

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

# ЗАГАЛЬНА БІОТЕХНОЛОГІЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА

*Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського  
як навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра  
за освітньою програмою «Біотехнології»  
спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія»*

Київ  
КПІ ім. Ігоря Сікорського  
2021

Загальна біотехнологія: Розрахунково-графічна робота [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Т. С. Тодосійчук, І.Р. Клечак;. – Електронні текстові дані (1 файл: 0,58 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 21 с.

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 7 від 13.05.2021 р.)  
за поданням Вченої ради факультету біотехнології і біотехніки(протокол № 8 від 22.03.2021 р.)*

Електронне мережне навчальне видання

# ЗАГАЛЬНА БІОТЕХНОЛОГІЯ

## РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА

Укладачі: *Тодосійчук Тетяна Сергіївна*, д-р техн. наук, доц.

*Клечак Інна Рішардівна*, канд. техн. наук, доц.

Відповідальний  
редактор

*Поліщук В.Ю.*, кандидат технічних наук

Рецензент

*Вембер В.В.*, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, доцент екології та технології рослинних полімерів

В навчальному посібнику описано послідовність та принципи виконання завдання на розрахунково-графічну роботу з курсу «Загальна біотехнологія», а також подані допоміжні матеріали і посилання на навчальну літературу та нормативну документацію. Тематика РГР пов'язана з певним біотехнологічним препаратом у зазначеній або обраній додатково студентом готовій формі та передбачає ознайомлення з його характеристикою, основними стадіями виробництва, складанням технологічної схеми та розрахунком ефективності заданого режиму підготовки стерильного поживного середовища або повітря.

В навчальному посібнику показано принципи вибору продуцента та умов біосинтезу і виділення продукту, наведені теоретичні відомості та приклад розрахунку ефективності режимів термічної стерилізації поживного середовища з зазначеними характеристиками. Показано підходи до розробки загальної технологічної схеми виробництва біотехнологічного препарату та особливості складання та графічного представлення технологічної схеми. Посібник містить приклади основних типів завдань на РГР, що отримуватимуть студенти, зразок виконання та подання технологічної схеми виробництва на прикладі зазначеного препарату, що дозволяє студентам зрозуміти обсяги та вимоги до представлення результатів виконання власного варіанту завдання.

Навчальний посібник призначений для студентів спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія», що вивчають дисципліну «Загальна біотехнологія», для допомоги при виконанні розрахунково-графічної роботи.

© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021

## ЗМІСТ

	Стор.
Вступ .....	4
1. Теоретичні відомості .....	5
1.1. Принципи розробки загальної технологічної схеми виробництва біотехнологічного продукту.....	5
1.2. Особливості складання технологічних схем біотехнологічних виробництв .....	7
1.3. Методи розрахунку ефективності режимів термічної стерилізації поживних середовищ .....	8
2. Приклади завдань на розрахунково-графічну роботу .....	13
3. Вказівки щодо подання та оформлення завдань розрахунково-графічної роботи	14
4. Список рекомендованої для виконання завдання літератури	16
Додаток 1. Зразок подання технологічної схеми	17
Додаток 2. Зразки подання різних видів літературних джерел у списку використаної літератури	19
Додаток 3. Зразок оформлення титульного листа розрахунково-графічної роботи	21

## ВСТУП

Кредитний модуль «Загальна біотехнологія-2. Промислове виробництво біотехнологічної продукції» є складовою нормативної дисципліни «Загальна біотехнологія» циклу професійної підготовки бакалаврів за освітньо-професійною програмою «Біотехнології» за спеціальністю 162 Біотехнології та біоінженерія. Запланована в кредитному модулі розрахунково-графічна робота (РГР) має на меті закріплення, поглиблення та контроль знань, отриманих студентами в процесі вивчення дисципліни для набуття наступних компетентностей: •вибирати продуцент для отримання певного продукту біосинтезу; •визначати технологічні способи та прийомів ведення біосинтезу; •знання основних груп продуктів біосинтезу та продуцентів БАР; •орієнтування у сировинній базі та принципах створення поживних середовищ, що використовуються в біотехнології; •знайти місце конкретної технології у системі відомих біотехнологій; •обґрунтувати вибір технологічних способів та прийомів виділення біотехнологічного продукту; •узагальнити набуті знання та використати їх для вирішення поставлених завдань.

Виконання РГР передбачає знання та використання матеріалу, що викладається в курсі у поєднанні із умінням користуватися додатковою літературою та інженерним підходом до розв'язання поставлених задач.

В процесі роботи над завданням студент опрацьовує умови і особливості культивування біологічних агентів та основні етапи біотехнологічних виробництв на прикладі технології одного з традиційних продуктів біотехнології (ферментів, антибіотиків тощо), а саме:

•вибір раціональної готової форми продукту відповідно до області його використання; •значення асептики при виробництві продуктів біосинтезу, методи розрахунку ефективності режимів стерилізації поживних середовищ та очистки повітря; •принципи розробки технологічних схем біотехнологічних виробництв, особливості схем в залежності від виду, призначення та товарної форми кінцевого продукту.

# 1. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

## 1.1. Принципи розробки загальної технологічної схеми виробництва біотехнологічного продукту

Теоретичною основою для виконання першого завдання РГР – розробки загальної технологічної схеми виробництва біотехнологічного продукту є особливості біосинтезу даного продукту та умови культивування продуценту, визначені на основі аналізу літератури (підручників, статей, патентів) з даного питання.

Серед *особливостей біосинтезу, які потрібно встановити*: спосіб біосинтезу (поверхневий або глибинний), тип продукту (природа, екзогенний або ендогенний), властивості продукту (стійкість, розміри молекули), вимоги до кінцевої форми продукту відповідно до призначення, типові масштаби виробництва таких продуктів. Якщо синтезована речовина може бути використана у різних галузях – потрібно обрати самостійно одну з них та зазначити, для якого саме кінцевого продукту буде запропонована технологічна схема.

