

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**



*VIII МІЖНАРОДНА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ
«ІННОВАЦІЙНІ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ»*

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

6-10 вересня 2021 р.

м. Одеса, Україна

Організатори конференції
Міністерство освіти і науки України
Одеська державна обласна адміністрація
Одеська національна академія харчових технологій
Консалтингова лабораторія ТЕРМА

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ОРГКОМІТЕТ

- Єгоров** – голова, Одеська національна академія харчових технологій, ректор, д.т.н., професор
Богдан Вікторович
- Бурдо** – вчений секретар, Одеська національна академія харчових технологій, д.т.н., професор
Олег Григорович
- Атаманюк** – Національний університет «Львівська політехніка», д.т.н., професор
Володимир Михайлович
- Васильєв** – Інститут тепло- і масообміну ім. А.В. Ликова, Республіка Білорусь, д.т.н., професор
Леонард Леонідович
- Гавва** – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
Олександр Миколайович
- Гумницький** – Національний університет „Львівська політехніка”, д.т.н., професор
Ярослав Михайлович
- Долинський** – Інститут технічної теплофізики, почесний директор, д.т.н., академік НАН України
Анатолій Андрійович
- Зав’ялов** – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
Владимир Леонідович
- Сукманов** – Полтавський університет економіки і торгівлі, д.т.н., професор
Валерій Олександрович
- Колтун** – Technident Pty. Ltd., Australia, Dr.
Павло Семенович
- Корнієнко** – Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”, д.т.н., професор
Ярослав Микитович

- Малежик**
Іван Федорович – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
- Михайлов**
Валерій Михайлович – Харківський державний університет харчування та торгівлі, д.т.н, професор
- Паламарчук**
Ігор Павлович – Національний університет біоресурсів та природокористування України, д.т.н., професор
- Снежкін**
Юрій Федорович – Інститут технічної теплофізики, директор, д.т.н., академік. НАН України
- Сорока**
Петро Гнатович – Український державний хіміко-технологічний університет, д.т.н., почесний професор
- Сухий**
Костянтин Михайлович – ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», д. хім. н., професор
- Тасімов**
Юрій Миколайович – Віце-президент союзу наукових та інженерних організацій України
- Товажнянський**
Леонід Леонідович – Національний технічний університет „Харківський політехнічний інститут”, д.т.н., професор, член-кореспондент НАН України
- Ткаченко**
Станіслав Йосифович – Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, д.т.н., професор
- Черевко**
Олександр Іванович – Харківський державний університет харчування та торгівлі, ректор, д.т.н, професор
- Шит**
Михайл Львович – Інститут енергетики Академії Наук Молдови, к.т.н., в.н.с.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова, ректор
Зам. голови

Б.В. Єгоров
Н.М. Поварова
Б.В. Косой

Зам. голови з
організаційних питань
Відповідальний секретар
Секретар

О.Г. Бурдо
Я.О. Фатєєва
Н.В. Ружицька
Ю.О. Левтринська

Члени оргкомітету:

О.В. Зиков
І.В. Безбах
І.І. Яровий
О.В. Акімов

І.В. Сиротюк
Є.О. Пилипенко
В.П. Алі
М.Ю. Молчанов

О.Ф. Терземан
С.А. Малашевич
В.Ю. Юрлов
М.В. Щербич

Одеська національна академія харчових технологій
вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039
Тел. 8(048) 712-41-29, 712-41-75
Факс +724-86-88, +722-80-42, +725-47-83
e-mail: terma_onaft@ukr.net
сайт: www.terma.onaft.edu.ua.

Секція 1. ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

УДК 543.573:635.112:635.48

ВПЛИВ СТАНУ ВОДИ В ЯБЛУКАХ НА ТЕПЛОТУ ТА КІНЕТИКУ ЗНЕВОДНЕННЯ

Гусарова О.В., к.т.н.,
Михайлик В.А., к.т.н., ст. наук. співр.,
Шапар Р.О., к.т.н., ст. наук. співр.
Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

Яблука є найпоширенішою сировиною для перероблення на сушені продукти в Україні. Їх хімічний склад дуже багатий і різноманітний. Як і більшість рослинних матеріалів яблука мають високу природну вологість (85...89%). Визначальною особливістю їх є значний вміст вуглеводів (до 16%), зокрема цукрів (фруктоза, глюкоза, сахароза) та пектинових речовин (протопектин, пектин, пектинова і пектова кислоти) [1]. Наявність зазначених складових ускладнює процес видалення води під час сушіння.

Для інтенсифікації процесу сушіння, зменшення енергетичних витрат та отримання належних органолептичних показників сушеного продукту проводять попередню тепловологісну обробку сировини. Під час обробки та сушіння паренхімні тканини яблук зазнають біологічних, фізико-хімічних та структурних змін, які можуть впливати на співвідношення вільної та зв'язаної води, що в свою чергу впливає на теплоту зневоднення.

Мета дослідження. Методами термічного аналізу дослідити процес видалення води зі свіжих та оброблених парою зразків яблук для більш обґрунтованого виявлення можливостей інтенсифікації сушіння та глибшого розуміння процесів, які відбуваються під час зневоднення.

Об'єкти та методи дослідження. В якості об'єкту дослідження використано свіжі та оброблені парою зразки паренхімних тканин яблук сорту Ренет Симиренко та Джонатан. Дослідження виконано в дериватографі Q-1000 системи Paulik-Paulik-Erdey в діапазоні 25...250 °С при швидкості нагрівання 3,6 К/хв. Зневоднення яблук здійснювали методом конвективного стадійного сушіння до залишкової вологості 6%.

Результати та їх обговорення. Методами термічного аналізу визначено температури максимальної швидкості зневоднення, переходу паренхімних тканин в стан, обумовлений вмістом виключно зв'язаної води та температурні інтервали термічного розкладання органічних речовин.

Аналізуючи отримані дані відмічено, що хід процесу зневоднення в умовах керованого нагріву залежить від стану води. Середня швидкість видалення води з оброблених паром тканин на 14% більша порівняно зі свіжими.

Отримані за допомогою дериватографії результати підтвердили більший вміст зв'язаної води в свіжих тканинах порівняно з обробленими. Дослідження довели, що у оброблених паром яблук обох сортів зв'язаної води приблизно на 3% менше, ніж у свіжих. Це підтверджується середніми значеннями теплоти витраченої на зневоднення [2].

За методикою, що викладена в [3] було визначено теплоту, яка витрачена на зневоднення зразків. Так середня питома теплота зневоднення свіжих паренхімних тканин яблука сорту Ренет Симиренко в інтервалі температур 25...181 °С визначена на рівні 2630, а для оброблених паром – 2500 кДж/кг (25...183 °С)[2].

Враховуючи одержані результати, було проведено порівняння кінетики процесу конвективного сушіння в режимі стадійного зневоднення свіжих та оброблених паром зразків яблук сорту Ренет Симиренко. На підставі узагальнення кінетичних закономірностей процесу визначено, що тривалість зневоднення оброблених паром яблук, порівняно із свіжими, скорочується на 20...25% [4, 5]. Перерозподіл вільної та зв'язаної води, а також її інтенсивніше випаровування відбувається за рахунок руйнування клітинних мембран в результаті термічної обробки тканин. Отримані кінетичні дані корелюють з результатами одержаними термічними методами аналізу.

Висновки:

1. За допомогою методів термічного аналізу визначено температури максимальної швидкості зневоднення, переходу паренхімних тканин яблук в стан, обумовлений вмістом виключно зв'язаної води та температурні інтервали термічного розкладання органічних речовин.

2. Вперше для яблук сорту Ренет Симиренко показано, що у оброблених паром зразках паренхімних тканин через руйнування клітинних мембран відбувається перерозподіл вільної та зв'язаної води, частина зв'язаної води переходить у вільну, що підтверджується значеннями середньої питомої теплоти зневоднення.

Дослідження підтверджують доцільність тепловологісної обробки паренхімних тканин яблук перед сушінням з метою інтенсифікації зневоднення, зменшення тривалості процесу та енергетичних витрат.

Література

1. Коробка, С.В. Обґрунтування параметрів та режимів роботи геліосушарки фруктів: дис....канд. техн. наук: 05.05.11. Львів: ЛНАУ, 2016. 295 с.

2. Гусарова, О.В., Михайлик, В.А. Дериватографічний аналіз форм зв'язку води в яблуках. Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання: збірник тез доповідей XVI міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених. (Київ, 22 – 23 квітня 2019). Київ, 2019. С. 14–16.

3. Михайлик, В.А., Снежкін, Ю.Ф., Корінчевська, Т.В., Горніков, Ю.І. Вплив режиму конвективного сушіння на кристалічність порошків з яблук та цукрового буряку. Промышленная теплотехника. 2015. Т. 37, № 5. С. 23–37.

4. Шапар, Р.О., Гусарова, О.В. Вплив тепловологої обробки на кінетику сушіння пектиновмісних матеріалів. Наукові праці ОНАХТ. Одеса, 2019. Вип. 83. Т. 1. С. 62–66. <https://doi.org/10.15673/swonaft.v83i1.1419>.

5. Husarova, O., Shapar, R., Sorokova, N. Intensification of heat and mass transfer during the convective drying of apple to low final moisture: in monograph Theoretical and practical aspects of the development of the European research area. Riga, Latvia: Publishing House “Baltija Publishing”, 2020. P. 191–211. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-588-53-2-52>.

ГІДРОДИНАМІЧНА КАВІТАЦІЯ ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ МЕТОД ЕКСТРАГУВАННЯ

Авдєєва Л.Ю., д.т.н., ст.наук.співр.,

Макаренко А.А., к.т.н.

Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ

На сьогодні більшість біологічно-активних речовин отримують з природної сировини рослинного або тваринного походження методом екстрагування. Рослинні екстракти природного походження характеризуються високою ефективністю дії, низькою токсичністю та відносною доступністю для споживачів. Внаслідок цього, вони знаходять широке застосування в фармакології, косметології, харчовій промисловості [1].

Рослинна сировина - традиційне джерело біологічно активних речовин (БАР). Якість одержаних екстрактів залежить від режимів і інтенсивності проведення дифузійних процесів, вибраного екстрагенту і властивостей рослинної сировини. Основними недоліками існуючих технологій є значна тривалість, низька швидкість масообміну і висока енергоємність процесів, що призводить до низької ефективності екстракції. Раціональний вибір сучасних методів впливу на рослинну сировину дозволяє одержати препарати із значними перевагами перед існуючими за якістю отриманого екстракту і ефективністю використання витраченої на її виробництво енергії. Таким чином, аналіз і удосконалення технологій отримання екстрактів з лікарських рослин для їх інтенсифікації є актуальним і вимагає вирішення.

При виробництві екстрактів використовують як традиційні процеси (мацерацію, перколяцію, реперколяцію та ін.) так і більш сучасні (імпульсна, вакуумно-імпульсна і електроімпульсна обробка, мікрохвильова екстракція, екстрагування за допомогою використання ультразвуку або надкритичних флюїдів, кавітаційного впливу та ін.) [1-4].

Відомими і широко вживаними традиційними способами є мацерація і ремацерація, які застосовуються для приготування екстрактів і настоянок. Такі методи екстрагування є малоефективними, трудомісткими і тривалими (час екстрагування БАР становить від 6 годин до 20 діб). Незважаючи на низьку ефективність мацерація продовжує широко використовуватися [2].

Для інтенсифікації процесів тепло- і масопереносу при екстракції застосовується метод нагріву в мікрохвильовому електромагнітному полі. Це проста, екологічно чиста і економічна методика вилучення біологічно активних сполук з різних рослинних матеріалів. При поглинанні матеріалом, електромагнітна енергія мікрохвиль перетворюється на теплову енергію. Нагрівання провокує випаровування вологи і створює високий тиск пари, що розриває стінку клітини субстрату і вивільняє вміст у розчинник. При цьому підвищуються як швидкість, так і ефективність екстракції.

При ультразвуковому екстрагуванні застосовують дію інтенсивних високочастотних звукових хвиль. Під ультразвуковим впливом тверді і рідкі частинки вібрують і прискорюються, завдяки цьому речовини з рослинних клітин швидко дифундують з твердої фази в екстрагент. Основними перевагами використання ультразвуку є скорочення тривалості проведення екстрагування, ефективність та мінімальні витрати на розчинники. Водночас можливим є згубний вплив енергії ультразвуку (> 20 кГц) на активні компоненти лікарських рослин через утворення вільних радикалів [2].

Провести інтенсифікацію процесу екстракції можливо за допомогою використання розчинників в надкритичному стані (надкритична флюїдна екстракція) - газоподібним екстрагентом при температурі і тиску вище критичної точки. Розчинник в такому стані має проникність і низьку в'язкість як газ, і водночас, густину і здатність до розчинення як рідина. Екстрагування речовин відбувається за температури, близької до температури навколишнього середовища, запобігаючи термічній денатурації. Використання методу дозволяє покращити умови проведення процесу та ефективніше розчинити необхідні речовини, ніж зі звичайними органічними розчинниками [1, 2].

