

Міністерство освіти і науки України
 Національний університет «Чернігівська політехніка» (Україна)
 Асоціація випускників Національного університету «Чернігівська політехніка»
 Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського»
 Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України (Україна)
 Херсонський національний технічний університет (Україна)
 Луцький національний технічний університет (Україна)
 Донбаська державна машинобудівна академія (Україна)
 Національний авіаційний університет (Україна)
 Сумський державний університет (Україна)
 Oerlikon Barmag GmbH (Німеччина)
 Інженерна академія України
 Академія наук вищої освіти України
 Лодзький технічний університет (Польща)
 Технічний університет в Кошице (Словаччина)
 Thyssenkrupp Materials International GmbH (Німеччина)
 Національний університет «Львівська політехніка» (Україна)
 Батумський державний університет ім. Шота Руставелі (Грузія)
 Київський національний університет технологій та дизайну (Україна)
 Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
 Українське товариство механіки ґрунтів, геотехніки і фундаментобудування
 Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та
 військової техніки (Україна)



Матеріали XIII міжнародної
 науково-практичної конференції
**«КОМПЛЕКСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
 ЯКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ
 ПРОЦЕСІВ ТА СИСТЕМ»**

Том 1

25 - 26 травня 2023 р.
 м. Чернігів

УДК 621; 624; 674; 684; 621.22; 621.51-54; 661; 664; 620.268; 621.791; 004
К63

*Рекомендовано до друку вченою радою Національного університету
«Чернігівська політехніка» (протокол № 7 від 29.05.2023)*

К63 Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС – 2023) : матеріали тез доповідей XIII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Чернігів, 25–26 травня 2023 р.) : у 2 т. / Національний університет «Чернігівська політехніка» [та ін.] ; відп. за вип.: Єрошенко Андрій Михайлович [та ін.]. – Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2023. – Т. 1. – 366 с.

ISBN 978-617-7932-46-7

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

канд. техн. наук, доцент Єрошенко Андрій Михайлович, (Секція №1)
канд. техн. наук, доцент Космач Олександр Павлович, (Секція №2)
докт. техн. наук, професор Сахно Євгеній Юрійович, (Секція № 3)
канд. техн. наук, доцент Хребтань Олена Борисівна, (Секція № 4)
канд. техн. наук, доцент Прибисько Ірина Олександрівна, (Секція №5)
канд. техн. наук, доцент Корзаченко Микола Миколайович, (Секція №6)
канд. техн. наук, професор Терещук Олексій Іванович, (Секція № 6)
канд. техн. наук, доцент Приступа Анатолій Леонідович, (Секція №7)
канд. екон. наук, доцент Базилевич Володимир Маркович, (Секція № 8)
канд. пед. наук, доцент Захаріна Тетяна Іванівна (Секція №9)

Відповідальний координатор конференції:

канд. техн. наук, доцент Сапон Сергій Петрович, тел. (097) 3844197, e-mail:
s.sapon@gmail.com або kzyatps@gmail.com
<https://www.facebook.com/kzyatps/>
www.conference-chernihiv-polytechnik.com

*За зміст матеріалів, викладених в тезах доповідей персональну відповідальність несуть автори



УДК 621; 624; 674; 684; 621.22; 621.51-54; 661; 664; 620.268; 621.791; 004
ISBN 978-617-7932-46-7

© Національний університет
«Чернігівська політехніка»

МІЖНАРОДНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

доктор Шефер Клаус (Oerlikon Barmag, Німеччина)
Дітмар Йенке (BBEEngineering GmbH, Німеччина)
Штильгер Мартін (ThyssenKrupp, Німеччина)
д-р. наук, проф. Бадіда Мирослав, (Технічний університет Кошице, Словаччина)
д-р. наук, проф. Вархола Міхал, (Президент Академічного співтовариства М. Балудянського, Словаччина)
д.т.н., проф. Голетіані Кетаван (Батумський навчальний університет навігації, Грузія)
д.т.н., проф. Ісмаїлов Нізамі (Азербайджанський технічний університет, Азербайджан)
д-р. наук, проф. Келемен Міхал, (Кошицький університет охоронного менеджменту, Словаччина)
д.ф.н., проф. Новрузов Рафік (Бакінський слов'янський університет, Азербайджан)
д.т.н., проф. Радзевич С.П., (EATON Corp., США)
проф. Сандал Ян-Урбан (Ректор інституту ім. д-ра Яна-Урбана Санда, Норвегія)
д.т.н., проф. Федориненко Д. Ю. (Tohoku University, Японія)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