Так, наприклад, протеолітичні ферменти можуть використовуватися як у промисловості (у складі синтетичних мийних засобів, у текстильних процесах тощо), так і бути компонентом лікарських антисептичних засобів. У першому випадку готовий продукт біотехнологічного виробництва не вимагає високого ступеню очистки, а отже будуть обрані відповідні стадії виділення (осадження, діаліз, концентрування тощо) і пакування у поліетиленові пакети по 5-10 кг. У разі виробництва субстанції для фармації такий препарат має бути вищої очистки, для чого потрібні будуть додаткові етапи і використання більш тонких методів (баромембранні, адсорбційні). Пакування ж такого препарату, як правило, має менші об'єми (1-3 кг) і відбувається, як у пластикові пакети, так і у скляні або пластикові банки.

Тому, на *першому етапі розробки загальної технологічної схеми* важливо встановити властивості цільової речовини, можливі області її практичного застосування, а після цього обрати одну з них і скласти схему

саме для обраного призначення продукту, оскільки це визначає ступінь очистки, а отже й перелік стадій.

На *наступному етапі* потрібно встановити особливості продуценту, що синтезує дану речовину, визначивши: температуру біосинтезу, рН, тривалість, а також потреби в аерації, пінорегулюванні тощо. Ці значення потрібні будуть для вказання умов проведення процесу біосинтезу продукту на технологічній схемі.

Вибір *подальших стадій виділення продукту ґрунтується* на:

- фізико-хімічних характеристиках культуральної рідини (об'єму, густини тощо);
- властивостях цільової речовини (стійкості, природи, розмірів молекули);
- призначенні цільового продукту, вимог до ступеню очистки, його готовій формі;
- технологічності можливих способів виділення та очистки продукту;
- економічних показниках альтернативних способів (енерговитрати, тривалість).

На цьому етапі розробки схеми потрібно ознайомитися у підручниках з типовими способами виділення такого типу продуктів загалом (БВК, ферментів, антибіотиків та інш.) і обрати такі, що відповідають поставленим задачам та враховують вищенаведені обмеження. Приклад формування технологічної схеми у розрахунково-графічній роботі подано у Додатку 1: допоміжні роботи подаються без додаткової їх деталізації, сама схема містить всі необхідні елементи (позначення типу стадії, нумерації, контрольні точки) і не перевищує за розташуванням двох сторінок.

***Перед поданням технологічної схеми потрібно чітко зазначити що буде кінцевим продуктом, його точне призначення, вид готової форми та пакування.***

Після подання технологічної схеми потрібно надати коротке (до 2-3 сторінок) обґрунтування вибору використаних способів виділення, очистки, сушіння або іншого – відповідно до запитання у завданні. У тексті подається посилання на використані джерела літератури, список якої наводиться в кінці роботи у порядку згадування (див. Додаток 2 та п. 3 вказівок).

## 1.2. Особливості складання технологічних схем біотехнологічних виробництв

Технологічна схема виробництва повинна наочно відображати послідовність виробничого процесу – графічно у вигляді блок-схеми з назвою стадій, з переліком технологічних параметрів процесів в них. Технологічна схема виробництва подається на одному або двох аркушах формату А4 з дотриманням стандартних умовних позначень та елементів.

В технологічній схемі обов'язково відображаються *стадії допоміжних робіт* (ДР), включаючи санітарну підготовку виробництва, стадії основного технологічного процесу (ТП), фасування продукції (ПМВ), стадії знешкодження та переробки відходів та викидів (ЗВВ, ПВ). На технологічній схемі позначаються контрольні точки виробництва (Кт, Кх, Км) та основні параметри проведення процесів (t, P, τ тощо).

Кожна стадія повинна характеризуватись назвою та визначальним індексом, який складається з умовного позначення (ДР, ТП,.. ) та порядковою номером.

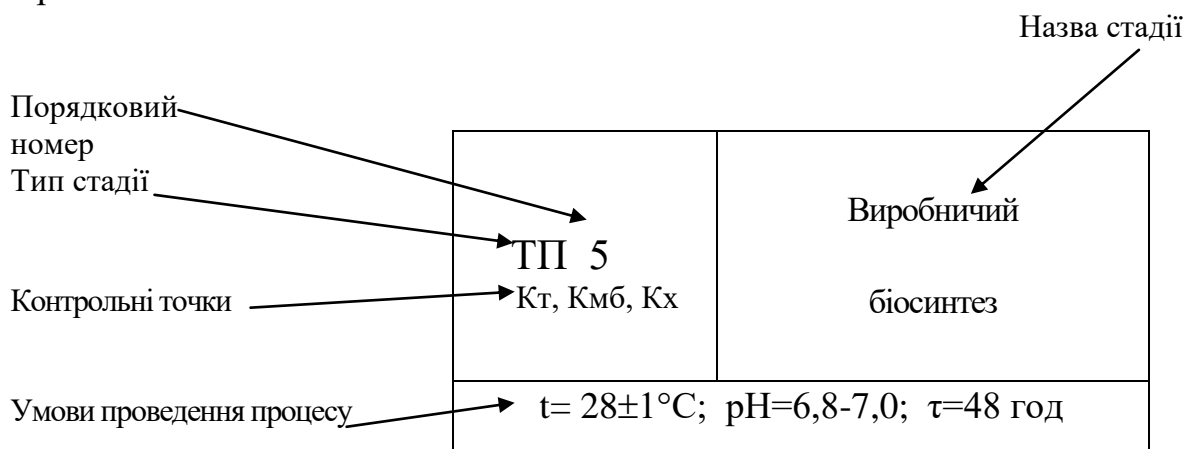


Рис. 1. Графічне подання стадії технологічного процесу на схемі.