За енергетичними показниками для інтенсифікації процесу екстрагування БАР з рослинної сировини найефективнішим є використання гідродинамічної кавітації. В результаті дії ефектів кавітаційних явищ одночасно відбувається інтенсивне збурювання безперервної фази з великими локальними перепадами тиску і утворенням супершвидкісних мікротечій. Використовуючи цей метод, можна досягнути високоефективного екстрагування за рахунок виникнення інтенсивного гідродинамічного і кавітаційного впливу в системі «рідина -

тверде тіло» на міро-і нанорівнях, що дозволяє покращити умови перенесення маси через міжфазну поверхню. Перевагами кавітаційного впливу є екологічність, енергоефективність, масштабованість, невелика тривалість процесів та м'які умови експлуатації (відносно низька температура процесів) [3, 4].

Висновки. Процеси екстрагування займають важливе місце у виробничих технологіях різних галузей промисловості. Основними недоліками існуючих технологій є значна тривалість, низька швидкість масообміну і висока енергоємність процесів. Одним з перспективних способів інтенсифікації процесів екстрагування є використання гідродинамічної кавітації. Це дозволяє значно прискорити масообмін, знизити собівартість і підвищити якість готової продукції.

Література

1. Бандура В. М., Коляновська Л. М. Аналіз сучасних методів та факторів, що впливають на процес екстрагування. Зб. наук. пр. ВНАУ, 2014. №2 (85). С. 130-135.
2. Белокуров С.С., Флисюк Е.В., Смехова И.Е. Выбор метода экстрагирования для получения извлечений из семян пажитника сенного с высоким содержанием биологически активных веществ. Разработка и регистрация лекарственных средств. 2019; 8(3):35-39.
3. Вітенько Т.М., Зарецька Т.В. Кінетика екстрагування за умови кавітаційного гідродинамічного режиму. Промислова гідраліка і пневматика. №2 (36) 2012. С. 50-54
4. Долінський А.А., Авдєєва Л.Ю., Макаренко А.А. Кавітаційні технології для виробництва нанопрепаратів. Наукова думка. 2020. 111 с.

УДК 664.8.047:536.66

ВПЛИВ РОЗЧИННИХ ЦУКРІВ НА ПРОЦЕС СУШІННЯ

Дмитренко Н.В., к.т.н.,

Шапар Р.О., к.т.н., ст. наук. співр.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

Найбільш розповсюдженим способом перероблення сільськогосподарської сировини є сушіння. Зростаючий попит і популярність сушеної дині як продукту «здорового харчування» ґрунтується на унікальності його складових компонентів. Так, загальна кількість цукрів в дині коливається від 9 до 18 % залежно від сортової ознаки і кліматичних умов вирощування та представлені глюкозою, фруктозою і сахарозою. Поживна цінність дині

посилюється наявністю органічних кислот, ароматичних сполук, мінеральних речовин, вітамінів. Вміст таких природних компонентів обумовлює особливі вимоги до процесу її теплового сушіння, оскільки під час сушіння відбуватиметься зміна хімічних, біологічних і структурних властивостей тканин дині. При довготривалому тепловому впливі чиняться негативні явища: карамелізація цукрів, утворення меланоїдинових сполук, руйнування вітамінного складу тощо. Також, в міру видалення вологи збільшується концентрація цукрів у клітинному соку, внаслідок чого сповільнюється процес сушіння і зростають витрати теплоти на зневоднення.

Згідно наявних літературних даних збільшення концентрації цукрів у водному розчині призводить до зниження ступеня їх гідратації. А зменшення вмісту гідратної (зв'язаної) води з розчину цукрів відбувається одночасно зі зменшенням вмісту вільної. Характер зменшення при випаровуванні вмісту води, гідратованої цукрами, безпосередньо впливає на водоутримуючу здатність, структурні зміни та процес сушіння цукровмісної рослинної сировини.

Для нас важливо, що цукри, які дрібно закристалізувалися всередині висушених рослинних тканин, суттєво підвищують як смакові якості сушеного продукту, так і термін його зберігання. Зазвичай отримання ефекту кристалізації у висушеному продукті залежить від наявності чи відсутності цукрів, що легко кристалізуються, та технологічних параметрів режиму сушіння.

Процес випаровування води з концентрованого розчину сахарози можна уявити як агрегацію молекул сахарози в грона, що йде через заміну молекул води з гідратної оболонки гідроксилами інших молекул сахарози. Кристалізація сахарози при випарюванні потребує вільного повороту піранозного залишку до фуранозного і може статися тільки після усунення молекули води, яка утворила жорсткий «містковий зв'язок» між ними. Тобто існує логічне пояснення експериментальному факту утворення сильно пересичених водних розчинів сахарози, що передують процесу її кристалізації чи взагалі унеможливають його. Тканини дині мають значну кількість фруктози і глюкози, процес кристалізації яких не обтяжено наявністю «місткового зв'язку» через двічі зв'язану молекулу води, як у сахарози, тобто є можливість отримання сушеної динні з закристалізованими цукрами. Отже, **мета** нашої роботи – відпрацювання такої технології.

Дослідження закономірностей конвективного сушіння дині проводили на експериментальному стенді з системою автоматичного збору та обробки інформації, в елементарному шарі, зі зміною параметрів процесу: температури, швидкості, вологовмісту сушильного агента. Дослідження зміни стану води в тканинах дині – на мікрокалориметрі ДСМ-2М за методикою, запропонованою закордонними дослідниками. Дослідження витрат теплоти – на розробленому в Інституті мікрокалориметрі ДМКИ-01, шляхом синхронного виміру та

співвідношення зміни маси матеріалу і кількості теплоти, що витрачена на випаровування. Для дослідів використовували свіжі зрізи динь товщиною 1,5...2,5 мм.

З результатів дослідження зміни кількості зв'язаної води в тканинах дині при зневодненні зроблено висновок, що вже на початкових етапах сушіння відбувається видалення зв'язаної води з клатратних оболонок простих розчинних вуглеводів, які складають ~ 78 % сухих речовин дині.

Результатами експериментальних досліджень процесу сушіння в режимі двостадійного зневоднення за температури 95...70 °С, підтверджено припущення, що деяке початкове підвищення питомого вмісту зв'язаної води в тканинах дині відповідає етапу видалення з них лише вільної води. Аналіз кінетики вологообміну доводить, що зневоднення дійсно проходить у періодах постійної (видалення лише вільної води) та падаючої швидкості.

Дослідження зміни витрат теплоти на випаровування води з тканин дині показали, що вона починає зростати над теплою випаровування чистої води з самого початку сушіння, а наприкінці – перевищує табличні значення для чистої води на 10...12 %. Це відповідає динаміці видалення зв'язаної води з дині. На кривих витрат теплоти спостерігається піковий екзотермічний ефект у діапазоні досягнення тканинами вологості 37...27 % відносних (58...36 % у абсолютних величинах). Його обумовлено накладанням на ендотермічний процес випаровування води якогось екзотермічного процесу. Найімовірніше – процесу кристалізації розчинних вуглеводів. Величина піку свідчить про меншу, або більшу частину цукрів, які за кристалізувалися під час сушіння.

Висновки. З результатів дослідження зміни стану води в паренхімних тканинах дині при зневодненні та аналізу її хімічного вмісту зроблено висновок, що вже на початкових етапах сушіння відбувається видалення зв'язаної води з клатратних оболонок простих розчинних вуглеводів дині.

Результати дослідження витрат теплоти на випаровування дозволяють стверджувати, що на початку процесу витрати відповідають зміні гідратаційної спроможності розчинних цукрів дині, а наприкінці – класичними уявленнями щодо сушіння колоїдних капілярно-пористих матеріалів. Піковий екзотермічний ефект в діапазоні вологості тканин 37...27 % відносних було ідентифіковано як процес кристалізації розчинних цукрів дині.

Отримані висновки калориметричних експериментів добре співпали з результатами конвективного сушіння паренхімних тканин дині.

Отже, проведені дослідження та отримані результати підтверджують наше припущення щодо можливості одержання сушеної дині зі закристилізованими цукрами і, тим самим, суттєво підвищити якість та термін зберігання готового продукту.

УДК.664.653.122.; 664.653.124

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИННОВАЦИЙ ЗАМЕСА

Янаков В. П. к. т. н., ст. преп.

Мелитопольский институт государственного и муниципального управления "Классического частного университета", г. Мелитополь

Актуальность темы. Развитие приготовления теста, эмульсий, кремов, суфле, помадок, сырков, мороженого и др. основано на анализе варьирования уровня энергозатрат и товароведческой оценки выпускаемой продукции. Напрямую зависит от реализации материальных затрат, характера, режима и метода энергетического воздействия специализированного пищевого оборудования. Совершенствование конструкций технологий замеса основано на рецептурном и качественном потенциале процессов.

Гипотеза исследований. Адаптация требований процессов к специфике энергозатрат и технических показателей специализированного пищевого оборудования приводит к установлению технологически обоснованного уровня однородности и структуры выпускаемой продукции. Основано на товароведческой оценке всех этапов тестоприготовления.

Цель и задачи исследований. Целью работы является получение технологически обоснованного уровня однородности и структуры рецептурных составляющих компонентов сырья выпускаемой продукции путём установления оптимального соотношения энергозатрат процессов, технических показателей оборудования и товароведческой оценки.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие основные задачи:

- Провести комплексный анализ места, роли, перспектив и тенденций технологий и оборудования, значения теории тестоприготовления в теории сбалансированного питания.
- Выполнить системный анализ критериев, закономерностей и законов исследуемого специализированного пищевого оборудования, технологий, процессов.
- Осуществить анализ направлений, выбор условий, обоснование критериев, закономерностей и законов методологии исследований согласно паспорту специальности.
- Обосновывать: определение основных факторов и режимов установления достаточного технологического и технического режима замеса, реализовывать уровень, структуру и качество распределения энергии при тестоприготовлении.
- Выполнить всесторонний анализ характера, режима, вида, типа, времени, структуры и метода взаимосвязи показателей эффективности энергетического воздействия на рецептурные компоненты сырья и тесто.

- Аргументировать в тестоприготовлении: выбор параметров и критериев мониторинг, контроль, анализ, проверки, корректировки и моделирования процессов технологий замеса.
- Сформулировать обоснование анализа и корректировки в изменении структуры энергетики воздействия режимов приготовления выпускаемой продукции.
- Реализовать технико-экономический анализ технологий замеса, энергетического воздействия специализированного пищевого оборудования, выпускаемой продукции.

Объект исследований. Процессы теплообмена, массообмена, перемешивания, структурообразования, энергетические, гидромеханические, вибрационные, качествообразующие, сопутствующие, неньютоновские пищевые жидкости, дисперстные продукты, перемешивающие технологии пищевых и сельскохозяйственных перерабатывающих производств, а также их рецептурные составляющие компонентов сырья выпускаемой продукции.

Предмет исследований. Механические, гидромеханические, электровихревые смесители, смесители для приготовления макаронного теста, смесительные машины и эмульсаторы, тестомесильные машины и агрегаты, технологии замеса, тесто, эмульсия и рецептурные компоненты сырья хлебопекарных, кондитерских, макаронных производств.

Методы исследований — современные концепции теорий подобия, сопротивления материалов, пластичности, моделирования систем, гидромеханики и механики сложных термодинамических систем, физического моделирования, экспериментальных исследований с применением контрольно-измерительной аппаратуры, методов энергетического аудита и логистики, менеджмента; математического моделирования с применением компьютерной техники и прикладных программных пакетов. Для решения дифференциальных уравнений использовались численные и аналитические методы.

Основные материалы исследований:

- Разнообразие компонентов рецептурного сырья, эмульсий, кремов, суфле, помадок, сырков, мороженого, теста и выпускаемой продукции их технологическое разнообразие, назначение и уникальность физических, механических, структурных и качественных свойств.
- Механические, гидромеханические, электровихревые смесители, смесители для приготовления макаронного теста, смесительные машины и эмульсаторы, тестомесильные машины и агрегаты периодического и непрерывного действия.
- Характер, режим, вид, тип, время, структура и метод взаимосвязи показателей эффективности энергозатрат технологий замеса.
- Базовые процессы (кинетические и потенциальные) реализуются в период работы специализированного оборудования и образования выпускаемой продукции.

- Наложение вибрационного и электромагнитного поля, равномерное распределение характеристик, его анализ и корректировка в изменении уровня, структуры и качества распределения энергии в рабочем объёме тестомесильных машин и агрегатов.

Исследования в данном направлении продолжаются

Секція 2. ІННОВАЦІЙНІ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ, ХІМІЧНИХ І ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ВИРОБНИЦТВ

УДК 66.063; 532.695

ВИРОБНИЦТВО РІДКИХ ЕМУЛЬСІЙНИХ КРЕМІВ

Авдеева Л.Ю., д-р техн. наук, с.н.с.,

Павлик В.Ю. магістр 1 року навчання.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Тенденції світового ринку споживання косметичних засобів свідчать про постійне зростання за останні роки об'ємів виробництва і споживання рідких емульсійних кремів по догляду за шкірою - кремів для обличчя, тіла, рук, молочко для зняття макіяжу, сонцезахисних засобів і т.д. Для забезпечення зростаючого попиту споживачів виробники косметики повинні максимально використовувати наукові інновації в галузі технології їх виробництва.

