

Міністерство освіти і науки України
Сумський національний аграрний університет
Факультет харчових технологій
Кафедра технологій та безпеки харчових продуктів

Робоча програма (силабус) освітнього компонента

**ТЕПЛОМАСООБМІННІ ПРОЦЕСИ ТА БІОХІМІЧНІ
ПЕРТВОРЕННЯ У ХАРЧОВИХ СИСТЕМАХ**

Спеціальність	G13 «Харчові технології»
Освітня програма	Харчові технології
Рівень вищої освіти	Третій (доктор філософії)

Розробник: _____ **Є.В.Демидова**, д.ф., доцент кафедри технологій та
безпеки харчових продуктів

Розглянуто та схвалено на затверджено на засіданні кафедри <u>технологій та безпеки</u> <u>харчових продуктів</u> (назва кафедри)	протокол від _____ 2025 р .№ _____
	Завідувач кафедри _____ (підпис) Марина САМІЛИК

Погоджено:

Гарант освітньої програми _____ Оксана МЕЛЬНИК
(підпис)

Декан факультету, де реалізується освітня програма _____ Наталія БОЛГОВА
(підпис) (ПІБ)

Рецензія на робочу програму надана _____ к.т.н., доц. Олена КОШЕЛЬ(додається)
(підпис) (ПІБ)
_____ к.с.-г.н., доц. Василь ТИЩЕНКО (додається)
(підпис) (ПІБ)

Методист відділу якості освіти,
ліцензування та акредитації _____ (_____)
(підпис) (ПІБ)

Зареєстровано в електронній базі: дата: _____ 2025 р.

Інформація про перегляд робочої програми (силабусу):

Навчальний рік, в якому вносяться зміни	Номер додатку до робочої програми з описом змін	Зміни розглянуто і схвалено		
		Дата та номер протоколу засідання кафедри	Завідувач кафедри	Гарант освітньої програми

1. ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ОСВІТНІЙ КОМПОНЕНТ

	Тепломасообмінні процеси та біохімічні перетворення у харчових системах		
Статус ОК	Вибірковий		
Програма/Спеціальність, складовою яких є ОК	«Харчові технології» / G13 «Харчові технології»		
Назва структурного підрозділу	Харчових технологій/ кафедра технологій та безпеки харчових продуктів		
Рівень НРК	8-й рівень		
Семестр та тривалість вивчення	4 семестр, 10 тижнів		
Кількість кредитів ЄКТС	5		
Загальний обсяг годин та їх розподіл 150	Контактна робота(заняття)		Самостійна робота – 100
	Лекційні – 20	Лабораторні – 30	
Мова навчання	українська		
Обмеження	відсутні		
Загальний опис освітнього компонента	спрямована на формування у здобувачів фахової компетентності щодо розуміння закономірностей перебігу процесів тепло- і масообміну, а також біохімічних реакцій, що відбуваються під час виробництва, зберігання та перероблення харчових продуктів.		
Мета освітнього компонента	формування у здобувачів теоретичних знань і практичних навичок щодо сутності, механізмів і параметрів тепломасообмінних процесів, а також розуміння біохімічних перетворень, які впливають на якість, безпечність і функціональні властивості харчових систем.		
Передумови вивчення ОК, зв'язок з іншими освітніми компонентами ОП	Передумови відсутні. ОК базується на вивченні ОК 8 «Методологія проведення наукових досліджень», ОК 9 «Сучасні досягнення харчової науки», ОК 11 «Сучасні інструментальні методи дослідження», ОК 13 «Моделювання та оптимізація виробничих процесів переробної галузі» і є основою для виконання дисертаційного дослідження.		
Політика академічної доброчесності	Забезпечується згідно з Кодексом академічної доброчесності (http://surl.li/khyd)		
Ключові слова ОК	тепломасообмін; теплопередача; масообмін; теплопровідність; конвекція; теплове випромінювання; дифузія; осмос; випаровування; сушіння; теплові процеси харчових систем; біохімічні перетворення; ферментативні реакції; окиснювальні процеси; гідроліз; полімеризація; кінетика реакцій; термічна обробка харчових продуктів; структура та властивості харчової сировини; вплив технологічних параметрів; якість та безпечність харчових продуктів; питна цінність; енергоефективність; ресурсозбереження; екологічно орієнтовані технології; моделювання тепломасообмінних процесів; контроль та регулювання технологічних процесів; інноваційні харчові технології; сталі розвиток харчових виробництв		
Інформація про викладача	д.ф., доцент Демидова Євгенія В'ячеславівна, ауд. 317м, 0507372890, E-mail: lera072010@ukr.net		
Посилання на курс у системі Moodle	https://cdn.snau.edu.ua/moodle/course/view.php?id=6274		

2. РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ЗА ОСВІТНІМ КОМПОНЕНТОМ ТА ЇХ ЗВ'ЯЗОК З

ПРОГРАМНИМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ НАВЧАННЯ

Результати навчання за ОК: Після вивчення освітнього компонента студент очікувано буде здатен...	Програмні результати навчання, на досягнення яких спрямований ОК						Як оцінюється РНД
	ПРН 2	ПРН 4	ПРН 5	ПРН 7	ПРН 9	ПРН 11	
ДРН 1. Здатність аналізувати, моделювати та інтерпретувати тепломасообмінні процеси та біохімічні перетворення у харчових системах, формулювати наукові гіпотези та перевіряти їх на основі експериментальних та теоретичних досліджень.	+	+	+				Усний захист лабораторних робіт (у разі дистанційного навчання – завантажити виконану ЛПР у Moodle). Підсумковий тест множинного вибору. Виконання індивідуального завдання у вигляді реферату або презентацій Залік
ДРН 2. Здатність планувати та виконувати наукові дослідження з використанням сучасних методів вимірювання, математичного моделювання та комп'ютерної обробки даних для оцінювання теплових, масообмінних та біохімічних процесів у харчових технологіях.		+				+	
ДРН 3. Здатність оцінювати вплив технологічних параметрів (температура, час, вологість, швидкість тепло- та масопереносу) на якість, питну цінність та безпечність харчових продуктів.					+	+	
ДРН 4. Здатність критично аналізувати та узагальнювати результати наукових досліджень у галузі тепломасообміну та біохімічних перетворень, дотримуючись принципів академічної доброчесності та професійної етики.			+	+			
ДРН 5. Здатність розробляти інноваційні та енергоефективні технологічні рішення у сфері тепломасообмінних процесів харчових виробництв з урахуванням екологічних та ресурсозберігаючих підходів						+	

ПРН2. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.
ПРН4. Планувати, організовувати та виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження у сфері харчових технологій з використанням сучасних інструментів та обладнання, інформаційних технологій та програмного забезпечення.
ПРН5. Мати передові концептуальні та методологічні знання, демонструвати дослідницькі навички у сфері харчових технологій та на межі предметних галузей, достатні для проведення наукових та прикладних досліджень з метою отримання нових знань та/або здійснення інновацій на рівні сучасних світових досягнень науки і техніки
ПРН7. Критично аналізувати результати власних досліджень у сфері харчових технологій та результати інших дослідників в контексті всього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми, забезпечувати захист інтелектуальної власності.
ПРН9. Вирішувати комплексні завдання щодо ефективного зберігання та перероблення продовольчої сировини у харчові продукти з метою забезпечення їх якості та безпеки, відповідно до чинного законодавства.
ПРН11. Прогнозувати, планувати та реалізовувати на практиці отримання харчових продуктів, оптимізувати параметри технологічних процесів відповідно до реалізації принципів ресурсозбереження.

3. ЗМІСТ ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА (ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ)