Нумерація стадій наскрізна і здійснюється відповідно до порядку їх проведення по ходу технологічного процесу, починаючи з санітарної підготовки виробництва і закінчуючи пакуванням готової продукції.

Якщо допоміжні роботи здійснюються на окремому обладнанні для однієї стадії основного технологічного процесу, то такі допоміжні роботи включають у цю стадію технологічного процесу. Якщо допоміжні роботи здійснюються на

окремому обладнанні для кількох стадій або для кількох виробництв, їх відокремлюють у самостійні стадії допоміжних робіт (наприклад, підготовка знесолоної води, розчину кислот або лугів з потрібною концентрацією для всього цеху)

У разі, коли перероблення відходів або їх знешкодження здійснюються як самостійні роботи, на технологічній схемі стрілкою позначається напрямок подачі відходів на перероблення (знешкодження). Напрямок руху сировини, напівпродуктів, розчинів вказують стрілками (зліва направо) з написами над ними (див. Додаток 1).

У випадку, коли на стадії утворюється більш, ніж один продукт або напівпродукт, над стрілкою вказують який саме компонент подається на одну з наступних стадій. Це стосується, наприклад, стадії відділення біомаси з утворенням власне біомаси продуцента та фільтрату.

Якщо напівпродукт направляється на наступну за номером стадію, подану на технологічній схемі, то як правило це над стрілкою зазначати не потрібно. Таке зазначається лише у разі, коли напівпродукт, речовина, відходи направляються на іншу стадію, ніж наступна. На технологічній схемі показують точки контролю з позначенням його виду: Км/б - контроль мікробіологічний; Кт – контроль технологічний; Кх – контроль хімічний.

### **1.3. Методи розрахунку ефективності режимів термічної стерилізації поживних середовищ**

Друге завдання РГР передбачає розрахунок ефективності зазначеного режиму стерилізації поживного середовища або повітря з вказаними їх характеристиками.

*Метою стерилізації* є знищення всієї життєздатної мікрофлори, що знаходиться у поживному середовищі, у різних допоміжних рідких речовинах (наприклад, у піногаснику), а також на внутрішніх поверхнях обладнання та комунікацій.

Процес стерилізації можна розділити на *три основні етапи*: нагрівання середовища або апарата до температури стерилізації, витримка при цій



температурі впродовж часу, що забезпечує загибель всіх мікроорганізмів та охолодження об'єкту до температури культивування.

**Ефективність стерилізації залежить** від температури, тривалості процесу, характеристик об'єкту (складу середовища), початкової концентрації мікрофлори, конструкції апарата та деяких інших факторів.

Характеристикою процесу стерилізації є **питома швидкість загибелі** мікроорганізмів ( $k$ ) - кількість мікроорганізмів, що гинуть за одиницю часу :

$$k = -\frac{1}{N} \times \frac{dN}{d\tau}$$

де  $N$  - кількість мікробних клітин (спор) у об'єкті, що стерилізується;

$\tau$  - тривалість стерилізації, хв.

Інтегруючи та враховуючи, що при  $\tau = 0$ ,  $N = N_0$ , отримаємо вираз

$$N = N_0 \exp^{-k\tau} \quad \text{та} \quad k = \frac{1}{\tau} \times \ln \frac{N_0}{N}$$

де  $N_0$  - кількість життєздатних мікроорганізмів перед стерилізацією.

Вважається, що наявність навіть одного мікроорганізму у простерилізованому об'єкті призводить до інфікування процесу і такий режим стерилізації є неефективним. Тобто, ефективний режим стерилізації характеризується показником об'єкту  $N < 1$  (кількість мікроорганізмів після стерилізації менше одного).

Питома швидкість загибелі  $k$  не залежить від концентрації мікроорганізмів, а залежить від їх виду. Разом з тим, окремі особини однієї культури по-різному реагують на вплив температури.

Тому експериментально можливо визначити лише середнє значення  $k$ :

$$k = 1/\tau_{\text{сер}}, \text{ хв}^{-1}$$

Вчені Ф.Х. Дейндорфер та А.Е. Хемфрі, що досліджували вплив температур на динаміку загибелі спор мікроорганізмів, запропонували позначити вираз  $\ln N_0 / N = \nabla$  (набла) та назвали його критерієм стерилізації.

При сталій температурі:  $\nabla = k\tau$

Для розрахунку ефективності прийнятого режиму стерилізації, використовують **табличне значення  $k$** , що встановлене за експериментальними даними для найбільш терmostійкого еталонного мікроорганізму – *B. stearothermophilus* 1518 (табл. 1).

Таблиця 1. Значення критерію стерилізації для спор *Bacillus stearothermophilus* 1518 при різних температурах

Температура, °C	$k$ , хв <sup>-1</sup>	$\nabla_{нт}$ або $\nabla_{охт}$	Температура, °C	$k$ , хв <sup>-1</sup>	$\nabla_{нт}$ або $\nabla_{охт}$
100	0,013	0,013	122	2,440	11,825
101	0,017	0,030	123	3,075	14,900
102	0,023	0,053	124	3,765	18,665
103	0,030	0,083	125	4,570	23,235
104	0,036	0,119	126	5,9	29,13
105	0,038	0,167	127	7,4	36,53
106	0,062	0,229	128	9,3	45,88
107	0,083	0,312	129	11,7	57,58
108	0,109	0,421	130	14,8	72,38
109	0,135	0,556	131	16,6	88,98
110	0,163	0,719	132	18,6	107,58
111	0,193	0,912	133	23,4	130,98
112	0,234	1,146	134	29,5	160,48
113	0,302	1,448	135	37,2	197,68
114	0,412	1,860	136	46,8	244,48
115	0,540	2,400	137	59,0	298,48
116	0,653	3,053	138	74,2	377,68
117	0,810	3,863	139	93,5	471,18
118	1,002	4,865	140	104,8	474,98
119	1,210	6,075	141	118,0	693,98
120	1,480	7,550	142	148,0	841,98
121	1,830	9,385	143	—	—

