культури, G_3 :

$$G_3 = G_2 \cdot 1,04 = 1,672 \cdot 1,04 = 1,739 \text{ м}^3.$$

3. Витрати компонентів поживних середовищ для отримання посівного матеріалу і культуральної рідини наведені у табл. 5.1.

Для розрахунку даної таблиці приймаємо, що значення густини культуральної рідини дорівнює 1000 кг/м³.

Кількість виробничого середовища визначаємо наступним чином:

$$G_1 - G_2 = 40,128 \text{ м}^3.$$

Таблиця 5.1 – Витрати компонентів поживних середовищ для отримання посівного матеріалу і культуральної рідини

Компонент	Посівний матеріал		Виробниче середовище	
	%	кг	%	кг
Кукурудзяний крохмаль	–	–	12,0	4 815,4
Борошно кукурудзяне	6,00	104,34	3,0	1 203,8
Казеїн технічний	0,50	8,69	1,0	401,3
БВК	1,00	17,39	1,0	401,3
Кукурудзяний екстракт	1,0	17,39	1,0	401,3
Діамонійфосфат	–	–	0,10	40,13
Карбонат натрію	0,10	1,739	0,10	40,13
Карбонат кальцію	0,13	2,261	0,13	52,17
Бактеріальна амілаза (АС=600 од/г)	–	–	0,06	24,08
Піногасник (пропінол Б–400)	0,05	0,869	0,15	60,19

4. Обробка 38 м^3 ($38\,000 \text{ л}$) культуральної рідини перед відділенням біомаси з протеолітичною активністю 12000 од/см^3 .

4.1. Кількість доданого фільтроперліту (витрати $0,04 \text{ кг}$ на 1 л культуральної рідини):

$$G_4 = 38000 \cdot 0,04 = \mathbf{1520 \text{ кг.}}$$

4.2. Кількість доданого 50% розчину CaCl_2 (витрати $0,06 \text{ л}$ на 1 л культуральної рідини):

$$G_5 = 38000 \cdot 0,06 = \mathbf{2280 \text{ л.}}$$

4.3. Витрати CaCl_2 на приготування $2\,280 \text{ л}$ 50% розчину (вміст CaCl_2 в 1 л 50% розчину $0,68 \text{ кг}$):

$$G_6 = G_5 \cdot 0,68 = 2280 \cdot 0,68 = \mathbf{1550,4 \text{ кг.}}$$

4.4. Кількість доданого 10% розчину Na_2HPO_4 (витрати $0,12 \text{ л}$ на 1 л культуральної рідини):

$$G_7 = 38000 \cdot 0,12 = \mathbf{4560 \text{ л.}}$$

4.5. Витрати Na_2HPO_4 на приготування $4\,560 \text{ л}$ 10% розчину (вміст Na_2HPO_4 в 1 л 10% розчину $0,107 \text{ кг}$):

$$G_8 = G_7 \cdot 0,107 = 4560 \cdot 0,107 = \mathbf{487,92 \text{ кг.}}$$

4.6. Витрати води на промивання осаду при фільтрації (гідромодуль 1):

$$G_9 = 38 \cdot 1 = \mathbf{38 \text{ м}^3 (38000 \text{ л}).}$$

4.7. Загальна кількість рідини, яка йде на фільтрацію:

$$G_{10} = 38000 + G_4 + G_5 + G_7 + G_9 = 38000 + 1520 + 2280 + 4560 + 38000 = \mathbf{84360 \text{ л.}}$$

4.8. Кількість осаду, який відділяється на фільтрі, з вмістом вологи 75% (вміст абсолютно сухої речовини біомаси в 38 м^3 культуральної рідини (а) 9500 ($25\% \cdot 38 = 9500$) кг , вміст фільтроперліту (б) 1520 кг , вміст гідрофосфату кальцію (в) – $467,3 \text{ кг}$)

Для визначення вмісту гідрофосфату кальцію вирішимо наступну задачу:

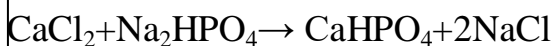
Дано:

$$m(\text{CaCl}_2) = 1550,4 \text{ кг}$$

$$m(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 487,92 \text{ кг}$$

$$m(\text{CaHPO}_4) = ?$$

Рішення:



$$1 \text{ моль} \quad 1 \text{ моль} \quad 1 \text{ моль}$$

Нехай маса Na_2HPO_4 при взаємодії з $1550,4 \text{ кг}$ CaCl_2 буде x .