Рідкі емульсійні креми виробляються на основі емульсії «масло у воді» і представляють собою складні багатокомпонентні системи з високим вмістом води і невеликою часткою жирів, жироподібних речовин та ін. Стабілізація відбувається відповідними емульгаторами. При розробці нових видів виробів та їх виробництві можуть виникнути різні проблеми, які можуть мати негативний вплив на споживчі властивості продукту, його показники безпеки, фізико-хімічні та органолептичні властивості, як на момент виробництва, так і в процесі зберігання [1, 2].

Одним із важливих питань якості в технології виробництва емульсійних кремів є дисперсність і збереження стабільності емульсійної дисперсної системи в процесі виробництва і на протязі всього терміну зберігання косметичного продукту. Розшарування, зміна зовнішнього вигляду, в'язкості, кольору і запаху - це основні видимі ознаки нестабільності, які можуть побічно вказувати на порушення показників безпеки. На порушення стабільності можуть впливати різні хімічні і фізичні фактори. Хімічні фактори - це інгредієнтний склад продукту. До фізичних факторів відносяться принцип дії і характеристики обладнання, що використовується при виробництві. До них належать: метод отримання емульсії, тип і режими обладнання (рівномірність

перемішування, швидкість обертання робочих органів, інші параметри) [2].

Емульсії представляють собою багатофазні системи, в яких дисперсна фаза розподілена в дисперсійному середовищі. Стійкість таких систем залежить від величини енергії на поверхні розподілу, яка прямо пропорційно залежить від поверхневого натягу на межі поділу фаз і поверхні розподілу: чим менше дані показники, тим більш стійкою є система. Подрібнення частинок фази супроводжується значним збільшенням запасу вільної поверхневої енергії. Ця енергія зростає тим сильніше, чим більше дисперговані частинки фази. Згідно з другим законом термодинаміки, така система нестійка і в ній мимовільно будуть відбуватися процеси, спрямовані на зниження вільної енергії. Для емульсії це агрегування і злиття диспергованих частинок фази (агрегативна нестійкість), що призводить до розшарування емульсії (седиментаційна нестійкість). Зменшення розміру частинок фази знижує швидкість розшарування і підвищує стабільність емульсії. Критичний розмір часток, нижче якого емульсії стають седиментаційно стійкими, становить 0,4-0,5 мкм. В цьому випадку наноемульсії є прикладом найбільш стабільної системи, але при цьому в емульсіях протікають явища агрегації і коалесценції. Щоб перешкодити цьому в емульсії додають емульгатори [1, 2].

В процесі виробництва для одержання однорідної консистенції рідкого емульсійного крему великого значення набуває рівномірність перемішування при введенні інгредієнтів і в процесі охолодження. Для досягнення рівномірного розподілу і ефективної тепломасопередачі при виробництві емульсій використовують комбіновані мішалки і гомогенізатори. На фармацевтичних підприємствах для інтенсивного перемішування емульсій які легко утворюються найчастіше використовуються швидкохідні мішалки (якірні, турбінні, дискові). Для диспергування твердої фази в рідкому середовищі використовують гомогенізатори, диспергатори, роторно-пульсаційні апарати різних типів [1-3].

Сучасні наукові інновації пов'язані з інтенсифікацією технологічних процесів і вирішенням комплексних науково-технічних проблем, спрямованих на вилучення або модифікацію морально застарілих енергоємних технологічних процесів і обладнання, збільшення продуктивності виробництва і покращення якості продукції. Доведена доцільність інтенсифікації виробничих процесів за рахунок використання імпульсних методів впливу (ультразвукові хвилі, електрогідралічні ефекти та ін.). За своїми енергетичними показниками, одним з найбільш ефективних інструментів вважається використання гідродинамічної кавітації, яка дозволяє проводити інтенсивну обробку великих об'ємів рідких багатокомпонентних систем в потоці [2, 3].

Висновки. Емульсії представляють собою складні багатофазні системи. Важливим питанням якості в технології виробництва емульсійних кремів є збереження стабільності емульсії. Висока стабільність емульсії досягається

використанням хімічних і фізичних факторів впливу. Важливим є принцип дії і характеристики обладнання, що використовується при виробництві. Одним з перспективних способів інтенсифікації процесу емульгування є використання кавітаційних апаратів, які дозволяють значно прискорити масообмін, знизити собівартість і підвищити якість готової продукції.

Література

2. Agrawal A., Kulkarni S., Sharma S. Recent advancements and applications of multiple emulsions. *International Journal of Advances in Pharmaceutics*. Vol.4, Issue 6 [2015]. 94-103 p.

3. Меньшутіна Н.В., Мишина Ю.В., Алвес С.В. Инновационные технологии и оборудование фармацевтического производства.-Т.1.-М.:Из-во БИНОМ, 2012.-328 с.

3. Промтов М.А. Перспективы применения кавитационных технологий для интенсификации химико-технологических процессов - *Вестник ТГТУ*, 2008. Т.14, № 4. С. 861 – 869с.

4. Долінський А.А., Авдєєва Л.Ю., Макаренко А.А. Кавітаційні технології для виробництва нанопрепаратів. *Наукова думка*. 2020. 111 с.

УДК 620.91-620.93

МОБІЛЬНІ СИСТЕМИ ЗБЕРІГАННЯ ТА АКУМУЛЮВАННЯ ТЕПЛОТИ

Демченко В.Г., к-т. техн. наук, ст. наук. співр.,

Коник А.В., к-т. техн. наук, ст. наук. співр.

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

Переважає більшість енергії у світі надходить від викопних видів палива, таких як нафта, вугілля, природний газ та уран, що спричинює викиди парникових газів, глобальне потепління та пов'язані із цим зміни клімату.

Протидія цим негативним явищам є викликом для сучасної науки та економіки, що спричиняє необхідність проведення досліджень, щодо можливості використання відновлюваних джерел енергії.

Новий концепт розвитку безкарбонної енергетики сприяв активному впровадженню систем зберігання та акумулювання теплоти. Це пов'язано з широким застосуванням відновлювальних джерел енергії, а саме нерівномірністю генерації енергії в залежності від часу доби, сезону, віддаленість джерела від споживача, тощо [1].

Системи зберігання та акумулювання теплоти (або теплові акумулятори) використовують для того, щоб збалансувати систему теплозабезпечення, а саме [2]:

- зменшити пікове навантаження до 30%;
- оптимізувати графіки виробництва теплової енергії шляхом накопичення надлишкової енергії та застосування її під час аварійних відключень;
- мінімізувати теплові втрати викликані нерівномірністю роботи теплового обладнання ;
- зменшити потреби в первинній енергії до 5%,
- значно зменшити шкідливі викиди та витрати палива до 10%.

Відомі різноманітні технології акумулювання [3], що широко застосовуються в стаціонарних теплових акумуляторах (ТА). В останні роки активно розвивається розробка та застосування пересувних (мобільних) ТА, в яких переважно, застосовують матеріали з фазовим переходом [4].

Основними параметрами, що регулюють і впливають на ефективність роботи мобільних теплових акумуляторів (МТА) є:

- надійність і зручність конструкції;
- ефективність і об'єм «робочого тіла» – матеріалу з фазовим переходом;
- температура джерела заряджання МТА;
- відстань транспортування від джерела до споживача.

Як правило, у якості огорожувальної конструкції для МТА використовують уніфіковані й стандартизовані контейнери і ємності. Конструкції встановлюються, переважно на автомобілі і транспортують теплову енергію від джерела до споживача тим самим, створюючи гнучку систему теплопостачання. МТА використовують системи прямого і непрямого нагріву. Оскільки МТА весь час знаходяться у русі, то важливою умовою для вибору матеріалу з фазовим переходом є його безпечність на випадок аварійних ситуацій. Тому важливо, щоб матеріал з фазовим переходом відповідав 4 класу вибухо-, пожежобезпеки, мав невисоку вартість, був доступний для придбання, температура використання обмежена 150°C, мав високу здатність до термоцикування, тощо.

МТА широко використовуються в США, Німеччині та в Японії [5]. В Україні в межах державного замовлення МОН України в 2019-2020рр., проведено роботи, що дозволили створити МТА теплопродуктивністю 0,5 МВт [6]. За результатами проведених робіт створено робочу конструкторську документацію, дослідний зразок МТА-0,5 МВт, проведено натурні дослідження, відпрацьовано режимні параметри. В результаті подано дві заявки на винахід України, що захищають конструкцію системи акумулювання та зберігання теплоти, а також конструкцію акумуляційної ємності.

Література

1. Демченко В.Г., Коник А.В. Основні аспекти процесів теплоакумулювання / Наукові праці, Одеса 2020.– Випуск 1 Том 84, с. 48-53. DOI <https://doi.org/10.15673/swonaft.v84i1.1868>

2. Демченко В.Г., Коник А.В. Технології інтенсифікації процесів зберігання теплоти / Збірник тез доповідей XVIII Міжнародної наукової конференції «Удосконалення процесів та обладнання харчових та хімічних виробництв» м.Одеса 12-16 жовтня 2020 р, с.29-31.

3. Sarbu I., Sebarchievici C., A. Comprehensive Review of Thermal Energy Storage Received: 7 December 2017 / Revised: 8 January 2018 / Accepted: 10 January 2018 / Published: 14 January 2018, <https://doi.org/10.3390/su10010191>
Режим доступу: <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/1/191/htm>

4. Kun Du, Philip Eames, John Kaiser S. Calautit, Yupeng Wu / A state-of-the-art review of the application of Phase Change Materials (PCM) in Mobilized-Thermal Energy Storage (M-TES) for recovering lowtemperature Industrial Waste Heat (IWH), Article in Renewable Energy, 2020. DOI: 10.1016/j.renene.2020.12.057

5. Weilong Wang Mobilized thermal energy storage for heat recovery for distributed heating / Mälardalen University Press Dissertations, No. 92 . ISBN 978-91-86135-98-0, ISSN 1651-4238, Printed by Mälardalen University, Västerås, Sweden, p.61

6. НТР «Розроблення системи зберігання та мобільного транспортування теплової енергії», ДРН 0119U103145, Київ 2020, 514с.

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ АДСОРБЦІЙНОГО ТЕПЛОАКУМУЛЮЮЧОГО ПРИСТРОЮ НА ОСНОВІ КОМПОЗИТІВ «СИЛКАГЕЛЬ – НАТРІЙ СУЛЬФАТ»

Беляновська О.А., канд. техн. наук, доцент,

Литовченко Р.Д., аспірант,

Сухий К.М., д-р техн. наук, професор,

Сергієнко Я.О., аспірант

Сухий М.П., канд. техн. наук, професор

Суша І.В., канд. техн. наук, доцент

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет»,

м. Дніпро

Ключовими статтями витрат на опалення житлових приміщень є втрати через зовнішні огороження та інфільтрацію зовнішнього повітря. Традиційні системи підігріву та кондиціонування припливного повітря базуються переважно на парових компресійних машинах, що призводить до значних теплових навантажень. Регулювання рівня вологості відбувається зазвичай в результаті нагрівання або охолодження повітря, тобто змінюється лише відносна вологість, а абсолютна вологість залишається практично сталою. Більш перспективними є адсорбційні пристрої відкритого типу.

Представлена робота присвячена на визначенні основних факторів, що впливають на температуру повітря протягом періоду роботи адсорбційного теплового акумулятора відкритого типу.

Отримав подальший розвиток алгоритм розрахунку експлуатаційних параметрів адсорбційного теплоакумуляуючого пристрою відкритого типу, який включає обчислення коефіцієнтів дифузії та масопередачі, об'єму повітря, який подається до приміщення, яке вентилують, кінцевої абсолютної вологості потоку повітря, вологопоглинання або адсорбції, питомої теплоти адсорбції та кінцевої температури повітряного потоку, а також визначення корисної теплоти та експлуатаційних теплових витрат, що дає можливість оцінити коефіцієнт корисної дії. Запропонований алгоритму підтверджена апробовано згідно експериментальних даних для роботи адсорбційного теплового акумулятора відкритого типу на основі композитів «силікагель – натрій сульфат». Показана кореляція температурних кривих припливного повітря та робочих параметрів адсорбційного теплового акумулятора відкритого типу. Встановлено, що час досягнення плато або максимальних значень температур припливного повітря знижується при зростанні температури, швидкості та початкової абсолютної вологості повітря, що подається в шар адсорбента. Виявлено, що максимальні кінцеві температури припливного повітря не більше 65 – 80°C відповідають початковій температурі 20 – 30°C та абсолютній вологості початкового потоку повітря 0,03 – 0,04 кг/м³. Ці умови відповідають максимальним значенням коефіцієнта корисної дії адсорбційного теплового акумулятора відкритого типу.

Представлена робота виконана в рамках держбюджетної роботи № 0119U002243 Міністерства освіти і науки України.

УДК 66.047; 541.18.053

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРИ ПЕРЕРОБЦІ ВТОРИННИХ РЕСУРСІВ ЛІСОГОСПОДАРСТВ

Ляшенко А. В., к. т. н., с. н. с.

Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України,
м. Київ

Вступ

Рівень використання відновлювальних ресурсів вологої біомаси в Україні на даний час у багато разів нижче, ніж в Європейських країнах.

Основна частина

Висока ціна природного газу, що має тенденцію постійного зростання, схиляє українського споживача до використання інших видів палива, але обсяги споживання деревинної біомаси в енергетичних цілях мізерно малі.

Причиною такої ситуації є відсутність системи паливного використання біомаси і, зокрема, наступні невирішені проблеми:

- відсутня готова інфраструктура заготівлі і зберігання паливних ресурсів біомаси, в тому числі - технології, що враховують місцеві умови;

- зруйновані механізми взаємодії підприємств різних галузей, відсутнє державне регулювання взаємовідносин споживачів та постачальників основних видів паливних ресурсів біомаси та система державного стимулювання.

В результаті, потенційний інвестор енергетичних проєктів на біомасі стикається з високим ступенем різних ризиків. Основними видами вологої біомаси, які використовуються в якості палива, є лушпиння соняшнику, деревина і в невеликих обсягах солома. У зв'язку з тим, що лузга при нагромадженні й збереженні досить пожежонебезпечна, раніше її вивозили на сміттєзвалище і там спалювали. В даний час лузгу успішно спалюють на підприємствах, де вона утворюється, повністю замінюючи природний газ, а також виготовляють з неї пелети, які експортують. Солому в невеликих кількостях спалюють на теплоенергетических об'єктах малої потужності і також виготовляють з неї брикети або циліндричні паливні гранули (пелети).

Деревина використовується у вигляді дров, трісок і штучного пресованого палива - брикетів чи пелет. При цьому основні обсяги деревного палива поставляються на експорт (особливо пелети), що пов'язано з тим, що в країнах - учасницях Кіотського протоколу діють економічні механізми, що стимулюють застосування палива на основі біомаси. Крім того, виробництво пелет характеризується значними експлуатаційними витратами, пов'язаними з швидким зносом та подальшої частою заміною навантажених вузлів машин і механізмів (наприклад матриць пресів). Капітальні та експлуатаційні витрати при виробництві, а також великі логістичні витрати зумовлюють значну собівартість пелет.

В останні роки в європейських країнах, а з недавнього часу в Україні, використовується котельне обладнання, пристосоване для спалювання деревної тріски вологістю до 60%. Таке технічне рішення застосовується з тих міркувань, що на одиничних теплоенергетических об'єктах, тим більше невеликої потужності, не раціонально організувати сушильне виробництво, що вимагає великих капітальних витрат. Однак при експлуатації декількох об'єктів на невеликій відстані один від одного економічно ефективніше організувати попередню сушку тріски.

Основні способи зневоднення вологої біомаси: штучне механічне зневоднення, природна сушка, атмосферна сушка, штучна теплова сушка біомаси. Поєднання зовнішніх умов і особливостей самої біомаси, коли біомаса висихає, зберігаючи свій енергетичний потенціал, а біологічне руйнування припиняється без прийняття спеціальних організаційно-технічних заходів складається рідко і практичного застосування ці явища не мають.

Атмосферна сушка є найбільш економічним способом штучного зневоднення біомаси. Вона передбачає створення умов, при яких зневоднення під дією сонячного випромінювання, обдування вітром, конвекції (спрямованого обтікання поверхні частинок) за рахунок самотяги, і т.п. забезпечують досить швидке зневоднення при одночасному створенні несприятливих умов для біологічної деградації.

Найбільш енергоефективною являється штучна теплова сушка біомаси. Для штучної теплової сушки вологої біомаси в якості енергоносія доцільно, також, застосовувати тверде паливо на основі висушеної біомаси замість більш дорогих енергоносіїв.

Довгий час в ІТТФ НАН України на базі теоретичного аналізу та експериментальних досліджень створюються новітні енергоресурсоефективні технології та устаткування по переробці біомаси. Розроблені та впроваджені у виробництво технологічні лінії підтвердили, що суміщення процесів сушки та подрібнення або сушки та гранулювання в одній камері для термолабільних органічних матеріалів дозволяє мінімізувати енергетичні витрати на процес сушіння (в середньому $q=3500$ кДж/ кг випареної води), зменшити металоемність конструкцій, знизити загальну вартість лінії, а також отримувати кінцевий продукт високої якості.

Висновки

Практичне вирішення завдання широкомасштабного залучення місцевих відновлювальних ресурсів біомаси в господарський оборот можливе лише через реалізацію низки пілотних проектів, які дозволять відпрацювати в реальному масштабі технологічні процеси, створити комплексне обладнання на вітчизняній елементній базі, освоїти в асортименті нову продукцію, що відповідає потребам землеробства і тваринництва і забезпечити теплогенеруючі об'єкти комунальної енергетики і промислових підприємств дешевим якісним паливом, що заміщає природний газ і нафтопродукти.

Необхідно також досягти високої рентабельності нових підприємств, що створюються в рамках пілотних проектів, тому що тільки при цій умові ці проекти створять економічні стимули для широкомасштабного впровадження нових технологій у народне господарство України.

UDC 662.73

INVESTIGATION OF THE KINETICS OF THE DRYING PROCESS IN DIFFERENT FORMATION OF PEAT- SLUDGE GRANULES

Petrova Zh. Academician UAS, Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher

Novikova Yu. postgraduate

Petrov A. postgraduate

Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine, Kyiv

Improving the environmental situation in Ukraine is an urgent issue. Processing of sludge, which is more than 30 years is one of the possibilities to address this issue. Preparation of raw materials, creation of compositions and granulation from obsolete sludge, peat was covered in our previous publication [1].

To study the kinetics of the drying process of sludge-peat granules used an experimental convective stand with an automatic system for collecting and processing information [2].

The dependence of the change in drying kinetics and temperature change on the granulation method at a coolant temperature of 120 °C was obtained (Fig. 1).

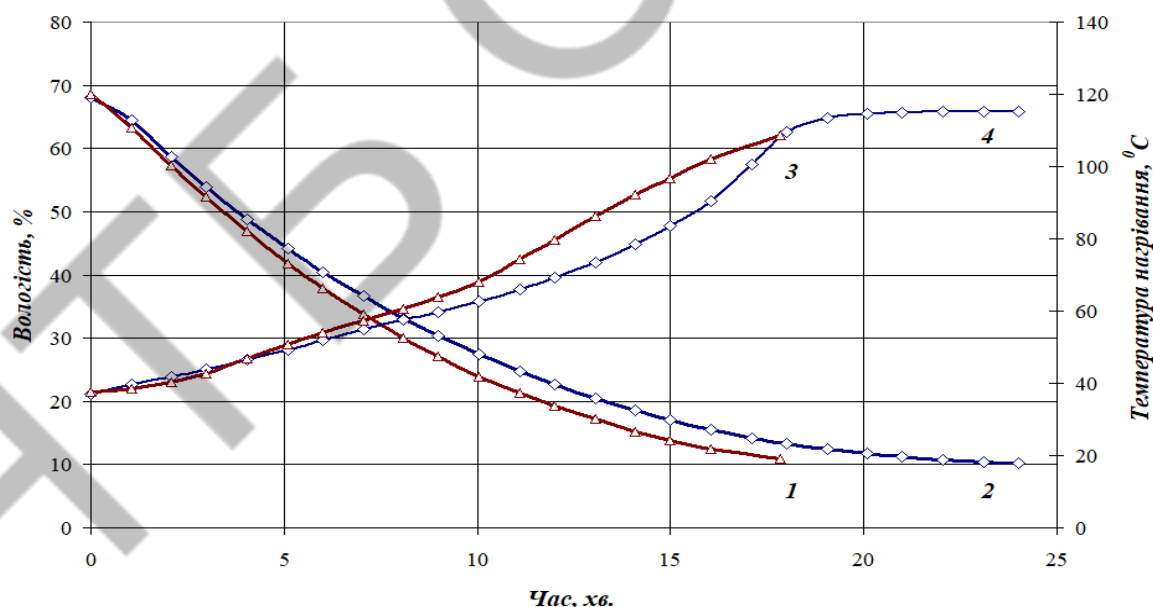


Fig. 1. Change in temperature in the middle of the layer and moisture content from the method of granulation of the composition in the proportion of 50% sludge / 50% peat at $t = 120^{\circ}\text{C}$, $V = 2 \text{ m/s}$, $d = 6 \text{ mm}$: 1, 2 – change in moisture content; 3, 4 – temperature change; 1,3 – on the hydraulic press; 2,4 – on the mechanical screw.

When granulating on a hydraulic press, multitrophic granules dry faster by 25%, but at the same time single granules are pressed that sharply increases complexity of technological operation and cannot be recommended for production. When the granules are obtained in the screw press, their drying time increases, which is associated with the formation of stronger granules and does not require manual labor during granulation.

The granules obtained during molding on the screw device have a higher heating temperature than the granules during molding on a hydraulic device.

References

1. Petrova, Z., Novikova, Y. (2021). Preparation of raw materials, creation of compositions and granulation from obsolete sludge, peat and biomass. *Ceramics: Science and Life*, (1(50)), 14-18. <https://doi.org/10.26909/csl.1.2021.2>

2. Petrova, Z., Sniezhkin, Y., Paziuk, V., Novikova, Y., Petrov, A. (2021). Investigation of the Kinetics of the Drying Process of Composite Pellets on a Convective Drying Stand. *Journal of Ecological Engineering*, 22(6), 159-166. <https://doi.org/10.12911/22998993/137676>

СЕКЦІЯ 3. МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЙ. ОПТИМІЗАЦІЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ОБЛАДНАННЯ ТА СИСТЕМ

УДК 662.73

ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ СУШІННЯ БІЛОКАЧАННОЇ КАПУСТИ

Пазюк В.М., д. т. н., пров. наук. співр.,

Вишнівський В.М., аспірант

Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України,
м. Київ

Дослідження кінетики сушіння капусти мало досліджено, в літературних джерелах наводиться технологія виробництва сушеної білокачанної капусти, яка сушиться при температурі теплоносія 65...70°C протягом 12...24 год з наступним охолодженням [1].

Також запропоновано сушити білокачанну капусту при низькотемпературному сушінні при температурі теплоносія 48...50°C з тривалістю 96...98 хв, внаслідок чого відновлюваність складає 90..97% при втраті вітамінів від 10 до 15%. Зберігання сушеної капусти проводили в

полімерній упаковці при температурі $18 \pm 3^\circ\text{C}$ і відносній вологості повітря 65...70% протягом 12 міс [2].

Проведені нами дослідження були направлені на збільшення інтенсивності сушіння білокачанної капусти.

Перед проведенням сушіння капусти білокачанної її попередньо миють, інспектують, нарізають на стружку товщиною 2 – 3 мм, накладають на сітчасту корзину висотою 15 мм і встановлюють її на ваги в сушильній камері експериментального стенда, проводять сушіння із автоматичним зніманням даних про перебіг процесу кінетики сушіння [3].

Дослідження кінетики процесу сушіння білокачанної капусти проводились в два етапи:

- на першому етапі спостерігався вплив температури теплоносія $50 \dots 80^\circ\text{C}$ на тривалість сушіння із зазначення якісних характеристик;

- на другому етапі поставлено завдання інтенсифікувати процес через застосування ступеневих режимів сушіння, що в періоді прогрівання матеріалу інтенсифікує процес і скорочує загальну тривалість сушіння при збереженні якісних характеристик білокачанної капусти.

Представлені дослідження кінетики сушіння білокачанної капусти на конвективному сушильному стенді (рис. 1), вказують на доцільність підвищення температури теплоносія від 50 до 80°C , що зменшує тривалість сушіння в 3,23 рази. Кінцева температура прогрівання матеріалу збільшується при підвищенні температури теплоносія і складає від $48,5$ до 72°C (рис. 1,а). Процес сушіння капусти білокачанної проходить періоди прогрівання та падаючої швидкості сушіння. При сушінні капусти білокачанної з температурою теплоносія 50°C швидкість сушіння становить $0,9\%/хв.$, при 60°C – $1,2\%/хв.$, 70°C – $1,5\%/хв.$, 80°C – $1,7\%/хв.$ (рис. 1,б).

