

**XII Міжнародна спеціалізована  
науково-практична конференція**

**12<sup>th</sup> International Specialized  
Scientific and Practical Conference**

**Тренди Lean-виробництва  
та пакування харчової продукції**

**Trends in LEAN food production  
and packaging**

**Київ 2023  
Kyiv 2023**

Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine  
Ministry of Education and Science of Ukraine  
National University of Food Technologies  
Institute of Food Resources of the National Academy  
of Agricultural Sciences of Ukraine  
AKKO International

**12<sup>th</sup> International Specialized  
Scientific and Practical Conference**

**Trends in LEAN food production  
and packaging**

Conference's title in 2012-20:  
Resource and Energy Saving Technologies of Production and Packing of Food  
Products as the Main Fundamentals of Their Competitiveness

**September 20, 2023**  
AKKO International Exhibition Centre  
Kyiv, Ukraine

---

**Kyiv 2023**

Міністерство аграрної політики та продовольства України  
Міністерство освіти і науки України  
Національний університет харчових технологій  
Інститут продовольчих ресурсів Національної академії аграрних  
наук України  
ТОВ «АККО Інтернешнл»

## **12-а Міжнародна спеціалізована науково- практична конференція**

# **Тренди Lean-виробництва та пакування харчової продукції**

Назва конференції у 2012–20 р. :  
Ресурсо- та енергоощадні технології виробництва і пакування харчової  
продукції – основні засади її конкурентоздатності

**20 вересня 2023 р**  
Виставковий центр «АССО International»  
Київ, Україна

**Trends in Lean Food Production and Packaging:** Proceedings of the 12th International Specialized Scientific and Practical Conference, September 20, 2023. Kyiv, National University of Food Technologies, 2023.

ISBN 978-966-612-302-5

© NUFT, 2023

**Тренди Lean-виробництва та пакування харчової продукції:** матеріали 12-ї Міжнародної спеціалізованої науково-практичної конференції, 20 вересня 2023 р., м. Київ. – Київ, НУХТ, 2023. – 206 с.

ISBN 978-966-612-302-5

© НУХТ, 2023

**Chairman of Scientific Committee:**

**Oleksandr Shevchenko**, Dr., Prof., *National University of Food Technologies, Ukraine*  
**Liubomyr Khomichak**, Dr., Prof, deputy director of the *Institute of Food Resources of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine*

**Members of Scientific Committee:**

**Agota Giedre Raisiene**, Dr., Assoc. Prof., *Lithuanian Institute of Agrarian Economics, Lithuania*  
**Elza Madad-kyzy Omarova**, Dr., Assoc. Prof., *Azerbaijan State Economic University, Azerbaijan*  
**Galyna Polishchuk**, Dr., Prof., *National University of Food Technologies, Ukraine*  
**Galyna Simakhina**, Dr., Prof., *National University of Food Technologies, Ukraine*  
**Larysa Arsenieva**, Dr., Prof., *National University of Food Technologies, Ukraine*  
**Lesia Martsynkevych**, *National University of Food Technologies, Ukraine*  
**Liubomyr Khomichak**, Dr., Prof, deputy director of the *Institute of Food Resources of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine*  
**Liudmyla Kryvoplias-Volodina**, Dr., Prof., *National University of Food Technologies, Ukraine*  
**Marko Jukić**, Dr., Prof, *University of Osijek, Croatia*  
**Mircea Oroian**, Dr., Prof, *University Stefan cel Mare, Suceava, Romania*  
**Oksana Vasheka**, Dr., Assoc. Prof., *National University of Food Technologies, Ukraine*  
**Oleksandr Gavva**, Dr., Prof., *National University of Food Technologies, Ukraine*  
**Oleksii Gubenia**, Dr., Assoc. Prof., *National University of Food Technologies, Ukraine*  
**Stanka Damianova**, Dr., Prof., *Ruse University “Angal Kanchev”, branch Razgrad, Bulgaria*  
**Serhii Blazhenko**, Dr., Assoc. Prof., *National University of Food Technologies, Ukraine*  
**Sergii Tokarchuk**, Dr., Assoc. Prof., *National University of Food Technologies, Ukraine*  
**Vasyl Pasichnyi**, Dr., Prof., *National University for Food Technologies, Ukraine*  
**Yurii Bilan**, Dr., Assoc. Prof., *Rzeszow University of Technology, Poland*

**Співголови наукового комітету:**

**Олександр Шевченко**, д.т.н., професор, ректор *Національного університету харчових технологій*, Київ, Україна

**Любомир Хомічак**, д.т.н., професор, в.о. директора *Інституту продовольчих ресурсів Національної академії аграрних наук України*.