д.т.н., проф. Новомлинець О.О. (м. Чернігів, ректор НУ «Чернігівська політехніка»)
д.т.н., проф. Ступа В.І. (м. Чернігів, засновник конференції, почесний член національного програмного комітету)
д.т.н., проф. Анісімов В.М. (м. Дніпро, Український державний університет науки і технологій)
д.т.н., проф. Антонюк В.С. (м. Київ, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»)
д.т.н., проф. Банзак О.В. (м. Одеса, Державний університет інтелектуальних технологій та зв'язку)
д.т.н., проф. Білик С.І. (м. Київ, Київський національний університет будівництва і архітектури)
д.т.н., проф. Бобир М.І. (м. Київ, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»)
д.т.н., проф. Болотов Г.П. (м. Чернігів, НУ «Чернігівська політехніка»)
д.т.н., проф. Васильченко Я.В. (м. Краматорськ, Донбаська державна машинобудівна академія)
д.т.н., проф. Веселовська Н.Р. (м. Вінниця, Вінницький національний аграрний університет)
д.т.н., проф. Винников Ю.Л. (м. Полтава, Національний університет «Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка»)
д.т.н., проф. Воронцов Б.С. (м. Київ, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»)
д.т.н., проф. Головка Л.Ф. (м. Київ, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»)
д.т.н., доц. Грибков Е.П. (м. Краматорськ, Донбаська державна машинобудівна академія)
д.т.н., проф. Грицай І.Є. (м. Львів, Національний університет «Львівська політехніка»)
д.т.н., проф. Данильченко Ю.М. (м. Київ, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»)
д.т.н., проф. Денисов Ю.О. (м. Чернігів, НУ «Чернігівська політехніка»)
д.т.н., с.н.с. Джала Р.М. (м. Львів, Фізико-механічний інститут ім.Г.В.Карпенка НАН України)
д.т.н., проф. Дмитрієв Д.О. (м. Херсон, Херсонський національний технічний університет)
д.т.н., проф. Долгов М.А. (м. Київ, Інститут проблем міцності ім. Г.С.Писаренка НАН України)
д.т.н., проф. Дубенець В.Г. (м. Чернігів, почесний член національного програмного комітету)
д.т.н., проф. Дубровський М.П. (м. Одеса, Одеський національний морський університет)
д.т.н., проф. Єременко В.С. (м. Київ, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»)
д.т.н., проф. Залога В.О. (м. Суми, Сумський державний університет)
д.т.н., проф. Заріцький О.В. (м. Київ, Національний авіаційний університет)
д.т.н., проф. Звірко О.І. (м. Львів, Фізико-механічний інститут ім.Г.В.Карпенка НАН України)
д.т.н., доц. Зінько Р.В. (м. Львів, Національний університет «Львівська політехніка»)
к.т.н., проф. Іванов М.І. (м. Вінниця, Вінницький національний аграрний університет)
д.т.н., проф. Іванов В.О. (м. Суми, Сумський державний університет)
д.геол.н., проф. Іванишин В.А. (м. Чернігів, НУ «Чернігівська політехніка»)
д.т.н., проф. Іскович-Лотоцький Р.Д. (м. Вінниця, Вінницький національний технічний університет)
д.т.н., проф. Казимир В.В. (м. Чернігів, НУ «Чернігівська політехніка»)
д.т.н., доц. Казимиренко Ю.О. (м. Миколаїв, Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова)
д.т.н., проф. Калафатова Л.П. (м. Покровськ, Донецький національний технічний університет)
д.т.н., проф. Кальченко В.І. (м. Чернігів, НУ «Чернігівська політехніка»)
д.т.н., проф. Кальченко В.В. (м. Чернігів, НУ «Чернігівська політехніка»)