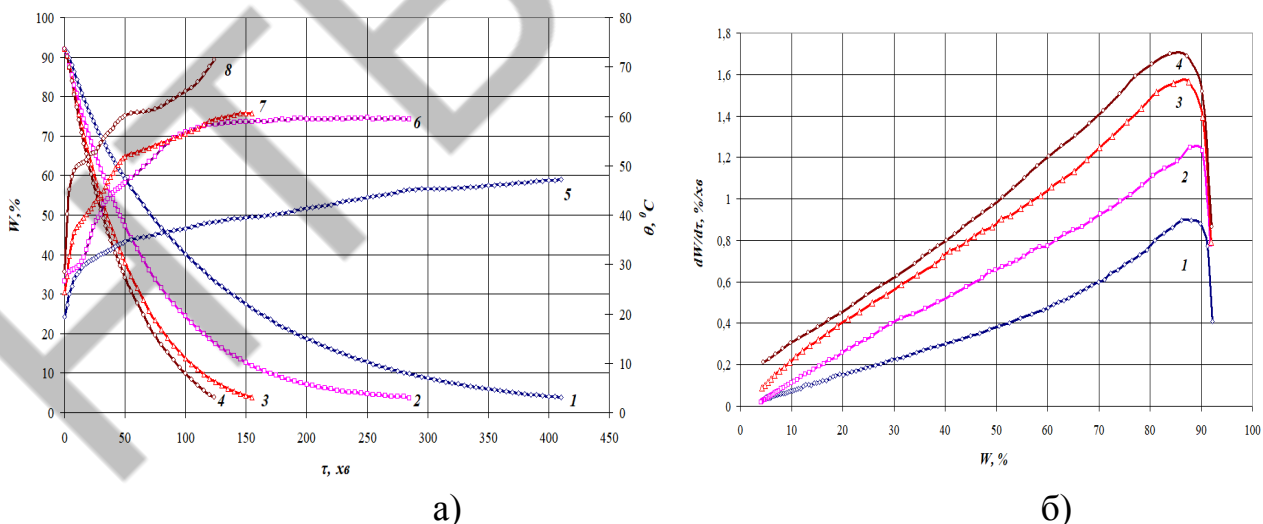


Рис.1. Криві сушіння (а) та криві швидкості сушіння (б) капусти білокачанної від впливу температури теплоносія, $V = 3$ м/с, $\delta = 15$ мм, $d = 10$ кг/г с.п.: 1,5 - 50°C ; 2,6 - 60°C ; 3,7 - 70°C ; 4,8 - 80°C .

Підвищення температури теплоносія від 50 до 80°C знижує якість матеріалу і він набуває коричневатого відтінку, що візуально можна оцінити за кольором білокачанної капусти. Найбільш оптимальною температурою за тривалістю та якістю білокачанної капусти є температура 60°C (рис. 2).

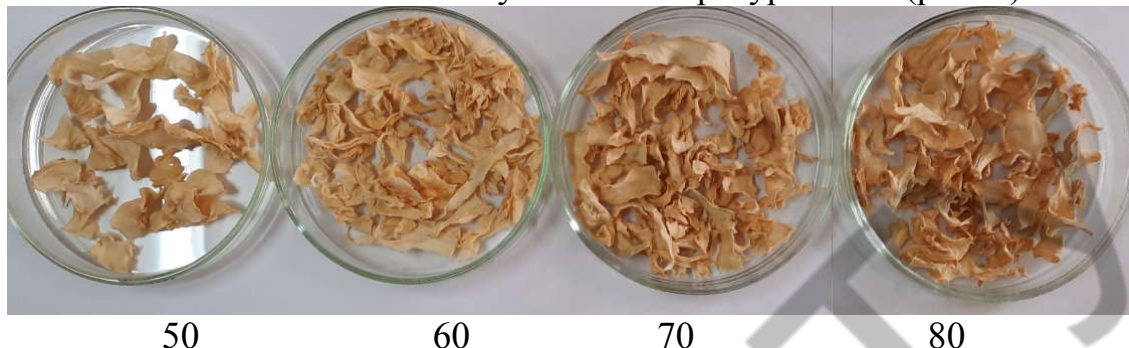


Рис. 2. Вплив температури теплоносія на якість білокачанної капусти

Для підвищення інтенсивності сушіння запропонований ступеневий режим сушіння 80/60°C, що зменшує тривалість сушіння на 50 хв в порівнянні з режимом сушіння 60°C. Він передбачає сушіння при температурі 80°C на протязі 50 хв до температури матеріалу 60°C з наступним продовженням процесу при температурі теплоносія 60°C. Якість матеріалу не погіршується.

Література

1. Назаренко В.О., Юдічева О.П., Жук В.А. Формування якості товарів. Частина 1. Навчальний посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2012. – 386 с.
2. Патент на винахід № 107146. (UA) Україна, С2 МПК А23L3/40. Спосіб виробництва сушеної капусти. Погожих М.І., Євлаш В.В., Неміріч О.В., Тарасенко Т.А., Гавриш А.В., Новосад О.О., Кардавар К.М.; заявник і патентовласник Національний університет харчових технологій, опубл. 25.11.14, бюл. 22.
3. Снежкін Ю.Ф., Петрова Ж.О., Пазюк В.М. Енергоефективне виробництво функціональних харчових порошоків. Монографія. Вінниця: видавництво «РВВ ВНАУ», 2016. 458 с.

УДК 502.56

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ И
ПРОИЗВОДСТВА - ОБЛАСТЬ ПРИОРИТЕТНОГО
ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ИЗЫСКАНИЙ
THE NATURAL ENVIRONMENT AND PRODUCTION'
INTERACTION - AREA OF INNOVATIVE RESEARCHES
PRIORITY APPLICATION**

Воинов А.П., д. т. н., профессор,¹

Воинова С.А., к. т. н., доцент,²

¹Одесская государственная академия строительства и архитектуры,
г. Одесса

²Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

***Аннотация.** Созданное человечеством мировое производство агрессивно воздействует на окружающую природную среду. Природная среда пришла в опасное для нее состояние. Это обеспокоило человечество, заставило принять соответствующие законы. Возникла проблема преодоления противоречия между последствиями развития производства и вызываемым им ухудшением состояния природной среды. Среди отраслей производства наиболее сильное вредное воздействие на природную среду оказывает энергетика. Повышение экологичности энергетических установок ведется в двух направлениях. Первое – повышение экологичности действующих энергоустановок, в значительной части изношенных, поэтому нуждающихся в обновлении. Ныне наиболее доступно частичное обновление. Второе – создание новых, перспективных энергоустановок высокой экологичности. Ныне не только в энергетике, но и в других отраслях мирового производства повышают уровень экологичности оборудования. Указанная техническая проблема экологического характера обусловила возникновение сложной социально–психологической проблемы. Человечеству необходимо перестроиться в своем отношении к природной среде и к процессу ее взаимодействия с производством и с человечеством. Новизна проблемы, особый характер и высокая степень ответственности за результат обусловили трудность ее решения и необходимость участия в работе над ней всех членов общества. Достигнутый человечеством успех в решении текущих задач экологической проблематики будет определять темп улучшения экологической обстановки в мире.*

***Abstract.** The world production created by mankind has an aggressive effect on the natural environment. The natural environment has come to a dangerous state for it. This worried mankind and forced the adoption of appropriate laws. The problem arose of overcoming the contradiction between the consequences of the development*

of production and the deterioration of the state of the natural environment caused by it. Among the branches of production, the power industry has the strongest harmful effect on the natural environment. Improving the environmental friendliness of power plants is carried out in two directions. The first direction is to improve the environmental friendliness of existing power plants, which are largely worn out and therefore it need to be renewed. Currently partial renewal is the most available. The second direction is the creation of new, promising power plants of high environmental friendliness. Nowadays, not only in the energy sector, but also in other sectors of world production, the level of environmental friendliness of equipment is being raised. The specified technical problem of an ecological nature led to the emergence of a complex socio-psychological problem. Humanity needs to rebuild in its attitude to the natural environment and to the process of its interaction with production and with humanity. The novelty of the problem, its special nature and a high degree of responsibility for the result made it difficult to solve it and created the need for all members of society to participate in the work on it. Success in solving the current problems of environmental problems, which has been achieved by mankind, will determine the pace of improvement of the environmental situation in the world.

Ключевые слова: инновация, мировое производство, окружающая природная среда, энергетика, энергетическая установка, обновление, экологичность

Key words: innovation, world production, natural environment, power industry, power plant, renewal, environmental friendliness

Постановка проблемы. На протяжении длительного исторического развития человечество создало мировое производство, которое обеспечивает все его потребности и на протяжении последних столетий интенсивно развивается. Так, по данным Всемирного экономического форума, в 20 веке объем мирового производства увеличился в 20 раз [1].

Взаимодействие человечества и природной среды (ПС) отличается многообразием форм и сложностью комплекса составляющих его элементов.

Существо процесса производства состоит в воздействии его на элементы ПС и получении конкретного полезного эффекта – продукта, плода труда человека, который он потребляет, используя для жизни.

Объекты производства в процессе своего функционирования взаимодействуют с окружающей ПС, неживой и живой природой. При этом они оказывают на ПС вредное воздействие, наносят ей многофакторный, интенсивный ущерб, угнетают ее. В результате состояние ПС непрерывно ухудшается. Оно достигло уровня, весьма опасного для всей ПС, включая человечество.

Одним из проявлений этого состояния ПС явилась глобальная климатическая аномалия, начавшаяся в начале 2019 года. Разные по своему характеру, но всегда интенсивные и резкие ее проявления принесли множество

тяжелых последствий на всех континентах. Эта климатическая аномалия явилась серьезным предупреждением, высказанным человечеству силами природы.

Главной особенностью процесса взаимодействия мирового производства и окружающей ПС является наличие заложенного в него острого внутреннего конфликта между обеспеченной человечеству возможностью жить, развиваться и получаемым ПС опасным, губительным для нее вредным воздействием со стороны производства.

Усиливающаяся деградация ПС обратила на себя внимание мировой общественности, сформировала проблему защиты ПС от вредного воздействия производства. Масштаб и значение проблемы отражены в принятых документах глобального значения: в Киотском протоколе к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (1993 год) и в Парижском протоколе по климату (1998 год).

Государствами мира в международном, региональном и в национальном плане принят ряд ответственных, законодательных актов, документов, которые определяют меры по снижению степени вредного воздействия производства на ПС. В каждой стране на национальном уровне ведется работа по решению задач мировой проблемы.

В Украине, в рамках решения данной глобальной экологической проблемы, на государственном уровне принят и введен в действие ряд важных законодательных актов, определяющих и регламентирующих деятельность органов государства в решении национальных задач этой мировой проблемы [2, 3].

Происходящие изменения климатической обстановки на Земле свидетельствуют о нарушении баланса между способностью ПС противодействовать вредному воздействию производства (то есть восстанавливать свое состояние) и вредным воздействием развивающегося производства.

Нарастающий дебаланс человечество фиксирует как происходящие, видимые изменения состояния ПС в виде изменения климата.

Учитывая исключительную важность и сложность сформировавшейся мировой проблемы, человечество обязано организовать и высокоэффективно реализовывать в многолетней перспективе обширную программу мероприятий, служащих надежному решению проблемы.

В результате реализации предпринимаемых человечеством усилий, обстановка в мире должна измениться. Вредное воздействие производства на ПС должно снизиться, а, соответственно, состояние ПС самовосстановиться и подняться до такого уровня, который будет отражать ее благополучное состояние в будущем.

Такая будущая, энергетически и материально благополучная обстановка, созданная человечеством, исключит возможность возникновения глобальной

проблемы, аналогичной нынешней.

Анализ показывает, что в мире существует техническая проблема экологического характера, требующая от человечества защиты ПС от вредного воздействия мирового производства, которое человечество создало и которое продолжает развивать в его нынешнем, стагнационном периоде.

Таким образом, встала проблема, наряду с продолжением развития производства, сокращать интенсивность его вредного воздействия на ПС, то есть проблема защиты ПС от опасного для нее возрастающего воздействия производства [4, 5].

Здесь отчетливо видна полная внутренняя противоречивость между поставленной человечеством целью и используемым им средством ее достижения. Эта разрушительная для ПС внутренняя противоречивость заставляет человечество решительно и незамедлительно заняться ее преодолением, то есть нормализацией процесса взаимодействия производства и ПС.

Предстоит идти сложным путем, сочетая развитие производства и снижение интенсивности его вредного воздействия на ПС, то есть необходимо в рамках сохранения физической их взаимосвязи существенно сокращать получаемый эффект – степень вредного воздействия производства на ПС.

Анализ показывает, что указанный, полезный эффект можно обеспечить только при условии, что в будущем интенсивность вредного воздействия производства будет сокращаться быстрее, чем будет развиваться мировое производство.

В контексте рассматриваемой проблемы очевидным является то, что начинать решение проблемы необходимо с той отрасли производства, где уровень вредного воздействия на ПС наиболее высок.

Целью статьи является анализ возможных инновационных путей решения технической и социально-психологической проблемы преодоления противоречия между последствиями развития мирового производства и вызываемым им ухудшением состояния природной среды, в частности повышения экологичности действующего оборудования.

Как известно, среди отраслей мирового производства наиболее сильное и многофакторное вредное воздействие на ПС оказывает энергетика, ее стационарные и ее транспортные энергетические установки. Энергетика является базовой отраслью производства, продукцию которой – энергию (электричество и теплоту) – используют производственные объекты всех отраслей производства [6, 7].

Следует отметить, что уровень технологической эффективности (ТЭ) функционирования энергоустановки влияет на уровень ТЭ функционирования потребителей ее продукции (электричества и теплоты); влияет на уровень ее составляющих: экологической, экономической и общетехнической.

Это обстоятельство обуславливает повышение требований к уровню ТЭ энергоустановок.

В связи с этим, развитие мировой энергетики должно быть подчинено научным изысканиям, разработке и внедрению новых энергетических установок, отличающихся низким уровнем вредного воздействия на ПС, то есть обладающих высокой экологичностью ($E_{л}$).