Для розрахунку та обґрунтування режиму стерилізації при неізотермічних умовах реального виробництва використовують **наближений**

**метод Т. Річардса.** Метод передбачає врахування критерію стерилізації при нагріванні об'єкта ( $\nabla_H$ ), при витримці ( $\nabla_B$ ) та охолодженні ( $\nabla_{OH}$ ). Значення критеріїв стерилізації при нагріванні та охолодженні при сталій зміні температури зі швидкістю  $1^\circ\text{C}/\text{хв}$  розраховані експериментально та наведені в табл. 1. Якщо темп нагрівання чи охолодження відрізняється від прийнятого при складанні таблиці ( $1^\circ\text{C}/\text{хв}$ ), то для розрахунку дійсного критерію стерилізації використовують співвідношення:

$$\nabla = \nabla_T \times \frac{\tau}{(t_{cm} - 100)}$$

де  $\nabla_T$  - табличне значення;

$\tau$  - тривалість зміни температури від  $100^\circ\text{C}$  до  $t_{cm}$ , хв;

$t_{cm}$  - температура стерилізації,  $^\circ\text{C}$ .

Загальний ефект стерилізації визначається як сума критеріїв стерилізації :

$$\Sigma\nabla = \nabla_H + \nabla_B + \nabla_{OH}$$

Важливою складовою забезпечення асептичних умов культивування є **підготовка стерильного повітря**. Ефективність стерилізації повітря у фільтрах очистки характеризують величиною коефіцієнта проскоку  $K_n$ , що є також характеристикою фільтруючого матеріалу або загалом фільтру:

$$K_n = CV/C_0V \times 100 \% \text{ або } K_n = N/N_0 \times 100 \% , \%$$

де  $V$  - об'єм повітря, що проходить через фільтр,  $\text{м}^3$ ;

$C_0, C$  - концентрація мікроорганізмів у повітрі, що входить у фільтр та виходить з нього,  $\text{од}/\text{м}^3$ .

Значення  $K_n$ , що визначене для ефективної стерилізації повітря знаходиться в межах  $10^{-3}$  -  $10^{-10}$  %. Величина  $K_n = 10^{-3}$  % вказує на можливість інфікування в середньому однієї операції стерилізації з  $10^3$  проведених і характеризує теоретичну абсолютну стерильність. Умови реального виробництва впливають на процес стерилізації та зумовлюють підвищені

вимоги до фільтруючих матеріалів для забезпечення ефективного очищення повітря.

**Показником ефективності процесу стерилізації повітря** є відсутність мікроорганізмів у повітрі, що виходить з фільтру, тобто  $N < 1$ . Трансформуючи наведену вище формулу, отримаємо вираз для визначення ефективності очистки повітря при застосуванні певного фільтруючого матеріалу:

$$N = K_n C_0 V 10^{-2}, \text{ од}$$

Загальна асептика процесу виробничого культивування, звичайно, обумовлена ефективною стерилізацією окремих об'єктів процесу - поживного середовища, повітря, апарата та інших.

### **Приклад розрахунку ефективності режиму стерилізації**

Завдання. Розрахуйте, чи є ефективним наступний режим стерилізації поживного середовища об'ємом  $1 \text{ м}^3$ : нагрівання від  $100$  до  $125^\circ\text{C}$  на протязі  $25$  хв, витримка при  $125^\circ\text{C}$   $10$  хв, охолодження від  $125$  до  $100^\circ\text{C}$  на протязі  $20$  хв. Концентрація мікроорганізмів у середовищі становить  $10^5$  од/мл.

Розрахунок. Для розрахунку ефективності даного режиму стерилізації потрібно визначити кількість мікроорганізмів, що лишилася у середовищі після стерилізації ( $N$ ). Якщо цей показник менше  $1$  - режим є ефективним і забезпечує знищення всієї мікрофлори.

$$N = N_0 \exp^{(-kz)} \text{ або } N = N_0 \exp^{(-\nabla)} = C_0 V \exp^{(-\nabla)}$$

Отже, необхідно визначити значення загального критерію стерилізації, що досягається в процесі стерилізації. Для цього потрібно визначити окремі критерії стерилізації при нагріванні, витримці та охолодженні середовища у зазначеному режимі.

Нагрівання середовища від  $100$  до  $125^\circ\text{C}$  відбувається впродовж  $25$  хв (тобто зі швидкістю  $1^\circ\text{C}/\text{хв}$ ), тому критерій стерилізації при нагріванні  $\nabla_n$  визначаємо за таблицею. При температурі  $125^\circ\text{C}$  він становить  $23,235$ . Режим охолодження середовища відрізняється від прийнятого при складанні таблиці,

тому для розрахунку реального критерію стерилізації при охолодженні скористаємося формулою

$$\nabla = \nabla_T \times \tau / (t_{cm} - 100),$$

$\nabla_T$  при температурі 125°C становить 23,235, а, отже

$$\nabla_{ох} = 23,235 \times 20 / (125 - 100) = 18,59$$

Критерій стерилізації при витримці середовища при температурі 125°C розрахуємо, використовуючи дані табл. 1 та формулу  $\nabla = k\tau$ :

$$\nabla_B = 4,57 \times 10 = 45,7$$

Таким чином, загальний критерій стерилізації, що досягається при даному режимі становить

$$\Sigma \nabla = \nabla_H + \nabla_B + \nabla_{ох} = 23,235 + 45,7 + 18,59 = 87,525$$

Перевіримо ефект стерилізації (враховуючи, що  $1\text{ м}^3 = 10^6$  мл):

$$N = C_0 V \exp^{(-\nabla)} = 10^5 \times 1 \times 10^6 \exp^{(-87,525)} = 10^{11} \times 1,1 \times 10^{-38} = 1,1 \times 10^{-27} \text{ кл}$$

Отже,  $N = 1,1 \times 10^{-27}$ , ( $N < 1$ ), що вказує на ефективність даного режиму для стерилізації поживного середовища з зазначеними показниками.