**Члени наукового комітету:**

**Агота Герде Райшене**, др., доцент, *Литовський інститут аграрної економіки*, Вільнюс, Литва

**Василь Пасічний**, д.т.н., професор, *Національний університет харчових технологій*, Київ, Україна

**Галина Поліщук**, д.т.н., професор, *Національний університет харчових технологій*, Київ, Україна

**Галина Сімахіна**, д.т.н., професор, *Національний університет харчових технологій*, Київ, Україна

**Ельза Мадад-кизи Омарова**, др., доцент, *Азербайджанський державний економічний університет*, Баку, Азербайджан

**Лариса Арсеньєва**, д.т.н., професор, *Національний університет харчових технологій*, Київ, Україна

**Людмила Кривопляс-Володіна**, д.т.н., професор, *Національний університет харчових технологій*, Київ, Україна

**Марко Юкіч**, др., професор, *Осієкський університет*, Осієк, Хорватія

**Мірча Ороян**, др., професор, *Університет “Штефан чел Марє”*, Сучава, Румунія

**Оксана Вашека**, к.т.н., доцент, *Національний університет харчових технологій*, Київ, Україна

**Олександр Гавва**, д.т.н., професор, *Національний університет харчових технологій*, Київ, Україна

**Олександр Куць**, к.т.н., Інститут продовольчих ресурсів НААН України, Київ, Україна

**Олександр Шевченко**, д.т.н., професор, *Національний університет харчових технологій*, Київ, Україна

**Олексій Губеня**, к.т.н., доцент, *Національний університет харчових технологій*, Київ, Україна

**Сергій Блаженко**, к.т.н., доцент, *Національний університет харчових технологій*, Київ, Україна

**Сергій Вербицький**, к.т.н., Інститут продовольчих ресурсів НААН України, Київ, Україна

**Сергій Токарчук**, к.т.н., доцент, *Національний університет харчових технологій*, Київ, Україна

**Станка Дамянова**, др., професор, *Русенський університет “Ангел Канчев”*, філія у м. Разград, Болгарія

**Юрій Білан**, др., професор, *Жешувський технологічний університет*, Польща

<i>Бабанова О.І., Михайлов В.М., Прасол С.В., Шевченко А.О.</i> Технологія виробництва пасти на основі пряних овочів а дослідження якісних показників продукції.....	136
<i>Божко А.Ю., Усатюк С.І.</i> Тренди інноваційного пакування кондитерських виробів.....	139
<i>Чепелюк О.М., Удодов С.О., Чепелюк О.О.</i> Підвищення ефективності роботи комбінованого сушловарильного апарату.....	142
<i>Лисенко Г.П.</i> Необхідність застосування інноваційних технологій для виробництва м'яса та м'ясних продуктів.....	144
<i>Мороз А.О., Шутюк В.В., Євчук Я.В.</i> Експериментальне дослідження сушіння соку шовковиці чорної для отримання натурального харчового барвника.....	148
<i>Аліпатова М.Р., Кулик Н.В., Степанець В.В.</i> Досліджування фізико-механічних властивостей стретч плівок з додаванням вторинної сировини .....	151
<i>Пащенко Б.С.</i> Інструмент SMED як ефективний засіб Lean-трансформації та підвищення ефективності роботи харчового підприємства.....	154
<i>Харченко Є.І., Шаран А.В.</i> Крупність мучки в залежності від параметрів лушення зерна пшениці.....	158
<i>Герасименко Ю.Ю., Сокольський О.Л.</i> Енергоощадний пристрій для з'єднання пакувальних виробів термоклеєм.....	161
<i>Даниленко С.Г., Потемська О.І., Лукянець А.С.</i> Відбір штамів молочнокислих бактерій, перспективних для виробництва сиру кисломолочного.....	165
<i>Десик М.Г., Марцінкевич Л.В.</i> Використання пакету SCRIBUS для підготовки фахівців видавничо-поліграфічної справи.....	168
<i>Слюсенко А.М.</i> 3D-Візуалізація і рендеринг пляшок в Autodesk Inventor professional.....	170
<i>Хабленко А.Д., Даниленко С.Г., Потемська О.І.</i> Дослідження фізіологічних характеристик дріжджів, виділених з кефірного грибка... ..	172
<i>Якимчук В.М., Гавва О.М., Якимчук М.В.</i> Рекуперація енергії в функціонально-мехатронному модулі формування структурних елементів транспортного пакету із тарних вантажів.....	175

## Інструмент SMED як ефективний засіб LEAN-трансформації та підвищення ефективності роботи харчового підприємства

Пашенко Б.С., к.т.н.