Визначаємо молекулярні маси CaCl_2 та Na_2HPO_4 :

$$M(\text{CaCl}_2) = 0,111 \text{ кг/моль,}$$

$$M(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 0,142 \text{ кг/моль.}$$

Використовуючи правило взаємодії речовин в еквівалентних кількостях, визначаємо за формулою $m = n \cdot M$, що, $m(\text{CaCl}_2) = 0,111$ кг, а $m(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 0,142$ кг (при $n = 1$).

$$\text{Визначимо чому дорівнює } x: x = \frac{1\,550,4 \cdot 0,142}{0,111} = 1983,4 \text{ кг.}$$

За умовою $m(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 487,92$ кг. Так як $1983,4 \text{ кг} > 487,92 \text{ кг}$, можемо зробити висновок, що речовина Na_2HPO_4 була взята у нестачі.

Далі розраховуємо масу CaHPO_4 за речовиною, яка була взята у нестачі, тобто Na_2HPO_4 .

$$M(\text{CaHPO}_4) = 0,136 \text{ кг/моль.}$$

$$n(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = \frac{m}{M} = \frac{487,92 \text{ кг}}{0,142 \text{ кг/моль}} = 3436,06 \text{ моль.}$$

За рівнянням бачимо, що кількість речовин Na_2HPO_4 і CaHPO_4 однакова. Тобто $n(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = n(\text{CaHPO}_4) = 3436,06$ моль.

$$m(\text{CaHPO}_4) = n \cdot M = 3436,06 \text{ моль} \cdot 0,136 \text{ кг/моль} = 467,3 \text{ кг.}$$

Тобто вміст гідрофосфату кальцію дорівнює 467,3 кг.

$$G_{11} = \frac{a+b+v}{(1-w)} = \frac{9500+1520+467,304}{1-0,75} = 45949,216 \text{ кг.}$$

Або $45949,216/1,2 = 38291,013$ дм^3 , де $1,200 \text{ т/м}^3$ ($1,2 \text{ кг/дм}^3$) – густина осаду, який утворюється при фільтрації.

4.9. Кількість фільтрату (з урахуванням виходу 73 % від загальної кількості рідини, що поступає на фільтрацію):

$$G_{12} = G_{10} \cdot 0,73 = 84360 \cdot 0,73 = 61582,8 \text{ л.}$$

4.10. Активність фільтрату з урахуванням втрат (5 %):

$$A_1 = \frac{38 \cdot 12 \cdot 10^9 \cdot 0,95}{84,36 \cdot 10^6} = 5135 \text{ од/мл.}$$

5. Стерильна фільтрація нативного розчину.

5.1. Витрати фільтроперліту (намивання фільтруючого шару 0,5 %):

$$G_{13} = G_{12} \cdot 0,005 = 61\,582,8 \cdot 0,005 = 307,9 \text{ кг.}$$

5.2. Кількість вологого (85 %) фільтроперліту після фільтрації:

$$G_{14} = \frac{G_{13}(1-0,1)}{1-w} = \frac{307,9(1-0,1)}{1-0,85} = 1847,4 \text{ кг.}$$

5.3. Втрати нативного розчину з осадом фільтроперліту:

$$G_{15} = G_{14} - G_{13} = 1847,4 - 307,9 = 1539,5 \text{ кг.}$$

або $1539,5/1,03 = 1494,7$ л, де $1,03 \text{ т/м}^3$ – густина нативного розчину.

5.4. Кількість стерильного нативного розчину:

$$G_{16} = G_{12} - G_{15} = 61582,8 - 1494,7 = \mathbf{60088,1 \text{ л.}}$$

5.5. Активність стерильного нативного розчину з урахуванням втрат (5%) при фільтрації:

$$A_2 = A_1 \cdot 0,95 = 5135 \cdot 0,95 = \mathbf{4878,25 \text{ од/мл.}}$$

6. Ультрафільтрація стерильного нативного розчину.