## 2. ПРИКЛАДИ ЗАВДАНЬ НА РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНУ РОБОТУ

Індивідуальний варіант завдання на виконання РГР кожному студенту надається викладачем. Нижче наведені основні типи завдань.

### Варіант №1

1. Складіть загальну технологічну схему отримання БВК на гідролізатах рослинної сировини. Обґрунтуйте вибір способу підготовки сировини для поживного середовища та вибір виду готової форми.

2. Чи буде забезпечена повна стерильність поживного середовища об'ємом  $10 \text{ м}^3$  із концентрацією спорового матеріалу  $10^4$  од/мл при наступному режимі стерилізації: нагрівання від 100 до 120°C протягом 20 хв, витримка при 120°C протягом 15 хв, охолодження від 120 до 100°C протягом 20 хв ?

## Варіант №2

1.Складіть загальну технологічну схему отримання вітаміну В2 з використанням продуцента р. *Pseudomonas*. Обґрунтуйте вибір способів виділення продукту.

2.Визначте максимально припустиму концентрацію спорового матеріалу в середовищі об'ємом 10 м<sup>3</sup>, що буде цілком інактивована у режимі стерилізації : нагрівання від 100 до 125 °С на протязі 25 хв, витримка протягом 5 хв і охолодження від 125 до 100 °С протягом 25 хв.

## Варіант №3

1.Складіть загальну технологічну схему отримання БВК на рідких вуглеводнях нафти. Опишіть особливості даної сировини для біосинтезу продукту та характеристику готового продукту.

2.Яким значенням коефіцієнту проскоку повинен характеризуватися фільтруючий матеріал для забезпечення ефективної стерилізації повітря об'ємом 500 м<sup>3</sup> та концентрацією сторонньої мікрофлори 10<sup>2</sup> кл/м<sup>3</sup> ?

## **3. ВКАЗІВКИ ЩОДО ПОДАННЯ ТА ОФОРМЛЕННЯ ЗАВДАНЬ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ**

Робота оформлюється з додержанням основних положень ДСТУ 3008:2015 «Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання» на аркушах білого паперу формату А4 (210x297мм). Текст друкують на одному боці аркуша через 1-1,5 інтервали кегль – 14, дотримуючись таких розмірів полів: ліве – 30 мм, верхнє, нижнє і праве - не менше 10 мм. Робота починається з титульного аркуша (Додаток 3). Титульний аркуш не нумерується, але враховується в загальній нумерації сторінок.

Після титульного аркушу наводиться Зміст, в якому обов'язково наводяться номери сторінок. Далі розташовується основна частина відповідно до наведеного зразка виконання роботи, яка може складатися з підрозділів, що висвітлюють задану тему. Список використаної для виконання завдання

літератури у порядку згадування подається в кінці роботи у відповідності з правилами подання посилань (зразки див. у Додатку 2), а в тексті роботи після відповідної думки даються посилання на її номер у списку у квадратних дужках (наприклад, [3]). У списку використаної літератури посилання подаються мовою оригіналу.

Технологічна схема наводяться на листах формату А4.

Виконана РГР подається у паперовому вигляді викладачу у зазначений термін або надсилається на електронну пошту викладача у форматі файлу pdf (у разі дистанційного навчання або окремої вказівки).

Основою для виконання завдання є матеріал лекцій з дисципліни та рекомендована література, надана у курсі та наведена у даному посібнику. Додатковими джерелами для виконання завдання можуть бути монографії, наукові статті, патенти з заданої теми. Використання додаткових джерел інформації дає змогу студенту отримати додаткові бали при оцінюванні роботи, що вказано у положенні до рейтингової системи оцінювання з курсу.

На технологічній схемі наводяться всі стадії виробничого процесу. Допоміжні роботи (ДР) не деталізуються, а вказуються як окрема стадія без поділу на підстадії. Наприклад, «Підготовка та стерилізація поживного середовища», «Підготовка стерильного повітря». ***Після подання технологічної схеми потрібно надати коротке (до 2-3 сторінок) обґрунтування вибору використаних способів*** виділення, очистки, сушіння або іншого – відповідно до запитання у завданні.

Стадії основного технологічного процесу (ТП) послідовно вказують всі процеси отримання даного продукту з зазначенням способу їх проведення. Так, після стадії виробничого біосинтезу не вказується стадія «Виділення продукту», оскільки це загальне позначення етапу або стадія принципової технологічної схеми. Подальші назви стадій повинні відображувати суть процесу, наприклад, «Відділення біомаси центрифугуванням», «Концентрування фільтрату вакуум-випарюванням» та містити основні параметри їх проведення та контрольні точки.

Друге завдання виконується у відповідності з наведеним прикладом та теоретичними відомостями з даного питання. В кінці розв'язання завдання робиться висновок відносно поставленого запитання, чи є ефективним режим стерилізації або чи забезпечується стерильність повітря тощо.