Работа по повышению уровня $E_{л}$ энергоустановок ведется в двух направлениях:

- повышения $E_{л}$ традиционных, действующих ныне энергоустановок,
- разработки, изготовления и внедрения новых энергоустановок, обладающих высокой $E_{л}$, решительно превосходящей $E_{л}$ современных традиционных энергоустановок.

Есть основание полагать, что в ближайшие годы и десятилетия первое направление будет вести к отказу от применения энергоустановок, использующих углеводородное топливо и этим усиливающих парниковый эффект. Второе направление будет вести к насыщению мировой энергетики новыми, предельно высокоэкологичными энергоустановками (современного класса $E_{л}$).

В нынешний период в мире работы по проблеме повышения уровня $E_{л}$ ведутся активно в обоих направлениях.

Новые научно–технические изыскания первого направления ориентированы на повышение уровня эффективности технологии, конструкции и режима функционирования действующих энергетических установок.

На втором направлении в поле зрения специалистов находятся, прежде всего, альтернативные энергоустановки, которым свойствен высокий уровень $E_{л}$.

Особые интерес и ценность представляют научно–технические изыскания, основанные на реализации, использовании инновационных научно–технических решений.

Очевидным является тот факт, что в целом, используемое энергетическое оборудование в современном мире нуждается в обновлении [8, 9]. Однако в нынешний период возможности для осуществления полного или избыточного его обновления в мировом сообществе недостаточно.

Поэтому, для повышения уровня $E_{л}$ действующего оборудования, необходимо возможно активнее работать в первом из двух указанных выше направлений: пользоваться доступной возможностью – осуществлением частичного обновления. [10].

Частичное обновление отличается возможностью, доступностью получения существенного улучшения $E_{л}$ изношенного ТО при минимальных ресурсовложениях.

При этом, однако, необходимо предельно активно вести работу по второму направлению, непосредственно ведущему к поставленной цели:

решительному снижению вредного воздействия производства на ПС и нормализации экологической обстановки в мире.

Анализ современной обстановки в мировом производстве свидетельствует о том, что в настоящее время не только в мировой энергетике, но также во всех других отраслях мирового производства осуществляют ответственные научно–технические изыскания и комплексы организационно–технических работ, направленные на решение главной современной мировой проблемы: решительное повышение уровня E_d применяемого оборудования.

Сложившаяся в нынешний исторический период и вставшая перед человечеством комплексная экологическая проблема взаимодействия производства и ПС породила еще мировую проблему социально–психологического характера.

Длительный исторический период создания производства сформировал человека как своего творца, умело эксплуатирующего ПС.

В последние столетия перед человечеством встала техническая проблема спасения ПС, путем изменения производства. Однако к решению этой проблемы человечество оказалось не готовым.

Всесторонний углубленный анализ сложившейся в мире критически сложной обстановки показывает, что человечеству необходимо решать не только проблему технического характера. Необходимо также параллельно решать социально–психологическую проблему, то есть необходимо перестроиться в своем социально–психологическом отношении к ПС, к процессу ее взаимодействия с производством и с человечеством.

Полная новизна существа проблемы и высокая сложность работы над ней обусловили особую трудность ее решения и высокую ответственность человечества перед историей как автора и исполнителя комплекса работ по проблеме.

Процесс взаимодействия ПС и производства чрезвычайно сложен. Поэтому задача его нормализации весьма сложна и для решения требует значительного времени.

Инновационный подход к решению проблемы отличается высоким качеством применяемого алгоритма решения и оперативностью получения результата. Поэтому взаимодействие ПС и производства является областью приоритетного применения инновационных изысканий. В комплексе научно–технических изысканий по проблеме инновационным предложениям следует уделять большое внимание.

Характер проблемы обусловил необходимость привлечения к участию в работе над ней практически всех трудоспособных членов общества.

Достигнутый успех в решении текущих задач проблемы будет определять темп улучшения экологической обстановки в мире.

Необходимо, чтобы в каждой стране социально–психологическая обстановка в обществе формировала в гражданине активное чувство

ответственности за состояние окружающей ПС.

Участие всего человечества в успешном коллективном решении жизненно важных и крайне сложных экологических задач глобального уровня имеет неоценимое миротворческое значение. Важность этого факта для судеб человечества невозможно переоценить.

Выводы

1. Созданное человечеством мировое производство агрессивно воздействует на окружающую природную среду.

2. Природная среда под вредным воздействием производства пришла в опасное состояние. Возникла проблема ее защиты.

3. Возникла комплексная проблема развития производства и сокращения уровня его вредного воздействия на природную среду.

4. Среди отраслей производства мировая энергетика оказывает на природную среду наиболее сильное вредное воздействие.

5. Задача повышения экологичности энергетических установок приобрела особую актуальность. Ее решение ведется в двух направлениях.

6. В первом направлении ведут поиск и использование возможности повышения уровня экологичности действующих ныне энергоустановок.

7. Во втором направлении разрабатывают и внедряют в производство энергоустановки новых типов, обладающие инновационно высоким уровнем экологичности.

8. Оборудование мировой энергетике в значительной степени изношено. Ныне практически доступно осуществление его частичного обновления.

9. Параллельно необходимо разрабатывать второе направление, непосредственно активно улучшающее экологическую обстановку в мире.

10. В нынешний период в отраслях мирового производства осуществляют мероприятия, направленные на повышение уровня экологичности применяемого оборудования.

11. Вставшая техническая проблема экологического характера обусловила возникновение социально–психологической проблемы, которую также необходимо решать. Человечеству предстоит перестроиться в своем отношении к ПС, а также к процессу ее взаимодействия с производством и с человечеством.

12. Новизна существа, высокая степень сложности социально–психологической проблемы обусловили особую трудность решения, а также высокую ответственность человечества перед историей как исполнителя.

13. Особый характер социально–психологической проблемы обусловил необходимость привлечения к работе над ней практически всех трудоспособных членов общества.

14. В видимой перспективе и далее достигнутый человечеством успех в решении текущих задач экологической проблематики будет определять темп улучшения экологической обстановки в мире.

15. Участие всего человечества в успешном коллективном решении жизненно важных и крайне сложных экологических задач глобального уровня имеет важнейшее миротворческое значение.

Литература

1. Доклад о природных рисках за 2020 год Всемирного экономического форума. – URL: www3.weforum.org/docs/WEF_New_Nature_Economy_Report_2020.pdf.

2. Постановление Кабинета министров Украины от 18 августа 2017 № 605-р «Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність»» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80#Text>.

3. Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» № 2697-VIII від 28 лютого 2019р.

4. Воинов О.П., Воинова С.О. Про управління екологічним балансом світового виробництва і природного середовища / Тези допов. 77-ї наук. –техн. конф. проф. –викл. складу Одеської державної академії будівництва та архітектури 13–14 травня 2021р. – Одеса: ОДАБА, 2021. – С. 158.

5. Воинова С.А., Воинов А.П. О главенствующем положении природоохранного аспекта в многогранной деятельности человечества / Энергия. Бизнес. Комфорт: матеріали регіональної науково–практичної конференції, Одеса, 20 грудня 2019 р. – Одеса: ОНАХТ, 2020. – С. 11–13.

6. Басок Б.І., Базеев Є.Т. Енергетична стратегія в реаліях сучасного світу (огляд) / Теплофізика та теплоенергетика. 2019. Т. 41. №1. – С. 34 – 42.

7. Теплова енергетика. Нові виклики часу. За загальною редакцією П. Омеляновського, Й. Мисака. Львів. НВФ “Українські технології”. 2009. – 660с.

8. Воинова С.О. Оновлення технічного об’єкта як засіб управління його технологічною ефективністю/ Автоматизація технологічних і бізнес–процесів, 2011, № 5, 6. – С. 25–27.

9. Воинова С. А. Обновление как инструмент развития производства/ Известия вузов и энергетических объединений СНГ, 2013, № 2. – С. 69 – 74.

10. Воинова С.А. Управлять технологической эффективностью функционирования изношенных технических объектов частичным обновлением / Матер. междунар. науч.–практ. конф. «Проблемы экологии и энергоэффективности в современном строительстве», Баку, 24–25 ноября 2016.- Баку: Азербайджанский архитектурно–строительный университет, 2016. – С. 45 – 50.

ROLE OF CRISPR-CAS9 AND AMIRNA IN CONFERRING ABIOTIC AND BIOTIC STRESS TOLERANCE TO PLANTS

Nisha Kesari
University of Delhi

Keywords: CRISPR-Cas9, Abiotic and Biotic Stress, amiRNA, Zinc Finger, Transcription activator-like effector nucleases (TALEN), cis-sequences, NHEJ

Introduction. Global warming leads to the occurrence of a number of abiotic and biotic stresses which affect the agricultural productivity. Presence of abiotic stresses lead to changes in plant pest interactions by strengthening the host plant sensitivity to pathogenic organisms and insects that lead to a decline in the competitive ability with weeds. On the contrary, some pests can change the plant response to abiotic stress factors. Hence, various systematic studies are essential to understand the effect of concurrent abiotic and biotic stress conditions on crop productivity.

Abiotic stresses such as drought, salinity, temperature, and heavy metals, imperil a major challenge for crop production leading to substantial yield reduction worldwide. Thus, breeding tolerant cultivars against these abiotic and biotic stresses is the most credible and eco-friendly approach to deal with this challenge. Improvement in genome editing techniques, gives new prospects in crop improvement by using precision genome engineering for targeted crop traits.

CRISPR-Cas9 a new era in the genome engineering. CRISPR (clustered regularly-interspaced short palindromic repeats) technologies provide an effective and straight forward means to perform targeted genetic manipulations in plant and animal cells. At present, the ever expanding CRISPR toolbox allows genomic knock-ins/-outs, gene silencing and activation epigenetic reprogramming, as well as single-base editing.

The CRISPR-Cas9 technology originates from type II CRISPR-Cas systems, which provide bacteria with adaptive immunity to viruses and plasmids. The CRISPR-associated protein Cas9 is an endonuclease that uses a guide sequence within an RNA duplex, tracrRNA:crRNA, to form base pairs with DNA target sequences, enabling Cas9 that introduces a site-specific double-strand break in the DNA. The dual tracrRNA: crRNA was engineered as a single guide RNA (sgRNA) that contains two important features:

- A sequence at the 5' side that determines the DNA target site by Watson-Crick base-pairing.
- A duplex RNA structure at the 3' side that binds to Cas9.

This lead to creation of a simple two-component system in which changes in the guide sequence of the sgRNA program Cas9 to target any DNA sequence of interest.

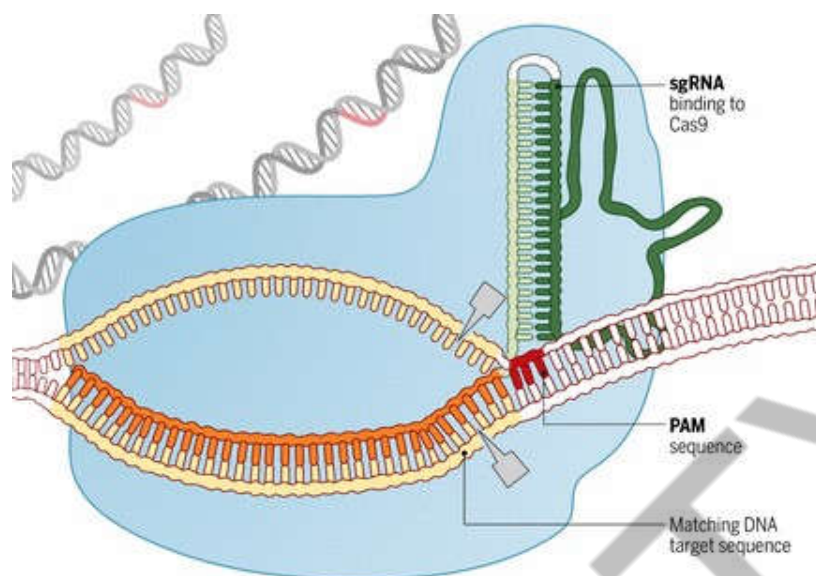


Fig. 1: The Cas9 enzyme (blue) causes breaks in double-stranded DNA by utilising its two catalytic centers (blades) to cleave each strand of a DNA target site (gold) next to a PAM sequence (red) and matching the 20-nucleotide sequence (orange) of the single guide RNA (sgRNA). The sgRNA includes a dual-RNA sequence derived from CRISPR RNA (light green) and a separate transcript (tracrRNA, dark green) that will bind and stabilize the Cas9 protein. Cas9-sgRNA-mediated DNA cleavage produces a blunt double-stranded break that triggers repair enzymes to disrupt or replace DNA sequences at or near the cleavage site. Catalytically inactive forms of Cas9 can also be used as well programmable regulation of transcription and visualization of genomic loci. DOI: 10.1126/science.1258096

CRISPR/Cas9 genome editing involves easy and straightforward designing and cloning methods, with the same Cas9 being potentially available for use with different guide RNAs targeting multiple sites in the genome. Various modified Cas9 cassettes have been used in crop plants for enhancing target specificity and reducing off-target cleavage (e.g., Nmcas9, Sacas9, and Stcas9).