д.т.н., проф. Квасніков В.П. (м. Київ, Національний авіаційний університет)
д.т.н., проф. Кириченко А.М. (м. Кропивницький, Центральноукраїнський національний технічний університет)
д.т.н., проф. Клименко Г.П. (м. Краматорськ, Донбаська державна машинобудівна академія)
д.т.н., проф. Клименко С.А. (м. Київ, Інститут надтвердих матеріалів ім. Бакуля НАН України)
д.т.н., проф. Клочко О.О. (м. Харків, НТУ «Харківський політехнічний інститут»)
д.т.н., проф. Ковалевський С.В. (м. Краматорськ, Донбаська державна машинобудівна академія)
д.т.н., проф. Ковальов В.Д. (м. Краматорськ, Донбаська державна машинобудівна академія)
д.т.н., проф. Козловський В.В. (м. Київ, Національний авіаційний університет)
д.т.н., проф. Копей В.Б. (м. Івано-Франківськ, Івано-Франківський національний університет нафти і газу)
д.т.н., проф. Копилов В.І. (м. Київ, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»)
к.т.н., проф. Корнієнко М.В. (м. Київ, Київський національний університет будівництва і архітектури)
д.т.н., проф. Корченко О.Г. (м. Київ, Національний авіаційний університет)
д.т.н., проф. Криворучко О.В. (м. Київ, Державний торговельно-економічний університет)
д.т.н., проф. Кузнєцов Ю.М. (м. Київ, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»)
д.т.н., проф. Лаврінєнко В.І. (м. Київ, Інститут надтвердих матеріалів ім. Бакуля НАН України)
д.т.н., проф. Лебедев В. О. (м. Київ, Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України)
д.т.н., проф. Луців І.В. (м. Тернопіль, Тернопільський національний технічний університет ім. І Пулюя)
д.т.н., проф. Масвський В.О. (м. Львів, Національний лісотехнічний університет України)
д.т.н., проф. Мазанко В.Ф. (м. Київ, Інститут металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України)
д.т.н., проф. Майборода В.С. (м. Київ, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»)
д.т.н., проф. Марков О.Є. (м. Краматорськ, Донбаська державна машинобудівна академія)
д.т.н., доц. Мачуга О.С. (м. Львів, Національний лісотехнічний університет України)
д.т.н., проф. Мелешко Є.В. (м. Кропивницький, Центральноукраїнський національний технічний університет)
д.т.н., проф. Мироненко Є.В. (м. Краматорськ, Донбаська державна машинобудівна академія)
д.філ. н., проф. Москаленко В.В. (м. Київ, Інститут психології імені Г.С. Костюка НАПН України)
д.т.н., проф. Огінський Й.К. (м. Запоріжжя, Запорізький національний університет)
д.т.н., проф. Онисько О.Р. (м. Івано-Франківськ, Івано-Франківський національний університет нафти і газу)
д.т.н., проф. Онищенко В.В. (м. Київ, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»)
д.т.н., проф. Орловський Б.В. (м. Київ, Київський національний університет технологій та дизайну)
д.т.н., проф. Охріменко О.А. (м. Київ, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»)
д.т.н., проф. Павленко П.М. (м. Київ, Національний авіаційний університет)
д.т.н., проф. Пальчевський Б.О. (м. Луцьк, Луцький національний технічний університет)
д.т.н., проф. Панчук В.Г. (м. Івано-Франківськ, Івано-Франківський національний університет нафти і газу)
д.т.н., проф. Пасічник В.А. (м. Київ, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»)
д.т.н., проф. Пермяков О.А. (м. Харків, НТУ «Харківський політехнічний інститут»)
д.т.н., проф. Петраков Ю.В. (м. Київ, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»)
д.т.н., проф. Певцов Г.В. (м. Черкаси, Державний НДІ випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки)
д.т.н., проф. Пінчевська О.О. (м. Київ, Національний університет біоресурсів і природокористування України)
д.т.н., проф. Пилипенко О.І. (м. Чернігів, почесний член національного програмного комітету)
д.т.н., проф. Плаван В.П. (м. Київ, Київський національний університет технологій та дизайну)
д.т.н., проф. Повстяной О.Ю. (м. Луцьк, Луцький національний технічний університет)
д.т.н., проф. Похмурська Г.В. (м. Львів, Національний університет «Львівська політехніка»)
д.т.н., проф. Равська Н.С. (м. Київ, почесна членкиня національного програмного комітету)
д.т.н., проф. Рудь В.Д. (м. Луцьк, Луцький національний технічний університет)
д.т.н., проф. Савенко В.І. (м. Київ, Київський національний університет будівництва і архітектури)
д.т.н., проф. Савченко О.В. (м. Чернігів, НУ «Чернігівська політехніка»)
д.т.н., проф. Саленко О.Ф., (м. Київ, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»)
д.т.н., проф. Сахно Є.Ю. (м. Чернігів, Національний університет «Чернігівська політехніка»)