#### **4. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ ЛІТЕРАТУРИ**

##### Основна література

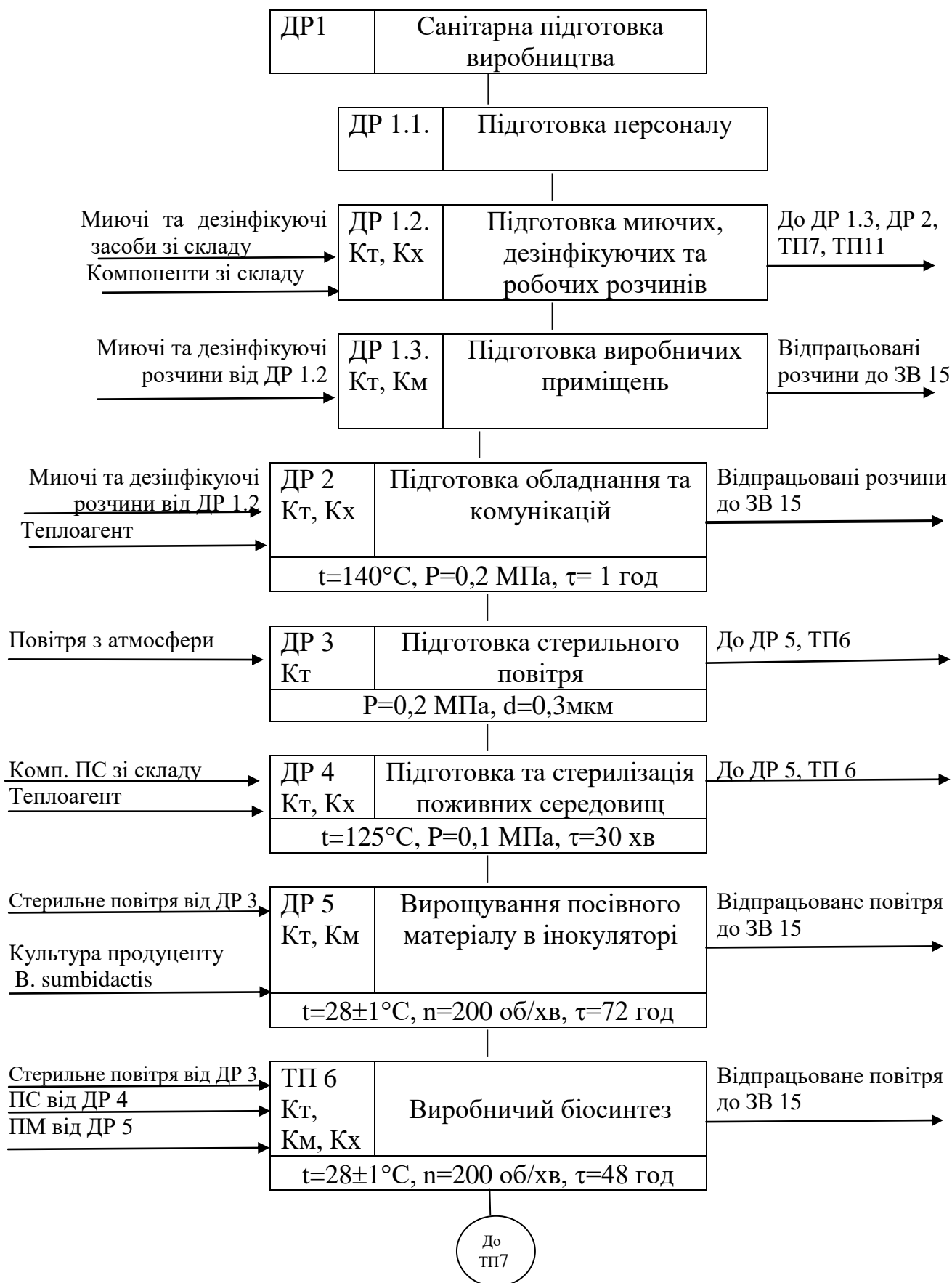
1. Общая технология микробиологических производств. / М.С.Мосичев, А.А.Складнев, В.Б.Котов. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1982 – 264 с.
2. Пирог Т.П., Ігнатова О.А. Загальна біотехнологія: підручник. – К.: НУХТ, 2009.- 336 с.
3. Буценко Л.М., Пенчук Ю.М., Пирог Т.П. Технології мікробного синтезу лікарських засобів: навч. посіб. – К.: НУХТ, 2010.- 323 с.
4. Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии. – М: Колос, 2004. – 296 с.
5. Биотехнология: Биологические агенты, технология, аппаратура / У.Э.Виестур, И.А.Шмите, А.В.Жилевич – Рига: Зинатне, 1987. – 263 с.
6. Воробьева Л.И. Промышленная микробиология: Учеб. пособие, -М.: Изд-во МГУ, 1989. - 294 с: ил.
7. Грачева И.М. Технология ферментных препаратов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М: Агропромиздат, 1987. - 335 с: ил.- (Учебники и учебные пособия для студентов высших учеб. заведений).
8. Промышленная микробиология: Учеб. пособие для вузов по спец. «Микробиология» и «Биология» / З.А. Аркадьева, А.М. Безбородов, И.Н. Блохина и др.; Под ред. Н.С. Егорова. -М.: Высш. шк., 1989. - 668 с.6 ил.
9. Сидоров Ю.І., Влезло Р.Й., Новіков В.П. Процеси і апарати мікробіологічної промисловості (3 томи). - Львів: Видавництво Національного університету „Львівська політехніка”, 2004. - 252 с.
10. Елинов Н.П. Основы биотехнологии. Для студентов институтов; аспирантов и практических работников. Издательская фирма «Наука» – С ПБ 1995. 600 с. 166 ил.