CRISPR/Cas 9 can be used to induce either (CRISPR activation or CRISPRa) or repress (CRISPR interference or CRISPRi) gene expression by merging the catalytically inactive Cas9 (dCas9) with a transcriptional activator or repressor (**Bortesi and Fischer, 2015**). In CRISPR, correct designing of gRNA can help in overcoming the limitation of off-targeting, hence is advantageous over the conventional gene editing methods. As opposed to ZFNs and TALENs, which use protein motifs for target identification, CRISPR-Cas9 depends on RNA-DNA recognition to create the double-strand break.

Advantages of CRISPR-Cas9 over ZFNs and TALENs are

- (i) Ease in target design,
- (ii) Efficacy of introduction of mutations by directly injecting the RNAs encoding Cas9 protein and guide RNA,
- (iii) The ease of multiplexing, causing targeted mutations in multiple genes in a single event (**Ma et al., 2015; Malzahn et al., 2017**),
- (iv) Designing of CRISPR-Cas9 vector is relatively less tricky compared to

designing ZFNs or TALENS due to the availability and easy access to the enhanced bioinformatics tools which are used to distinguish the most appropriate sequences to design the guide RNAs with no further need of screening libraries to find out the most efficient target.

Methods of Action

Selection of the Structural Genes to achieve Abiotic Stress Tolerance. The target genes help in altering plant immune response, oxidative stress response, hormone signaling pathway, plant development, and expression of transport proteins.

Reactive oxygen species (ROS) play a pivotal role in plants by acting as signaling molecules for the regulation of gene expression (*Ribeiro et al., 2017*), plant defense against viral pathogens (*Wu et al., 2017*) and symbiotic nitrogen fixation between plant and soil rhizobia (*Sinharoy et al., 2016*).

Although over-production of ROS which is a usual response of plants towards abiotic and oxidative stresses can impart different types of growth abnormalities like the reduction in photosynthesis rate, enhanced cell death, and even male sterility, leading to a reduction in crop yield (*Hu et al., 2011; Zafar et al., 2019*). Therefore, keeping a check on ROS production and its scavenging is vital to maintain redox balance in cells (*Mittler, 2017*).

Various genes encoding antioxidant enzymes such as catalases (CAT), superoxide dismutase (SOD), glutathione reductases (GR), glutathione-S-transferases (GST), and many peroxidases (POD) participate in the scavenging of ROS molecules. These genes can be called as the 'Tolerance genes' (T genes) which contribute to abiotic stress tolerance (*Hu et al., 2011; Mittler, 2017*).

For instance, Papain like Cysteine proteases (PLCPs) are found to be improved under abiotic stress conditions in various plant species like Sweet potato (*SPCP2*), Wheat (*TaCP*).

Arabidopsis lines overexpressing *SPCP2* and *TaCP* showed enhanced tolerance to drought stress (*Chen et al., 2010; Zang et al., 2010; Liu et al., 2018*).

Melatonin biosynthetic genes: Melatonin is an antioxidative molecule which helps plants in scavenging ROS and reactive nitrogen species (RNS). Plants which overexpress melatonin biosynthesis genes were found to be tolerant to different abiotic stresses (*Zou et al., 2014; Byeon and Back, 2016; Antoniou et al., 2017*).

Nonetheless, various Sensitivity genes (*S* genes) genes cause increased production of ROS, (which is called as oxidative stress), reduced antioxidant activity, enhanced programmed cell death (PCD) and the genes that cause derangement in the hormonal homeostasis makes plants sensitive to abiotic stresses have been reported (*Fang et al., 2015; Liu et al., 2016; Zhao et al., 2017*).

Knocking out the *S* genes contributes towards stress tolerance by disrupting the involved pathways. For instance, *Oryza sativa* Stress-related RING Finger Protein 1 (OsSRFP1) is an E3 ubiquitin ligase and functions as a negative regulator for multiple abiotic stresses by enhancing the level of H₂O₂ (an important ROS species) and reducing the activities of antioxidant enzymes in plant tissues (*Fang et al.,*

2015).

Knockdown of OsSRFP1 increased plant tolerance to abiotic stresses via disrupting the H₂O₂ biosynthesis and positively regulating the antioxidant activities (Fang *et al.*, 2015).

Various sensitivity genes such as *OsDIS1* (*O. sativa* drought-induced SINA protein 1) and *DST* (drought and salt tolerance) have been tried for such functional transformation via RNAi-mediated gene silencing (Huang *et al.*, 2009; Ning *et al.*, 2011).

Selection of Regulatory genes to enhance Abiotic Stress tolerance. Regulatory genes like transcription factors, phosphatases, kinases are yet another important class of targets for modulating the level of expression of several downstream genes and activating many stress signals.

For instance, In *Arabidopsis*, a NAM-ATAF1/2 and CUC2 (NAC) transcription factor, *ANAC069*, functions as negative regulator of abiotic stresses (S gene). *ANAC069* regulate the expression of multiple stress responsive genes by binding specifically to the core motif sequence of C[A/G]CG[T/G] in their promoter region which leads to a decline in ROS scavenging capability and high proline biosynthesis, leading to increased sensitivity to salt and osmotic stress (He *et al.*, 2017).

ANAC069 knockdown mutants obtained via T-DNA insertion showed enhanced tolerance to salt and osmotic stress (He *et al.*, 2017).

Likewise, overexpression of T genes like *AtMYB44* confers drought and salt tolerance via enhancing ABA-induced stomatal closure (Jung *et al.*, 2008).

Similarly, overexpression of *ZmWRKY106* enhances drought and heat tolerance in transgenic plants by monitoring the expression of stress-related genes, reducing the ROS content and increased activities of antioxidant enzymes (Wang *et al.*, 2018).

Importance of cis-regulatory sequences in addressing Abiotic stress tolerance in plants. *Cis*-regulatory sequences are of immense importance in regulation of the expression of genes as these sequences assist in the recruitment of the specific transcription factors (TFs). These sequences are usually present in the promoter region of genes and presence/absence/variation in the position/sequence of these sequences would influence the expression of the gene where it can lead to the induction or reduction or even no expression of the gene. Several *cis*-sequences such as W-box (TTGACC) and GCC box (AGCCGCC) function as a negative regulator of abiotic stress response/tolerance by providing binding sites for particular transcription factors such as *GhWRKY17* and *OsERF922*, respectively. Thus, these *cis*-sequences could serve as a proper target for creating nucleotide level mutations using recent genome editing tools that may improve tolerance to abiotic stress tolerance in crops.

For instance, *Arabidopsis thaliana* *ANAC069* inhibits the expression of several stress-responsive genes (*T* genes, e.g., *SOD*, *POD*, *GST*, and Pyrroline-5-carboxylate synthase, *P5CS*), which have ROS scavenging activities, and thus negatively

regulates salt and osmotic stress tolerance. ANAC069 regulates the expression of these genes by interacting with *cis*-element and binds specifically to DNA sequence C[A/G]CG[T/G] (*He et al., 2017*).

The mutation in this main sequence causes the failure of gene regulation by ANAC069 leading to stress tolerance. CRISPR-Cas9 drove mutagenesis of *cis*-sequences in the promoters of several genes created a continuum of genetic and phenotypic variation which resulted in the creation of novel QTL and improved tomato size and yield (*Rodríguez-Leal et al., 2017*).

Role of miRNA and amiRNA. MicroRNAs (miRNAs), a class of endogenous small noncoding RNAs with the size of 21–24 nucleotides that can mediate post-transcriptional and translational gene regulation. miRNAs play an important role in diverse aspects of plant development and plant responses to biotic and abiotic stresses.

The biogenesis of miRNA is a multi-tier process that begins with the transcription of a miRNA gene into a primary transcript (pri-miRNA).

Pri-miRNA is sequentially processed into a stem-loop structured precursor (pre-miRNA) by DICER-LIKE1 (DCL1), and pre-miRNA is then processed into miRNA/miRNA* duplex and stabilized by methyltransferase HUA ENHANCER1 (HEN1).

The methylated miRNA duplex is eventually loaded into the ARGONAUTE (AGO) protein to form the so-called RNA-induced silencing complexes (RISCs), followed by the release and degradation of miRNA.

By targeting complementary sequences, RISCs negatively regulate gene expression through mRNA degradation and/or translation inhibition.

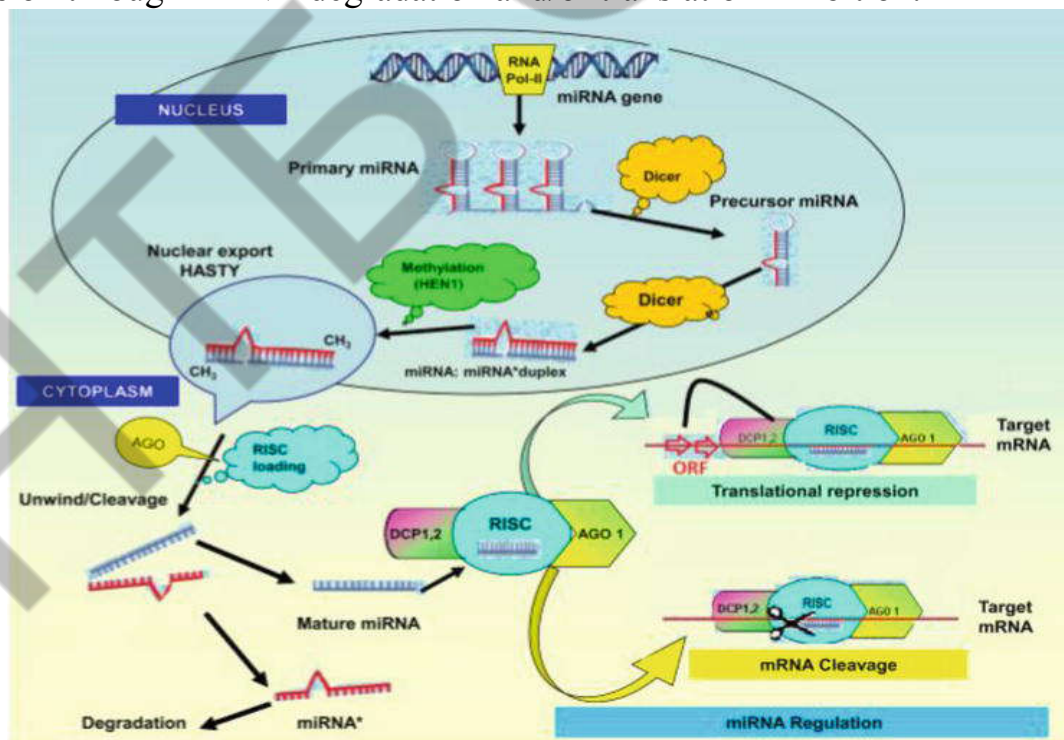


Fig. 2: Biosynthesis and mode of action of miRNA. Source: Djami-Tchatchou et al.

Artificial microRNA (amiRNA) technology has already been triumphantly made to silence target gene expression by producing artificially designed miRNAs using the naturally existing miRNA precursor as a backbone. When compared to various genome editing tools and techniques, the amiRNA technology is more flexible and reversible in generating loss-of-function mutants without altering DNA sequences. As the expression of amiRNAs can be regulated by chemical-inducible or cell/tissue-specific promoters, amiRNAs are extensively utilized for examining the gene functions associated with mutant lethality. amiRNA has a high silencing specificity and only recognizes target sequences with less than 5 mismatches, making it an ideal tool to silence individual AS isoforms or multiple genes sharing short conserved sequences.

CRISPR/Cas9 nonhomologous end joining (NHEJ; Figure 3a) can be accomplished by the presentation of indels at pre-miRNA arrangements or the miRNA handling locales of MIR qualities, which hinders or retards miRNA biogenesis (*Chang et al., 2016; Zhou et al., 2017*).

Similarly, indel addition in target qualities can meddle with miRNA-target mRNA blending and lead to the resulting disappointment of mRNA cleavage into RISC.