6.1. Кількість ультраконцентрату при ступені концентрування 15:

$$G_{17} = G_{16}/15 = 60088,1/15 = \mathbf{4005,9 \text{ л.}}$$

6.2. Кількість ультрафільтрату:

$$G_{18} = G_{16} - G_{17} = 60088,1 - 4\ 005,9 = \mathbf{56082,2 \text{ л.}}$$

6.3. Кількість сухої речовини в ультраконцентраті (вміст сухої речовини (СР) 5 %):

$$G_{19} = G_{17} \cdot 0,05 = 4005,9 \cdot 0,05 = \mathbf{200,3 \text{ кг.}}$$

6.4. Кількість сухої речовини в ультрафільтраті (вміст СР у нативному розчині 5 %):

$$G_{20} = (G_{16} \cdot 0,05) - G_{19} = (60\ 088,1 \cdot 0,05) - 200,3 = \mathbf{2804,1 \text{ кг.}}$$

6.5. Активність ультраконцентрату з урахуванням втрат (10 %):

$$A_3 = \frac{A_2 \cdot G_{16} \cdot 10^3 \cdot 0,9}{G_{17} \cdot 10^3} = \frac{4\ 878,25 \cdot 60\ 088,1 \cdot 10^3 \cdot 0,9}{4\ 005,9 \cdot 10^3} = \mathbf{65855,94 \text{ од/мл.}}$$

7. Стерильна фільтрація ультраконцентрату.

7.1. Кількість солей, які додаються для підвищення вмісту СР в ультраконцентраті до 12 %:

$$G_{21} = \frac{A_3 \cdot G_{17} \cdot 0,78}{A_{\text{преп}}} - G_{19}$$

де G_{21} – маса солей, кг; A_3 – протеолітична активність ультраконцентрату, од/мл; G_{17} – об'єм ультраконцентрату, л; 0,78 – коефіцієнт, що враховує втрати продукту при стерильній фільтрації (9 %) та сушінні (13 %); $A_{\text{преп}}$ – протеолітична активність базового препарату (330000 од/г); G_{19} – маса абсолютно сухої речовини у вихідному ультраконцентраті, кг.

$$G_{21} = \frac{65\ 855,94 \cdot 4\ 005,9 \cdot 0,78}{330\ 000} - 200,3 = \mathbf{423,26 \text{ кг.}}$$

7.2. Витрати сульфату натрію (45 кг на 1 000 л ультраконцентрату):

$$G_{22} = \frac{45 \cdot G_{17}}{1\ 000} = \frac{45 \cdot 4\ 005,9}{1\ 000} = \mathbf{180,27 \text{ кг}}$$

7.3. Витрати натрію хлориду:

$$G_{23} = G_{21} - G_{22} = 423,26 - 180,27 = \mathbf{242,99 \text{ кг.}}$$

7.4. Кількість сухих речовин в ультраконцентраті після додавання солей:

$$G_{24} = G_{19} + G_{21} = 200,3 + 423,26 = \mathbf{623,56 \text{ кг.}}$$

7.5. Активність ультраконцентрату після стерильної фільтрації з урахуванням втрат (9 %):

$$A_4 = A_3 \cdot 0,91 = 65855,94 \cdot 0,91 = \mathbf{59928,9 \text{ од/мл.}}$$

8. Сушка ультраконцентрату.

8.1. Кількість препарату, який висушили (вміст вологи 8 %):

$$G_{25} = \frac{G_{24}}{(1-W)} = \frac{623,56}{(1-0,08)} = \mathbf{677,78 \text{ кг.}}$$

8.2. Активність базового препарату з урахуванням втрат від інактивації при сушці (13 %)

$$A_5 = \frac{A_4 G_{17} \cdot 0,87}{G_{25}} = \frac{59\,928,9 \cdot 4\,005,9 \cdot 0,87}{677,78} = \mathbf{308153,4 \text{ од/г.}}$$

8.3. Кількість висушеного препарату з урахуванням втрат (2 %):

$$G_{26} = G_{25} \cdot 0,98 = 677,78 \cdot 0,98 = \mathbf{664,22 \text{ кг.}}$$

9. Гранулювання препарату лужної протеази.