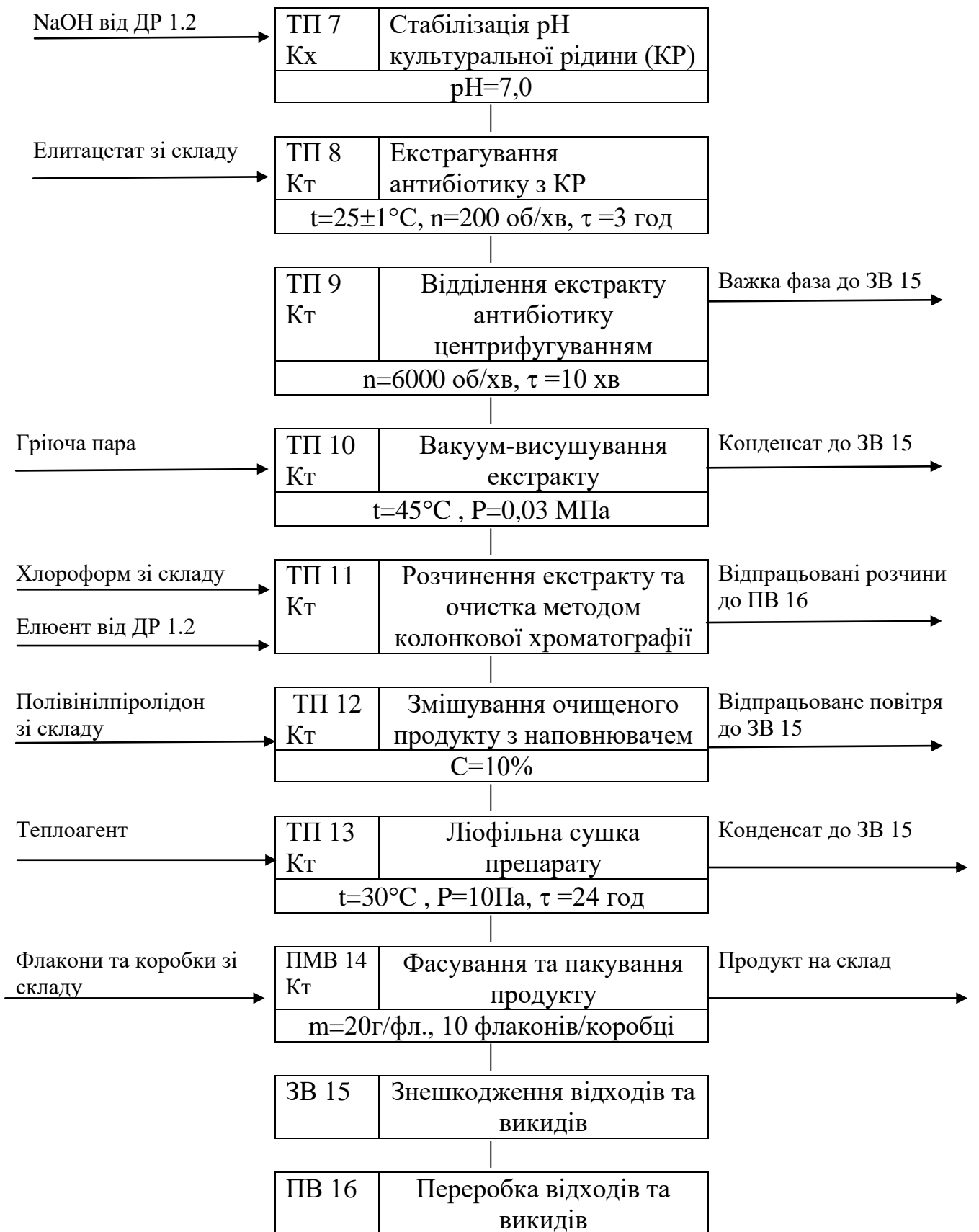
##### Додаткова література

11. Биохимические основы микробиологических производств. Никитин Г.А.. Учеб. пособие. - 2-е изд., перераб. и доп. - К.: Вища шк., 1992. - 319 с: ил.
12. Гапонов К.П. Процессы и аппараты микробиологических производств.- М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981.-240.
13. Микробные ферментные препараты (технология и оборудование). Калунянц К.А., Голгер Л.И., 1979.
14. Баксаньян И.А. Культивирование микроорганизмов с заданными свойствами. – М.: Медицина, 1992.
15. Безбородов А.М. Биотехнология продуктов микробного синтеза – М.: ВО «Агропромиздат», 1991. -320 с..



## Технологічна схема виробництва субстанції антибіотику Сімбідак





**Приклади оформлення списку літератури згідно ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання»**

**Книги**

Один автор

Скидан О. В. Аграрна політика в період ринкової трансформації : монографія. Житомир : ЖНАЕУ, 2008. 375 с.

Два автора

Крушельницька О. В., Мельничук Д. П. Управління персоналом : навч. посіб. Вид. 2-ге, переробл. і допов. Київ, 2005. 308 с.

Три автора

Скидан О. В., Ковальчук О. Д., Янчевський В. Л. Підприємництво у сільській місцевості : довідник. Житомир, 2013. 321 с.

Чотири автори

Методика нормування ресурсів для виробництва продукції рослинництва / Вітвіцький В. В., Кисляченко М. Ф., Лобастов І. В., Нечипорук А. А. Київ : Укragропромпродуктивність, 2006. 106 с.

Основи марикультури / Грициняк І. І. та ін. Київ : ДІА, 2013. 172 с.

П'ять і більше авторів

Екологія : навч. посіб. / Б. В. Борисюк та ін. Житомир, 2003. 174 с.

Методи підвищення природної рибопродуктивності ставів / Андрющенко А. І. та ін. ; за ред. М. В. Гринжевського. Київ, 1998. 124 с.

**Колективний автор**

Органічне виробництво і продовольча безпека : зб. матеріалів доп. учасн. III Міжнар. наук.-практ. конф. / Житомир. нац. агрокол. ун-т. Житомир : Полісся, 2015. 648 с.