Тема. Перелік питань, що будуть розглянуті в межах теми	Розподіл в межах загального бюджету часу			Рекомендована література
	Аудиторна робота		Сам. роб.	
	Лк	Лаб. з		
Модуль 1 ОСНОВИ ТЕПЛО- ТА МАСООБМІНУ У ХАРЧОВИХ СИСТЕМАХ				
Лекційне заняття 1. Вступ. Роль тепломасообмінних процесів у харчових технологіях 1. Поняття тепломасообміну у харчових системах. 2. Класифікація теплових та масообмінних процесів. 3. Значення тепломасообміну для якості та безпеки харчових продуктів.	2			[1],[2]
Питання самостійного вивчення 1. Місце тепломасообмінних процесів у структурі харчових технологій. 2. Взаємозв'язок тепломасообміну з біохімічними перетвореннями.			10	
Лабораторне заняття №1. Визначення температурних параметрів харчових систем		2		
Лекційне заняття 2. Теплопровідність у харчових матеріалах 1. Закон Фур'є та його застосування у харчових технологіях. 2. Коефіцієнт теплопровідності харчової сировини. 3. Вплив структури та вологості на теплопровідність.	2			[1],[2] [3], [5]
Питання самостійного вивчення 1. Порівняльна характеристика теплопровідності різних харчових продуктів. 2. Методи підвищення ефективності теплопередачі.			10	
Лабораторне заняття №2. Дослідження теплопровідності харчових матеріалів.		2		

Лекційне заняття 3. Конвекція та випромінювання у харчових системах 1. Природна та вимушена конвекція. 2. Теплообмін випромінюванням. 3. Застосування конвекційного нагріву у харчових виробництвах.	2			[1],[2]
<i>Питання самостійного вивчення</i> 1. Особливості конвективного теплообміну в рідких та газоподібних середовищах. 2. Інфракчервоний нагрів у харчових технологіях. 3. Тепловіддача при зміні агрегатного стану (кипіння, конденсація). 4. Особливості конвекції у неньютонівських рідинах.			10	
Лабораторне заняття №3. Дослідження конвективного теплообміну		4		
Лекційне заняття 4. Дифузія та осмос у харчовій сировині 1. Механізм дифузійних процесів. 2. Осмотичний тиск та осмотична дегідратація. 3. Практичне значення масообміну.	2			[2]
<i>Питання самостійного вивчення:</i> 1. Роль дифузії у процесах соління та маринування. 2. Осмотичні методи зневоднення плодів та овочів.			10	
Лабораторне заняття №4. Вивчення дифузійних процесів у харчових системах		4		
Лекційне заняття 5. Випаровування, концентрування та сушіння 1. Фізичні основи випаровування вологи. 2. Методи сушіння харчових продуктів. 3. Вплив режимів сушіння на якість продуктів.	2			[1],[2], [7]
<i>Питання самостійного вивчення:</i> 1. Порівняльна характеристика традиційних та сучасних методів сушіння. 2. Енергетичні аспекти масообмінних процесів.			10	
Лабораторне заняття №5. Дослідження процесу сушіння харчової сировини		2		
Разом за модуль 1	10	14	50	
МОДУЛЬ 2. БІОХІМІЧНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ ПІД ЧАС ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ				
Лекційне заняття 6. Біохімічні перетворення у харчових продуктах 1. Ферментативні реакції. 2. Неферментативні біохімічні процеси. 3. Роль температури у швидкості біохімічних реакцій.	2			[8]
<i>Питання самостійного вивчення:</i> 1. Біохімічна стабільність харчових систем. 2. Інактивація ферментів при тепловій обробці.			10	
Лабораторне заняття №6. Дослідження ферментативної активності		2		
Лекційне заняття 7. Зміни білків, жирів і вуглеводів при нагріванні 1. Денатурація білків. 2. Окислення та гідроліз ліпідів. 3. Термодеструкція вуглеводів.	2			[9]

Питання самостійного вивчення 1. Харчова цінність продуктів після теплової обробки. 2. Утворення небажаних сполук.			10	
Лабораторне заняття №7. Дослідження впливу температури на білкові системи		4		
Лекційне заняття 8. Окислювальні процеси та реакції потемніння 1. Окиснення ліпідів. 2. Реакція Майяра. 3. Вплив теплових режимів на колір та смак продуктів.	2			[9]
Питання самостійного вивчення 1. Антиоксиданти та їх роль у стабілізації продуктів. 2. Контроль небажаних реакцій потемніння.			10	
Лабораторне заняття №8. Дослідження неферментативного потемніння		2		
Лекційне заняття 9. Енергозбереження в тепломасообмінних процесах 1. Джерела енергетичних втрат. 2. Принципи енергоефективних технологій. 3. Сучасні теплові методи обробки.				[3], [4]
Питання самостійного вивчення 1. Інноваційні теплові технології. 2. Екологічні аспекти харчових виробництв.			10	
Лабораторне заняття №9. Оцінка енергоефективності технологічного процесу		4		
Лекційне заняття 10. Моделювання та контроль теплових і біохімічних процесів 1. Математичне моделювання тепломасообміну. 2. Методи контролю технологічних параметрів. 3. Оптимізація режимів теплової обробки.	2			[6]
Питання самостійного вивчення 1. Використання програмного забезпечення в теплотехнічних розрахунках. 2. Перспективи розвитку тепломасообмінних технологій			10	
Лабораторне заняття №10. Моделювання теплових процесів у харчових системах		4		
Разом за модуль 2	10	16	50	
Всього	20	30	100	