д.т.н., проф. Семенов С.Г. (м. Харків, Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця)
д.т.н., проф. Середа Б.П. (м. Кам'янське, Дніпровський державний технічний університет)
д.т.н., проф. Сиза О.І. (м. Чернігів, Національний університет «Чернігівський колегіум ім. Т.Г.Шевченка»)
д.т.н., проф. Смирнов І.В. (м. Київ, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»)
д.т.н., проф. Струтинський В.Б. (м. Київ, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»)
д.т.н., проф. Ступницький В.В. (м. Львів, Національний університет «Львівська політехніка»)
д.т.н., проф. Тітов В.А. (м. Київ, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»)
д.т.н., проф. Тіхенко В.М. (м. Одеса, Національний університет «Одеська політехніка»)
д.пед.н., проф. Ткач Ю.М. (м. Чернігів, НУ «Чернігівська політехніка»)
д.т.н., проф. Тонконогий В.М. (м. Одеса, Національний університет «Одеська політехніка»)
д.т.н., с.н.с. Тристан А.В. (м. Черкаси, Державний НДІ випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки)
д.т.н., проф. Фальченко Ю.В. (м. Київ, Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України)
д.т.н., проф. Філоненко С.Ф. (м. Київ, Національний авіаційний університет)
д.т.н., проф. Хавін Г.Л. (м. Харків, НТУ «Харківський політехнічний інститут»)
д.т.н., проф. Цюцюра С.В. (м. Київ, Київський національний університет будівництва і архітектури)
к.т.н., доц. Чередніков О.М. (м. Черкаси, Державний НДІ випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки)
д.т.н., доц. Чуприна В.М. (м. Черкаси, Державний НДІ випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки)
д.т.н., проф. Чухліб В.Л. (м. Харків, НТУ «Харківський політехнічний інститут»)
д.т.н., проф. Цибуля С.Д. (м. Чернігів, НУ «Чернігівська політехніка»)
д.т.н., проф. Шахбазов Я.О. (м. Львів, Українська академія друкарства)
д.т.н., проф. Шевченко О.В. (м. Київ, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»)
д.т.н., проф. Шинкаренко В.Ф. (м. Київ, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»)
д.т.н., проф. Широков В.В. (м. Львів, Українська академія друкарства)
д.т.н., проф. Юдін О.К. (м. Київ, Київський національний університет ім. Тараса Шевченка)
д.т.н., проф. Яхно О.М. (м. Київ, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»)

Організатори конференції висловлюють щире подяку членам програмного комітету конференції «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем» за вагомий внесок в зростання авторитету і досягнення рівня найбільшої мультидисциплінарної міжнародної науково-практичної конференції України.