Склад гранульованого препарату лужної протеази наведений в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Склад гранульованого препарату лужної протеази

Компонент	Вміст	
	%	кг
Базовий препарат	32	664,22
Барол-діс або оксанол ЦС-100	57	1183,14
Моностеарат гліцерину	3	62,27
Діоксид титану	8	166,06

9.1. Кількість гранульованого препарату:

$$G_{27} = 664,22 + 1183,14 + 62,27 + 166,06 = \mathbf{2075,69 \text{ кг.}}$$

9.2. Активність гранульованого препарату:

$$A_6 = \frac{A_5 G_{26}}{G_{27}} = \frac{308\,153,4 \cdot 664,22}{2\,075,69} = \mathbf{98609 \text{ од/г.}}$$

9.3. Кількість товарного препарату з урахуванням втрат при гранулюванні (4 %) і фасуванні (2 %):

$$G_{28} = G_{27} \cdot 0,96 \cdot 0,98 = 2\,075,69 \cdot 0,96 \cdot 0,98 = \mathbf{1952,8 \text{ кг.}}$$

10. Вихід умовного препарату активністю (ПС) 35000 од/г з 1 м³ культуральної рідини:

$$G_{29} = \frac{G_{28} A_6}{\text{ПС}} = \frac{1\,952,8 \cdot 98\,609}{35\,000} = \mathbf{5501,8 \text{ кг.}}$$

Матеріальний баланс виробництва слугує основою для прийняття проєктованих норм витрат основних видів сировини і матеріалів на одиницю

продукції, що випускає підприємство. Питомі норми витрат наведені у табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Проектовані норми витрат (кг) основної сировини і матеріалів при виробництві лужної протеази

Сировина, матеріал, кг	Питома норма витрати		Сировина, матеріал, кг	Питома норма витрати	
	на 1 м ³ культу- ральної рідини	на 1 кг умовного препарату		на 1 м ³ культу- ральної рідини	на 1 кг умовного препарату
Кукурудзяний крохмаль	126,72	0,88	Піногасник (пропінол Б-400)	1,607	0,011
Борошно кукурудзяне	34,43	0,24	Фільтроперліт	48,1	0,33
Казеїн технічний	10,79	0,075	Хлорид кальцію	40,8	0,28
БВК	11,02	0,076	Дінатрійфосфат	12,84	0,09
Кукурудзяний екстракт (48% СР)	11,02	0,076	Сульфат натрію	4,725	0,033
			Хлорид натрію	6,365	0,044
Діамонійфосфат	1,06	0,0073	Берол-діс або оксанол ЦС-100	31,01	0,22
Карбонат натрію	1,102	0,0076			
Карбонат кальцію	1,433	0,0099	Моностеарат гліцерину	1,63	0,0113
Бактеріальна амілаза (АС=600 од/г), г	630	4,71	Діоксид титану	4,35	0,03

6. ПРИКЛАДИ ОФОРМЛЕННЯ ЛІТЕРАТУРИ

Приклади оформлення літератури подано у відповідності до ДСТУ 8302:2015.

1. Книга – 1 автор.

Klevenz H. Industrial pharmaceutical biotechnology. Weinheim : Wiley-VCH Verlag GmbH, 2002. 313 p.

2. Книга – 2-3 автори.

Пирог Т. П., Ігнатова О. А. Загальна біотехнологія : Підручник. Київ : НУХТ, 2008. 485 с.

3. Книга 4 і більше авторів.

Механізація переробної галузі агропромислового комплексу : підруч. для учнів проф.-техн. навч. закл. / О. В. Гвоздєв та ін. Київ : Вища освіта, 2006. 478 с.

або

Гвоздєв О. В., Ялпачик Ф. Ю., Рогач Ю. П., Сердюк М. М. Механізація переробної галузі агропромислового комплексу : підруч. для учнів проф.-техн. навч. закл. Київ : Вища освіта, 2006. 478 с.

4. Книга без автора.

Підготовка докторів філософії (PhD) в умовах реформування вищої освіти : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., м. Запоріжжя, 5-6 жовт. 2017 р. Запоріжжя : ЗНУ, 2017. 216 с.

Сучасне суспільство: філософсько-правове дослідження актуальних проблем : монографія / за ред. О. Г. Данильяна. Харків : Право, 2016. 488 с.

5. Стаття в журналі.

Шкурко В. В. Гончарук Є. В. Гігієнічні підходи до вирішення проблеми підвищення вітамінної забезпеченості організму дітей в організованих колективах. *Проблеми харчування*. 2008. № 1–2. С. 40–44.

6. Патент.