4 МЕТОДИ ВИКЛАДАННЯ ТА НАВЧАННЯ

ДРН	Методи викладання	Кількість годин	Методи навчання	Кількість годин
ДРН 1. Здатність аналізувати, моделювати та інтерпретувати тепломасообмінні процеси та біохімічні перетворення у харчових системах, формулювати наукові гіпотези та перевіряти їх на основі	Лекції-презентації з демонстрацією та використанням інтерактивних технологій Кейс-метод (викладач ставить перед студентами задачу обґрунтувати	20	Лабораторні заняття (виконання завдань відповідно до методичних вказівок) Індивідуальні завдання (самостійне опрацювання запропонованої	30 80

експериментальних та теоретичних досліджень.	актуальність, наукову новизну і можливість впровадження у виробництві власних наукових результатів)		викладачем інформації)	Усне опитування	20
ДРН 2. Здатність планувати та виконувати наукові дослідження з використанням сучасних методів вимірювання, математичного моделювання та комп'ютерної обробки даних для оцінювання теплових, масообмінних та біохімічних процесів у харчових технологіях.					
ДРН 3. Здатність оцінювати вплив технологічних параметрів (температура, час, вологість, швидкість тепло- та масопереносу) на якість, питну цінність та безпечність харчових продуктів.					
ДРН 4. Здатність критично аналізувати та узагальнювати результати наукових досліджень у галузі тепломасообміну та біохімічних перетворень, дотримуючись принципів академічної доброчесності та професійної етики.					
ДРН 5. Здатність розробляти інноваційні та енергоефективні технологічні рішення у сфері тепломасообмінних процесів харчових виробництв з урахуванням екологічних та ресурсозберігаючих підходів					

5. ОЦІНЮВАННЯ ЗА ОСВІТНІМ КОМПОНЕНТОМ

5.1. Сумативне оцінювання

5.1.1. Для оцінювання очікуваних результатів навчання передбачено

№	Методи сумативного оцінювання	Бали / Вага у загальній оцінці	Дата складання
II семестр			
	Модуль 1 (30 балів):		
1.	Захист лабораторних робіт (7 Лб по 2 бали)	14 балів / 14 %	протягом 5 днів після заняття
2.	Проміжне тестування (тест множинного вибору)	16 балів / 16 %	7 тиждень
3.	Проходження на вибір курсу неформальної освіти (не обов'язкове). Можливість отримання 6 балів	10 балів / 10 %	7 тиждень

	альтернативно тестуванню або відпрацюванню лабораторних робіт		
	Модуль 2 (40 балів):		
4.	Захист лабораторних робіт (8 ЛБ по 2 бали)	16 балів / 16 %	протягом 5 днів після заняття
5.	Проміжне тестування (тест множинного вибору)	12 балів / 12 %	15 тиждень
6.	Написання тези	4 бали / 4 %	10 тиждень
7.	Апробація результатів дослідження у вигляді проєкту або статті	8 балів/ 8%	15 тиждень
8.	Іспит	30 балів/ 30%	