СЕКЦІЯ 4.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ТА СИСТЕМИ ХІМІЧНОЇ, ЛЕГКОЇ, ПЕРЕРОБНОЇ ТА ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

- Орловський Б.В.** Оптимізація параметрів робочого процесу пресу волого-теплової обробки виробів з текстилю за узагальненим показником якості 296
Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ
- Орловський Б. В., Місяць М.В.** Аеродинамічний захват маніпулятора деталей крою з текстилю 297
Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ
- Березненко С.М., Жданова О.А, Білоцька Л.Б.** Специфіка формоутворення деталей швейних виробів 300
Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ
- Дворжак В. М.** Комп'ютерна симуляція маніпулятора 302
Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ
- Орловський Б.В., Манойленко О. П., Безуглий Д. М.** Об'єктно-орієнтований аналіз каркасних 3D текстильних структур 304
Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ
- Гуменюк О.Л., Сахута Л.А., Коленченко А.Ю.** Композиційна суміш горохового борошна і солоду житнього як поліпшувач для хлібобулочних виробів з борошна пшеничного вищого сорту 306
Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів
- Гуменюк О.Л., Манжай В.П., Гайдай Т.О.** Пошук поліпшувача для хліба з пшеничного борошна вищого сорту з кукурудзяним борошном 309
Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів
- Бусел О.В., Гуменюк О.Л., Іваненко К.М., Пасов Г.В.** Особливості використання розробленого сушильного агрегату для гарбузового насіння 311
Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів
- Болховітіна О.І., Шидакова-Каменюка О.Г., Чубаха О.В.** Органолептичні та фізико-хімічні властивості хліба з додаванням борошна насіння гірчиці 314
Державний біотехнологічний університет, м. Харків
- Гончарук О.О., Ототюк О.С.** Використання лазерних технологій в харчовій промисловості 315
Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», м. Київ
- Фабриченко К. Ю.** Вивчення впливу рослинної сировини на органолептичні та фізико-хімічні властивості безлактозного йогурту 317
Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів
- Чинчик О.С., Сидорак І.Я.** Особливості технологічних процесів вирощування сої для потреб переробної промисловості 319
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет», м. Кам'янець-Подільський
- Глушак В. С., Денисова Н.М.** Використання кербу в технології виробництва вершково-шоколадного морозива 321
Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів
- Легейда А.В., Денисова Н.М.** Методи інтенсифікації процесу бродіння хлібобулочних напівфабрикатів. Використання електромагнітних випромінювань 323
Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів

- Курочка А.М., Денисова Н.М.** Застосування гарбузового шроту та стевіазоїду в технології хлібобулочних виробів оздоровчого призначення 325
Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів
- Семенов А.О., Скрипник В.О.** Методика інактивації бактерій порошкових продуктів харчування з використанням оптичного випромінювання ультрафіолетового діапазону 327
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава
- Савченко Б.М., Слепцов О.О., Савчук Б.П., Трашутін Є.І.** Вторинна переробка біорозкладних полімерних матеріалів 329
Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ
- Савченко Б.М., Сова Н.В., Савчук А.П., Лімаз Я.Є.** Циклічна вторинна переробка полівінілхлориду 330
Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ
- Рубанка М.М.¹, Поліщук О.С.², Демішонкова С.А.¹** Зниження динамічних навантажень приводу рукавичного автомата 331
¹ *Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ*
² *Хмельницький національний університет, м. Хмельницький*
- Рубанка М.М.¹, Поліщук О.С.², Рубанка А.І.¹** Сучасний стан обладнання розкрійного цеху швейного підприємства 333
¹ *Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ*
² *Хмельницький національний університет, м. Хмельницький*
- Савченко Б. М., Слепцов О. О., Пушкарьов Д. В., Василенко В. М.** Вплив параметрів 3D друку на теплопровідність полімерних композитів 335
Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ
- Ковальов Ю.А., Плешко С.А., Рубанка М.М.** Доцільність використання в приводі в'язальної машини маховика з регульованим моментом інерції 336
Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ
- Сова Н.В., Слепцов О.О., Розвора Л.В., Ходикін А.О.** Композиційні полімерні матеріали з хімічноактивними наповнювачами 338
Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ
- Савченко Б.М., Сова Н.В., Федорів Т.Р., Слепченко Р.Ю.** Адитивні технології виробництва електропровідних полімерних композитів 339
Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ
- Савченко Б.М., Слепцов О.О., Булгаков Є.С., Педченко Р.Р.** Створення нетканих матеріалів на основі полімерних композитів 340
Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ
- Савченко Б.М., Слепцов О.О., Свістільнік Р.Ф.** Температурна залежність питомого електричного опору струмопровідних полімерних покриттів 341
Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ
- Корнієнко І.М.¹, Кузнєцова О.О.¹, Гуляєв В.М.², Непошивайленко Н.О.², Анацький А.С.², Філімоненко О.Ю.², Коваленко А.Л.², Корнієнко Ю.М.²** Біотехнологія використання прополісу в хлібопеченні 343
¹ *Національний авіаційний університет, м. Київ*
² *Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське*