**Багатотомне видання**

Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть : у 4 т. / гол. ред. В. В. Моргун. Київ : Логос, 2001. Т. 2. 636 с.

Фауна України. В 40 т. Т. 36. Инфузории. Вып. 1. Суктории (Ciliophora, Suctorea) / И. В. Довгаль. Киев : Наукова думка, 2013. 271 с.

**За редакцією**

Доклінічні дослідження ветеринарних лікарських засобів / за ред. І. Я. Коцюмбаса. Львів : Тріада плюс, 2006. 360 с.

**Автор і перекладач**

Котлер Ф. Основы маркетинга : учеб. пособие / пер. с англ. В. Б. Боброва. Москва, 1996. 698 с.

**Частина видання**

**Розділ книги**

Саблук П. Т. Напрямки розвитку економіки в аграрній сфері виробництва. Основи аграрного підприємництва / за ред. М. Й. Маліка. Київ, 2000. С. 5–15.

**Тези доповідей, матеріали конференцій**

Зінчук Т. О. Економічні наслідки впливу продовольчих органічних відходів на природні ресурси світу. Органічне виробництво і продовольча безпека : зб. матеріалів доп. учасн. II Міжнар. наук.-практ. конф. Житомир : Полісся, 2014. С. 103–108.

Скидан О. В., Судак Г. В. Розвиток сільськогосподарського підприємництва на кооперативних засадах. Кооперативні читання: 2013 рік : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., 4–6 квіт. 2013 р. Житомир : ЖНАЕУ, 2013. С. 87–91.

### **Статті з продовжуючих та періодичних видань**

Якобчук В. П. Стратегічні пріоритети інноваційного розвитку підприємництва в аграрній сфері. Вісник Київського національного університету ім. Т. Шевченка. Сер. Економіка. 2013. Вип. 148. С. 31–34.

Dankevych Ye. M., Dankevych V. Ye., Chaikin O. V. Ukraine agricultural land market formation preconditions. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis. 2017. Vol. 65, №. 1. P. 259–271.

### **Електронні ресурси**

#### **Книги**

Ілляшенко С. М., Шипуліна Ю. С. Товарна інноваційна політика : підручник. Суми : Університетська книга, 2007. 281 с. URL: <ftp://lib.sumdu.edu.ua/Books/1539.pdf> (дата звернення: 10.11.2017).

#### **Законодавчі документи**

Про стандартизацію : Закон України від 11 лют. 2014 р. № 1315. URL: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/131518> (дата звернення: 02.11.2017).

#### **Періодичні видання**

Клітна М. Р., Брижань І. А. Стан і розвиток органічного виробництва та ринку органічної продукції в Україні. Ефективна економіка. 2013. № 10. URL: <http://www.m.nauka.com.ua/?op=1&j=efektyvnaekonomika&s=ua&z=2525> (дата звернення: 12.10.2017).

Neave H. Deming's 14 Points for Management: Framework for Success. Journal of the Royal Statistical Society. Series D (The Statistician). 2012. Vol. 36, № 5. P. 561–570. URL: <http://www2.fiu.edu/~revellk/pad3003/Neave.pdf> (Last accessed: 02.11.2017).

#### **Сторінки з веб-сайтів**

Що таке органічні продукти і чим вони кращі за звичайні? Екологія життя : веб-сайт. URL: <http://www.eco-live.com.ua> (дата звернення: 12.10.2017).

#### **Законодавчі і нормативні документи (інструкції, накази)**

Інструкція про порядок нарахування і сплати єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування : затв. наказом М-ва фінансів України від 20 квіт. 2015 р. № 449. Все про бухгалтерський облік. 2015. № 51. С. 21–42.

#### **Стандарти**

ДСТУ ISO 9001: 2001. Системи управління якістю. [Чинний від 2001-06-27]. Київ, 2001. 24 с. (Інформація та документація).

#### **Патенти**

Комбайн рослинозбиральний універсальний : пат. 77937 Україна : МПК А01D 41/02, А01D 41/04, А01D 45/02. № а 2011 09738 ; заявл. 05.08.2011 ; опубл. 11.03.2013, Бюл. № 5.

#### **Дисертації, автореферати дисертацій**

Романчук Л. Д. Оцінка джерел надходження радіонуклідів до організму мешканців сільських територій Полісся України : дис. ... д-ра с.-г. наук : 03.00.16 / Житомир. нац. агрокол. ун-т. Житомир, 2011. 392 с.

Романчук Л. Д. Оцінка джерел надходження радіонуклідів до організму мешканців сільських територій Полісся України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук : 03.00.16. Житомир, 2011. 40 с.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КПІ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО

ФАКУЛЬТЕТ БІОТЕХНОЛОГІЇ І БІОТЕХНІКИ

РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА  
З КУРСУ «ЗАГАЛЬНА БІОТЕХНОЛОГІЯ»  
ВАРІАНТ № 2

ЗАВДАННЯ:

1.Складіть загальну технологічну схему отримання вітаміну В2 з використанням продуцента р. *Pseudomonas*. Обґрунтуйте вибір способів виділення продукту.

2.Визначте максимально припустиму концентрацію спорового матеріалу в середовищі об'ємом  $10 \text{ м}^3$ , що буде цілком інактивована у режимі стерилізації : нагрівання від  $100$  до  $125^\circ\text{C}$  на протязі  $25$  хв, витримка протягом  $5$  хв і охолодження від  $125$  до  $100^\circ\text{C}$  протягом  $25$ хв.

Виконав:

студент групи \_\_\_\_\_

*Іванов І.І.*

Перевірив:

викладач *Петров П.П.*

Оцінка \_\_\_\_\_

Київ -202\_