5.1.2. Критерії оцінювання

Компонент	Незадовільно	Задовільно	Добре	Відмінно
Захист лабораторних робіт	Кожна лабораторна робота, оформлена і виконана відповідно методичних вказівок, оцінюється в 2 бали			
Проміжне тестування (тест множинного вибору)	Тест включає 16/12 питань, кожне з яких оцінюється в 1 бал			
Написання тези на конференції	Підготовка і публічний виступ, публікація			
Апробація результатів дослідження у вигляді проєкту або статті	0-2 бали	2-4 бали	5-6 балів	7-8 балів
	Проєкт не відповідає темі або відсутнє чітке дослідження.	Дослідження поверхневе, бракує конкретних даних або їх аналізу. Визначено проблему, але шляхи її вирішення не обгрунтовані.	Дослідження проведене, зібрано певні дані, але аналіз неглибокий. Проблема визначена, запропоновані рішення, але їх реалістичність та ефективність викликають сумніви.	Дослідження ґрунтовне, чітко сформульована проблема та мета. Результати аналізу є повними та достовірними. Запропоновані рішення є реалістичними, інноваційними та мають потенціал для впровадження. Продемонстрована причинно-наслідкові зв'язки.

5.2 Формативне оцінювання:

Для оцінювання поточного прогресу у навчанні та розуміння напрямів подальшого удосконалення передбачено

№	Елементи формативного оцінювання	Дата
1	Усне опитування після вивчення всіх тем, під час лабораторних занять (у разі дистанційного навчання -тести)	Відповідно до графіку навчального процесу
2	Зворотній зв'язок у вигляді представленої презентації	5 тиждень
3	Зворотній зв'язок у вигляді представленої тези	10 тиждень
4	Зворотній зв'язок у вигляді обговорення підсумкового тестування	7, 15 тиждень
5	Зворотній зв'язок у вигляді представленого проєкту (статті)	15 тиждень

Форма підсумкового контролю – *іспит*. Підсумкова кількість балів з дисципліни (максимум 100 балів за семестр) визначається як сума балів за результатами роботи здобувача протягом семестру.

Сума балів за всі види	Оцінка	Оцінка за національною шкалою
------------------------	--------	-------------------------------

навчальної діяльності	ECTS	
90-100	A	відмінно
82-89	B	добре
75-81	C	добре
69-74	D	задовільно
60-68	E	задовільно
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням

6. НАВЧАЛЬНІ РЕСУРСИ (ЛІТЕРАТУРА)

6.1 Основна. Навчальні посібники, підручники

1. Тертишний О.О., Піоваров О.А., Кошулько В.С. Теплові процеси та обладнання в харчових виробництвах: Навчальний посібник – Дніпро: ДДАЕУ, 2025. – 362 с.
2. Самілик М.М. Теоретичні та практичні передумови вибору осмотичної дегідратації для переробки рослинної сировини: монографія / М.М.Самілик - Суми: СНАУ, 2022 р. – с.101.

6.2 Додаткові джерела

3. Simplified heat and mass transfer modeling in a food processing plant / L. Lecoq et al. *Journal of food engineering*. 2016. Vol. 171. P. 1–13. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.09.026>
4. Advances in mass transfer and fluid flows in non-thermal food processing industry – a review / S. Z. Al-Najjar et al. *Food production, processing and nutrition*. 2023. Vol. 5, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1186/s43014-023-00162-z>
5. A novel method to assess heat transfer and impact of relevant physicochemical parameters for the scaling up of solid state fermentation systems / A. Vauris et al. *Biotechnology reports*. 2022. Vol. 36. P. e00764. URL: <https://doi.org/10.1016/j.btre.2022.e00764>
6. Farid M. Heat and mass transfer in food processing. *Handbook of farm, dairy and food machinery engineering*. 2019. P. 439–460. URL: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-814803-7.00017-8>
7. Batuwatta-Gamage et al. (2025). *Physics-Informed Machine Learning for Microscale Drying of Plant-Based Foods*. arXiv:2501.09034
8. Технологія "холодної пастеризації" молока / В. М. Задорожна et al. *Applied, technical and agricultural sciences: introduction of the latest technologies into use*. 2024. P. 53–68. URL: <https://doi.org/10.46299/isg.2024.mono.tech.3.3.2>
9. Плахотін В.Я., Тюрікова І.С., Хомич Г.П. Теоретичні основи технологій харчових виробництв: навч.посіб. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 640 с.

6.3 Програмне забезпечення Windows 11.