3. Методи контролю якості харчової продукції : навчальний посібник / [О.І. Черевко, Л.М. Крайнюк, Л.О. Касілова та ін.]; за заг. ред. Л.М. Крайнюк; Харківський державний університет харчування та торгівлі, СНАУ: Університетська книга, 2015 – 512с.

УДК 621.327

Семенов А.О., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Скрипник В.О., докт. техн. наук, професор

Полтавський державний аграрний університет, anatolii.semenov@pdaa.edu.ua

МЕТОДИКА ІНАКТИВАЦІЇ БАКТЕРІЙ ПОРОШКОВИХ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ОПТИЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ДІАПАЗОНУ

В даний час існування різних методів і способів знезараження сипучих харчових продуктів та порошкових матеріалів медичного призначення дозволяють повною мірою досягти позитивних результатів при знищенні бактерій та іншої мікрофлори [1].

Серед існуючих підходів фізичні методи знезараження порошкових матеріалів можуть бути ефективними порівняно з хімічними або біологічними методами, які характеризуються рядом негативних факторів [2]: приводять до зміни фізико-хімічних та біологічних властивостей об'єктів. Фізичні методи знезараження мають переваги порівняно з іншими методами [3]: безпечність для здоров'я, оскільки фізичні методи не використовують хімічні речовини; збереження поживних речовин при високотемпературній або ультразвуковій обробці; ефективність при знищенні бактерії та інших мікроорганізмів; зниження витрат, оскільки можуть бути застосовані безпосередньо в процесі виробництва (ультразвукова обробка та високочастотне електричне поле); відсутність залишкових хімічних речовин у продуктах.

Однак, вибір методу знезараження повинен бути зроблений з урахуванням характеристик та властивостей об'єкта, технології виробництва, вартості та ефективності методу знезараження. Деякі фізичні методи можуть мати обмеження в застосуванні, наприклад, високотемпературна обробка може знизити якість продукту із-за термодеструкції, а ультразвукова обробка може бути менш ефективною для знезараження продуктів з високим вмістом жирів або цукрів. Оцінка реальної небезпеки такого роду змін надзвичайно важка і далеко не завжди достовірна.

Важливо зазначити, що фізичні методи знезараження не завжди можуть забезпечити повну інактивацію мікроорганізмів, тому деякі продукти можуть потребувати додаткових заходів.

Ефективний напрям вирішення існуючої проблеми – використання ультрафіолетового випромінювання з довжиною хвиль 253,7 нм, що має бактерицидну дію і забезпечує ефективну інактивацію мікроорганізмів [1, 2]. При ультрафіолетовому опроміненні частинок обробляється тільки найтонший поверхневий шар, основна ж маса речовини не піддається впливу і, відповідно, не змінює своїх властивостей. Крім того, УФ-випромінювання на відміну від хімічного знезараження не погіршує смакові властивості та біологічну цінність продукту при перевищенні дози опромінення. У цьому й полягають переваги УФ-обробки в порівнянні з іншими методами знезараження [2].

Для вирішення питання бактерицидного знезараження сипучих харчових продуктів з розміром частинок шляхом ультрафіолетового опромінення запропоновано спосіб, при якому опромінення білкової маси з розміром частинок $5\div 28$ мкм здійснюється під час їх вільного падіння під дією сили тяжіння.