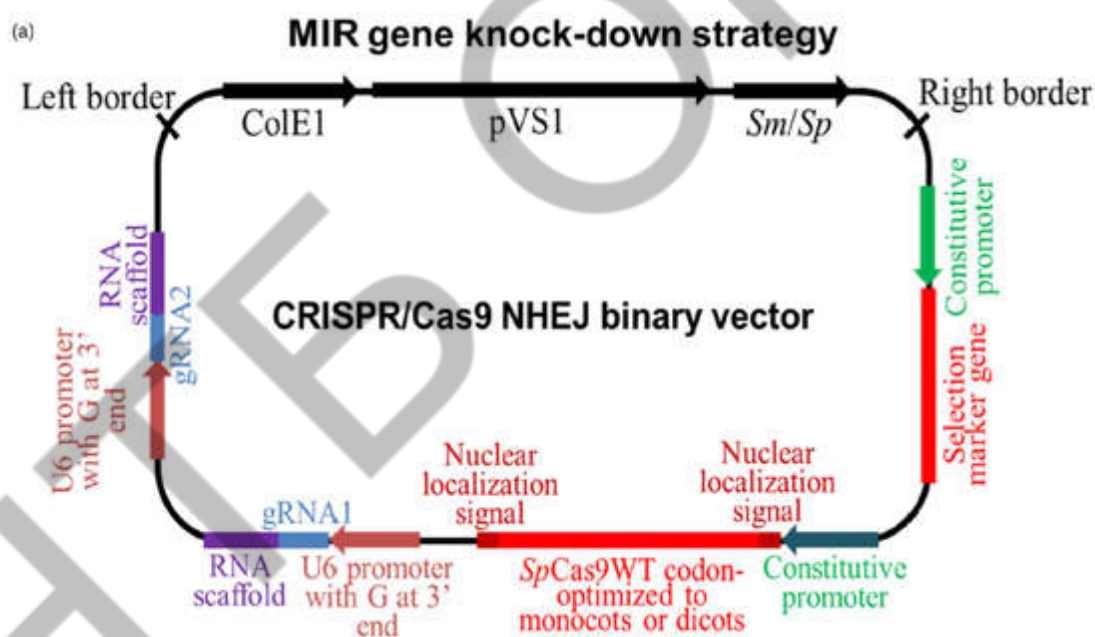


Fig. 3a

The CRISPR/Cas9 system to target promoter sequences or generate MIR gene knock-down using nonhomologous end joining (NHEJ) strategy. Above, a typical CRISPR/Cas9 NHEJ binary vector carrying a T-DNA that contains a selection marker gene under control of a constitutive promoter, *Streptococcus pyogenes* Cas9 wild-type gene (*SpCas9WT*) codon-optimized to monocots or dicots and containing one or two nuclear localization signals under control of a constitutive promoter, one

or two RNA guide RNAs (gRNA1 or gRNA2) and an RNA scaffold *in tandem* under control of the U6 RNA polymerase III promoter containing a guanine (G) extra at the 3' end.

Below, an overview of the NHEJ strategy in plants containing T-DNA from the CRISPR/Cas9 binary vector integrated into the genome (constitutive expression) or by transient expression (e.g. in protoplasts) via biolistic approach or the type III secretion system of *Agrobacterium tumefaciens* (Chang et al., 2016; Zhou et al., 2017).

Below, the complex gRNA:RNA scaffold is transcribed, associated with Cas9 nuclease in the nucleus and directed to the target sequence in genomic DNA. The gRNAs match the target sequence (promoter sequence or MIR gene) and mediate its cleavage by Cas9 nuclease next to the protospacer adjacent motif (PAM), generating a double-strand DNA break (DSB). Post DNA cleavage, the damage is rectified by the DNA repair mechanism of the plant cell, but errors (insertion or deletions of any nucleotides, named *indels*) can be inserted in the repaired DSB sequence, resulting in *indels* within the transcription start site, cis-regulatory elements or other binding sites of trans-acting factors, leading to the up- or down-regulation of MIR gene expression. In addition, *indels* in miRNA processing sites prevent the biogenesis of these molecules.

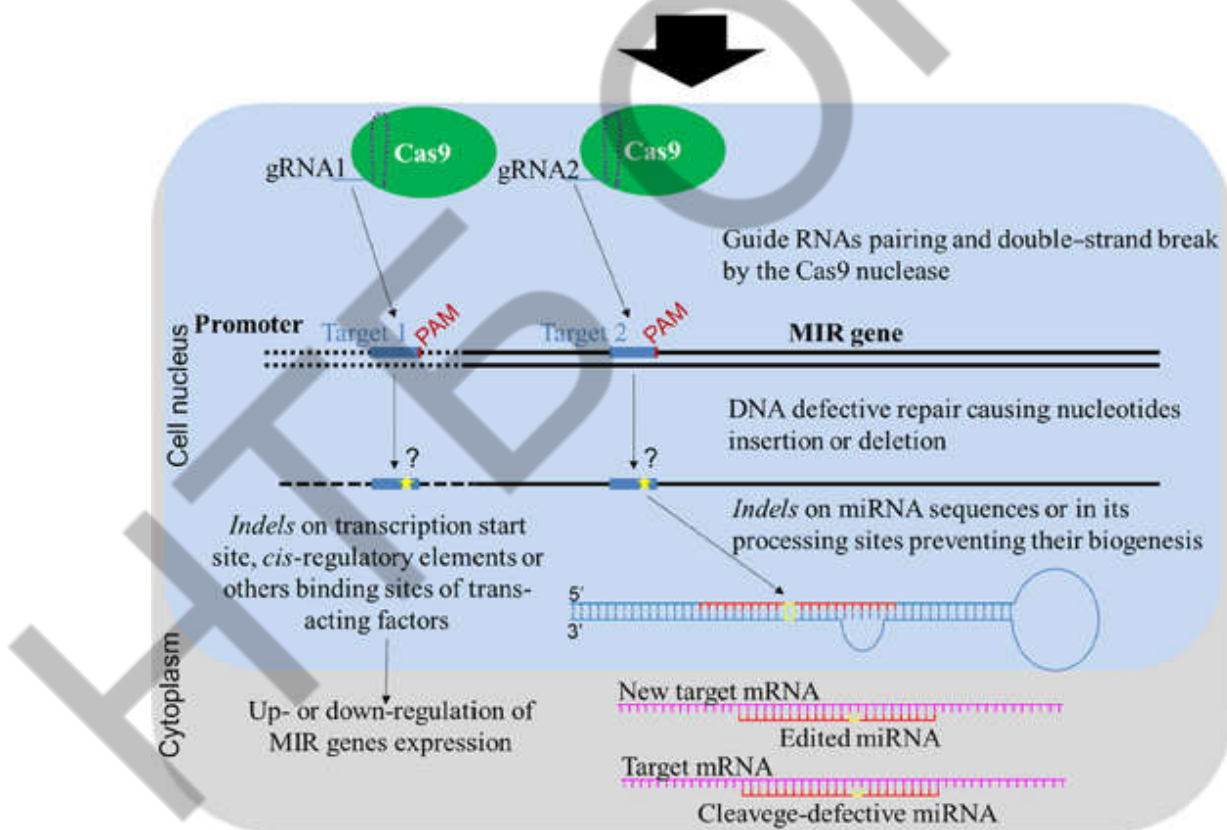


Fig. 3b

Biotic Stress Tolerance. The recognition of biotic stress-associated miRNA loci involves

- (1) The selection of putative biotic stress-associated miRNA target transcripts,
- (2) The mapping of miRNA-directed cleavage sites
- (3) A bioinformatic analysis to retrieve potential stress-associated miRNA-precursors and miRNA mature sequences

For instance, Arabidopsis miR393 is a stress-responsive miRNA that contributes to resistance against virulent *Pseudomonas syringae* pv. tomato strain DC3000 (Pto DC3000), presumably by repressing auxin-signaling

In various plants it was studied that the overexpression of miR393 effectively blocks the microbial growth and provides a disease resistant tool.

Some studies have shown that the miR160a overexpression positively regulate callose deposition induced by MAMP, while miR773 and miR398b negatively control MAMP-induced callose deposition and provide specific protection to bacterial infection.

Conclusion and Future Prospects. In plants the conventional genetic tools such as T-DNA insertion and ion/chemical-induced mutagenesis, which usually cause random gene inactivation are now being replaced by the CRISPR-Cas technology that confers a sequence-specific gene knockout as proposed by *Zhang et al., 2016a*. Here the potential use of CRISPR-Cas9 technique for the development of abiotic stress-tolerant crops *via* targeting the key sensitivity (*S* genes and *cis*-sequences) and tolerance players (*T* genes) has been discussed. From a general perspective, *T* genes are deployed to achieve abiotic stress tolerance in plants. Eventhough the expression of *S* genes sometimes hiders with the biological function of these *T* genes. Hence, silencing *S* genes to disrupt their function might help plants to adjust their physiological and biochemical pathways for abiotic stress tolerance. These *cis*-sequences are highly conserved in their nature and function for the regulation of gene expression by interaction with specific transcription factors. Hence, editing these *cis*-sequences serves as a potential approach for improving tolerance towards abiotic stress. Likewise the amiRNA technology is not only a strong genetic tool for production of loss-of-function mutants in plant research, and enhanced disease resistance against various abiotic and biotic stresses such as pathogens or pests.

References

1. Engineering abiotic stress tolerance via CRISPR/ Cas-mediated genome editing Syed Adeel Zafar Syed Shan-E-Ali Zaidi, Yashika Gaba, Sneh Lata Singla-Pareek, Om Parkash Dhankher, Xueyong Li, Shahid Mansoor, Ashwani Pareek
2. Engineering Artificial MicroRNAs for Multiplex Gene Silencing and Simplified Transgenic Screen 1 Nannan Zhang,^a Dandan Zhang, Samuel L. Chen,^b Ben-Qiang Gong,^a Yanjun Guo,^a Lahong Xu,^a Xiao-Ning Zhang,^b and Jian-Feng Lia
3. The new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9: Jennifer A. Doudna Emmanuelle Charpentier.

4. CRISPR for crop improvement an update review Deepa Jaganathan, Karthikeyan Ramasamy, Gothandapani Sellamuthu, Shilpha Jayabalan and Gayatri Venkataraman Plant Molecular Biology Laboratory, Department of Biotechnology, M. S. Swaminathan Research Foundation, Chennai, India.
5. Biosynthesis and mode of action of miRNA. Djami-Tchatchou et al.
6. Role of microRNAs in mediating biotic and abiotic stress in plants Madhabendra MohonKar AyanRaichaudhuri
7. Jay, F., Renou, J.-P., Voinnet, O., & Navarro, L. (2009). Biotic Stress-Associated microRNAs: Identification, Detection, Regulation, and Functional Analysis. *Plant MicroRNAs*, 183–202. doi:10.1007/978-1-60327-005-2_13
8. Engineered Artificial MicroRNA Precursors Facilitate Cloning and Gene Silencing in Arabidopsis and Rice Dandan Zhang, Nannan Zhang, Wenzhong Shen and Jian-Feng Li
9. MicroRNAs and new biotechnological tools for its modulation and improving stress tolerance in plants
10. Marcos Fernando Basso, Paulo Cavalcanti Gomes Ferreira, Adilson Kenji Kobayashi, Frank G. Harmon, Alexandre Lima Nepomuceno, Hugo Bruno Correa Molinari, Maria Fatima Grossi-de-Sa
11. Impact of Combined Abiotic and Biotic Stresses on Plant Growth and Avenues for Crop Improvement by Exploiting Physio-morphological Traits Prachi Pandey, Vadivelmurugan Irulappan, Muthukumar V. Bagavathiannan and Muthappa Senthil-Kumar

ЗМІСТ

Секція 1. ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

ВПЛИВ СТАНУ ВОДИ В ЯБЛУКАХ НА ТЕПЛОТУ ТА КІНЕТИКУ ЗНЕВОДНЕННЯ Гусарова О.В., Михайлик В.А., Шапар Р.О.	5
ГІДРОДИНАМІЧНА КАВІТАЦІЯ ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ МЕТОД ЕКСТРАГУВАННЯ Авдєєва Л.Ю., Макаренко А.А.	7
ВПЛИВ РОЗЧИННИХ ЦУКРІВ НА ПРОЦЕС СУШІННЯ Дмитренко Н.В., Шапар Р.О.	9
АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧЕСКИХ ІННОВАЦІЙ ЗАМЕСА Янаков В. П.	12

Секція 2. ІННОВАЦІЙНІ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ, ХІМІЧНИХ І ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ВИРОБНИЦТВ

ВИРОБНИЦТВО РІДКИХ ЕМУЛЬСІЙНИХ КРЕМІВ Авдєєва Л.Ю., Павлик В.Ю.	14
МОБІЛЬНІ СИСТЕМИ ЗБЕРІГАННЯ ТА АКУМУЛЮВАННЯ ТЕПЛОТИ Демченко В.Г., Коник А.В.	16
ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ АДСОРБЦІЙНОГО ТЕПЛОАКУМУЛЮЮЧОГО ПРИСТРОЮ НА ОСНОВІ КОМПОЗИТИВ «СИЛКАГЕЛЬ – НАТРІЙ СУЛЬФАТ» Бєляновська О.А., Литовченко Р.Д., Сухий К.М., Сергієнко Я.О., Сухий М.П., Суха І.В.	18
ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРИ ПЕРЕРОБЦІ ВТОРИННИХ РЕСУРСІВ ЛІСОГОСПОДАРСТВ Ляшенко А. В.	19
INVESTIGATION OF THE KINETICS OF THE DRYING PROCESS IN DIFFERENT FORMATION OF PEAT- SLUDGE GRANULES Petrova Zh., Novikova Yu., Petrov A.	22

Секція 3. МОДЕЛЮВАННЯ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЙ. ОПТИМІЗАЦІЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ОБЛАДНАННЯ ТА СИСТЕМ

ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ СУШІННЯ БЛОКАЧАННОЇ КАПУСТИ Пазюк В.М., Вишнівський В.М.	23
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ И ПРОИЗВОДСТВА - ОБЛАСТЬ ПРИОРИТЕТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ИЗЫСКАНИЙ Воинов А.П., Воинова С.А.	26

ROLE OF CRISPR-CAS9 AND AMIRNA IN CONFERRING ABIOTIC AND BIOTIC STRESS TOLERANCE TO PLANTS

Nisha Kesari.....

34

ІНТЕГРОВАНО