Чиста культура дріжджів *saccharomyces cerevisiae* для отримання шампанського та ігристого вина: пат. 64037 Україна: МПК С12N 1/18 С12G 1/06 С12R 1/865. №2002086902; заявл. 21.08.2002; опубл. 16.02.2004, Бюл. № 2. 3с.

7. Стандарт.

ДСТУ 4807:2007 Вина ігристі. Технічні умови. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2008. 10 с.

8. Законодавчі та нормативні документи.

Про затвердження переліку харчових добавок, дозволених для використання у харчових продуктах : Постанова Кабінету Міністрів України від 04.01.1999 р. № 12. *Офіційний вісник України*. 1999. 22 січ. (№ 1). 75 с.

9. Дисертація (автореферат дисертації).

Банковська Н. В. Гігієнічна оцінка стану фактичного харчування дорослого населення України та наукове обґрунтування шляхів його оптимізації: дисс. ... канд. мед. наук : 14.02.01. Київ, 2008. 122 с.

Дідух Н. А. Наукові основи розробки технологій молочних продуктів функціонального призначення : автореф. дис... д-ра техн. наук : 05.18.16 . Одеса, 2008. 30 с.

10. Матеріали, тези, доповіді конференцій.

Галушко А. С., Кошиль А. В., Варанкіна О. О. Дослідження показників якості готових продуктів у біотехнології виробництва йогуртів. Майбутній науковець – 2019 : матеріали всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю м. Сєверодонецьк. 12 груд. 2019 р., Ч.І. Сєверодонецьк : Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля, 2019. С. 281.

11. Електронний ресурс.

11.1. Інформація з сайту.

Шардоне, опис виду винограду. *Виноград інфо*. URL: <https://vinograd.info/sorta/vinnye/shardone.html> (дата звернення: 12.04.2020).

11.2. Будь-яке джерело інформації (стаття, книга ...) оформлюється також, як і в п.1 – 8 з врахуванням прикладу, який наведено нижче.

Грегірчак Н. М. Мікробіологія галузі : конспект лекцій для студентів напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» денної та заочної форм навчання. Київ: НУХТ, 2014. 171 с. URL: <http://library.nuft.edu.ua/ebook/file/69.42.pdf> (дата звернення: 03.02.2020).

12. Іноземне джерело оформлюється аналогічно п.1-9 іноземною мовою.

Nancy J. Aburto, Manuel Ramirez-Zea, Lynnette M. Neufeld, Rafael Flores-Ayala. Some indicators of nutritional status are associated with activity and exploration in infants at risk for vitamin and mineral deficiencies. *The Journal of Nutrition*. 2009. Vol. 139. P. 175–1757.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Основи проектування виробництв в хіміко-фармацевтичній та біотехнологічній промисловості: Підр. для студентів зво / В. І. Чуєшов та інш. Харків : Вид-во НФаУ : Золоті сторінки, 2004. 460 с.

2. ДСТУ 8302:2015 Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. [Чинний від 2009-01-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 16 с.

ДОДАТОК 1

Приклад оформлення титульної сторінки

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Кафедра біотехнології, біофізики та аналітичної хімії

РОЗРАХУНКОВЕ ЗАВДАННЯ

з дисципліни

«Загальна біотехнологія»

Варіант 1 (вказати свій)

Виконав
Студент групи ХТ-424а
Олег ІВАНОВ
Перевірила
Олександра ВАРАНКІНА

Оцінка у балах

	Максимальна оцінка	Оцінка за роботу
Основні компоненти		
Правильність розрахунку		
Стиль оформлення		
Своєчасність виконання		
Всього		

Харків
2024

Навчальне видання

Матеріальний баланс біотехнологічного виробництва
Методичні вказівки
до виконання індивідуального завдання
з навчальної дисципліни «Загальна біотехнологія»
для здобувачів вищої освіти спеціальності
162 «Біотехнології та біоінженерія»

Укладач

ВАРАНКІНА Олександра Олександрівна

Відповідальний за випуск проф. Близнюк О. М.
Роботу до видання рекомендував проф. Пітак Я.М.

В авторській редакції

План 2024 р., поз. 1040.

Підп. до друку _____ Гарнітура Times New Roman.

Видавничий центр НТУ «ХП»,
вул. Кирпичова, 2, м. Харків,
61002

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 5478 від 21.08.2017 р.
Електронна версія