Для забезпечення дози H , необхідної для інактивації бактерій та мікроорганізмів, висоту опромінювальної камери h та опроміненість E на поверхні частинок, що падають вибираємо із умови:

$$H \leq K \cdot E \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (1)$$

де g – прискорення вільного падіння, м/с²;

E – опроміненість на поверхні частинок, Вт/м²;

h – висота опромінювальної камери, м;

K – коефіцієнт запасу.

Введення у формулу коефіцієнта запасу K дає можливість врахувати зниження опроміненості частинок, які знаходяться у внутрішній частині при падінні у результаті поглинання УФ-потoku. Таким, чином враховується багаторазове відбивання від поверхонь частинок у зовнішньому шарі.

Рівномірність і густина потоку падаючих частинок забезпечується шляхом дозованої подачі на сито і просіюванням над камерою опромінення. Дозу інактивації бактерій вибираємо з умов, змінюючи висоту камери h (час перебування частинок в зоні опромінення), величину опроміненості E (кількість ультрафіолетових ламп, їх просторове розміщення у камері, потужність та коефіцієнта відбивання поверхні камери) та густину потоку падаючих частинок.

Для забезпечення оптимізації технологічного процесу та вирішення поставленої задачі нами проведені необхідні розрахунки бактерицидної дози опромінення в залежності від видів мікроорганізмів та їх чутливості до УФ-випромінювання, при цьому нами враховувались наступні параметри: розміри частинок і час перебування порошкової маси в камері опромінення.

Частинки, розмір яких не більше ніж декілька десятків мікрон, рухаються в камері опромінення під дією сили вільного падіння. Враховуючи розміри частинок і опір повітря в камері опромінення, проведені нами розрахунки показали, що в зоні опромінення частинки порошкової маси перебувають не менше однієї секунди. Враховуючи час падіння частинок у камері, нами були проведені розрахунки необхідної мінімальної дози опроміненості (з врахуванням стійкості мікроорганізмів до УФ-випромінювання) [1, 2]. Пропонуємо розміри камери установки вибирати із умов, при яких мінімальна опроміненість E_{min} для найменш опромінювальних ділянок камери була б достатньою для створення поверхневої дози H_s , необхідної для інактивації мікроорганізмів. **Ошибка! Закладка не определена.** Інші ділянки будуть отримувати «надлишкове» опромінення, що тільки підвищує надійність знезараження. Важливим чинником є те, що передозування при УФ-опромінюванні не впливає на біологічні параметри кінцевого продукту [2].

У результаті ультрафіолетового опромінення з використанням описаного вище способу отримані наступні результати інактивації при 100% контролі виробництва протягом 2 міс.: бактерії групи кишкової палички (БГКП) в 0,1 г продукту не виявлено, при нормуючому значенні – не допускається; мезофільні аеробні і факультативно анаеробні мікроорганізми МАФАНМ колонієутворюючих одиниць (КУО) в 1 г продукту – (від 1,1 до 3,5)х104 КУО/г, при нормуючому значенні – 5,0х104 КУО/г.

Мікробіологічні дослідження підтвердили результати розрахунків та ефективність бактерицидного знезараження з використанням ультрафіолетового випромінювання при запропонованому методі інактивації бактерій в порошкових продуктах з розміром частинок до 28 мкм залежно від різних технічних параметрів.

Список посилань

1. Semenov A. Ultraviolet disinfection of activated carbon from microbiological contamination. / Semenov A., Hmelnitska Y. //Archives of Materials Science and Engineering. – 2022. – Vol. 115, № 1. – P. 34–41.
2. Семенов А. О. Ультрафіолет: сфери використання та джерела випромінювання: монографія / Семенов А. О., Попов С. В., Сахно Т. В., Тарасенко Д.С. – Полтава: ПП «Астрая», 2023. – 190 с.

3. Physical Methods for Cleaning and Disinfection of Surfaces. / [Otto C., Zahn S., Rost F., Zahn P., Jaros D., Rohm H.] // Food Engineering Reviews. – 2011. – Vol. 3, № 3. – P. 171–188.

УДК 678.456.93.76

Савченко Б.М., докт. техн. наук, професор

Слєпцов О.О., канд. техн. наук

Савчук Б.П., аспірант

Трашутін Є.І., студент

Київський національний університет технологій та дизайну, savchuk.bp@knuutd.edu.ua

ВТОРИННА ПЕРЕРОБКА БІОРОЗКЛАДНИХ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ

Однією з основних глобальних екологічних проблем є проблема великого накопичення полімерних відходів. Дані відходи зосереджені як у землі та водоймах, так і у повітрі у вигляді так званого мікропластику – мікроскопічні частинки полімерів, що утворюються в результаті дії зовнішніх факторів на полімерні відходи. Наприклад, поліетиленова упаковка під дією ультрафіолетового випромінювання та інших зовнішніх факторів, таких як енергія морських хвиль піддається фотодеструкції та подальшому фрагментуванню, що призводить до утворення мікропластику. Таким чином, мікроскопічні частинки полімерних відходів опиняються у верхніх шарах ґрунту та водоймах (океани, моря, озера) та потрапляють в раціон живих організмів.

Найбільш оптимальним та економним з точки зору ресурсозбереження шляхом вирішення проблеми забруднення пластиками є рециклінг, оскільки даний метод полягає у повторному використанні сировини [1]. Ще одним досить поширеним шляхом вирішення даної проблеми є перехід з традиційних полімерів на біополімери.

Основною проблемою вторинної переробки біополімерів, зокрема РВАТ, є те, що вони в більшості випадків є наповненими крохмалем (в середньому 20-30%), що призводить до підвищеного поглинання вологи і значно ускладнює їх переробку [2].

З точки зору циклічної економіки, більш економічно доцільним шляхом вирішення проблеми накопичення відходів біополімерів, ніж їх захоронення та компостування є рециклінг. Однак, на сьогоднішній день відсутня загальноприйнята технологія вторинної переробки біополімерів. Технологічний процес рециклінгу біопластиків перебуває на стадії розробки та зазнає постійних змін. Характеристики вторинних біополімерів та вплив рециклінгу на їх фізико-механічні, реологічні та експлуатаційні властивості є мало дослідженими. Це пов'язано з тим, що раніше не було достатньої кількості технологічних та побутових відходів біополімерів для промислового процесу рециклінгу. Внаслідок популяризації виробів з біопластиків та заміни ними виробів з традиційних полімерів, проблема вторинної переробки біополімерів буде продовжувати загострюватись. Вторинна переробка біополімерів є актуальною та доцільною, особливо в реаліях України, при відсутності промислового компостування. Також, вартість найбільш поширених в Україні біополімерів (PLA та РВАТ) є значно вищою, ніж вартість традиційних полімерів, що робить їх вторинну переробку ще більш актуальною.

Список посилань

1. J.B. Van Beilen, Y. Poirier, Production of renewable polymers from crop plants, Plant J. 54 (4) (2008) 684 - 701.
2. T.M. Letcher, Plastic Waste and Recycling: Environmental Impact, Societal Issues, Prevention, and Solutions, 2020.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

ХІІ Міжнародна науково-практична конференція «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем»

25 – 26 травня 2023 року, м. Чернігів

Том 1

Відповідальний за випуск

А.М. Єрошенко

Редактор

С.П. Сапон

Комп'ютерна верстка і макетування: О.С. Сапон, В.В. Гайовий

Прийнято 24.05.2023. Здано до друку 24.05.2023 р.

Формат 60×84/16. Гарнітура Times New Roman.

Ум.-друк. арк. 13,95. Тираж 100 пр. Зам. № 18/23

Редакційно-видавничий відділ Національного університету «Чернігівська політехніка»
14035, Україна, м. Чернігів, вул. Шевченка, 95.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців,
виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції
серія ДК № 7128 від 18.08.2020 р.