*Національний університет харчових технологій (НУХТ), м. Київ, Україна*

**Вступ.** Щоб вижити та ефективно існувати у новому виробничому середовищі, що склалося внаслідок військової агресії російської федерації, сучасним українським харчовим підприємствам необхідно вдосконалювати та перелаштовувати свої виробничі системи, щоб задовольнити запити ринку та клієнтів. Парадигма ощадливого виробництва, або точніше, LEAN-мислення передбачає ефективну концепцію менеджменту, суть якої полягає в оптимізації виробничих процесів за рахунок максимальної орієнтації на інтереси і потреби клієнта (ринку) і мотивації кожного працівника [1]. Вона передбачає LEAN-трансформацію підприємства – процес переходу підприємства від існуючого стану до бажаного, що вимагає вивчення нового способу мислення і дій, характеризується не шляхом реалізації низки кроків або рішень, а визначенням чітких цілей, процесу і людей [1, 2]. Одним із ефективних інструментів LEAN-трансформації є швидке переналагодження (SMED від англ. «Single Minute Exchange of Dies» – «швидка заміна штампів / оснащення»). Інструмент дозволяє швидше перемикатися між стадіями виробничого процесу, що означає зменшення фінансових та тимчасових витрат на створення та зберігання продукції. Вперше було запропоновано японським інженером Сігео Сінго [3].

**Матеріали та методи.** Ідеєю SMED є виконання перебудови виробничої лінії не більше як за 10 хвилин. Подальший її розвиток призвів до появи методики OTED (від англ. «One-Touch Exchange of Dies», заміна оснащення одним дотиком), що ставить за мету переналагодження обладнання протягом однієї хвилини. Інструмент SMED забезпечує швидкий і ефективний спосіб переналаштування виробничого процесу з поточного продукту на наступний, що надає змогу зменшити кількість відходів на виробничих лініях, підвищити ефективність задіяного обладнання, покращити якість обслуговування, зменшити розміри виробничих партій і, таким чином, підвищити цінність виробництва [3, 4].

Основним шляхом для реалізації цих завдань є приведення часу виробничого циклу (характеризує фактичну швидкість виробничого процесу: кількість одиниць продукції в одиницю часу) у відповідність до часу такту (це кількість виробів, що потрібно зробити в цей же період часу, щоб задовольнити потребу клієнта). Під час виготовлення харчової продукції час циклу може відрізнятися від нормативного значення через час простою (зупинки, ремонти). Якщо обладнання призначене для випуску різної продукції, то до простоїв додаються переналагодження. Залежно від специфіки та завантаженості виробництва, переналагодження здатні забирати значну частину часу і тим самим знижувати продуктивність і час циклу. Саме тому впровадження SMED є необхідною умовою ефективного функціонування виробництва.

Зважаючи на вище зазначене для впровадження SMED на обладнанні харчових виробництв потрібно зрозуміти, яких цілей намагається досягти оператор ринку при впровадженні цього інструменту. До основних цілей обов'язково мають відноситися такі:

- зниження простою обладнання та виробничих потужностей;
- скорочення запасів незавершеного виробництва (деталей, матеріалів, напівфабрикатів)
- розширення асортименту продукції.

Впровадження швидкого переналагодження відбувається у кілька етапів:

1. *розділення внутрішніх та зовнішніх операцій* – внутрішні операції виконуються лише після повної зупинки обладнання. Наприклад, заміна системи фільтрації мембранної установки або матриці гранулятора можлива лише за умови зупинення конкретного обладнання. А ось для зовнішніх відключення не потрібне – перевірка якості роботи фільтрів потрапляє у під це визначення.

2. *стандартизація зовнішніх операцій* – у рамках цього етапу розглядаються деталі виробничого процесу з визначенням можливості стандартизації. Але в кожного підприємства може бути власне бачення та шлях реалізації даного етапу. Наприклад, якщо бюджет виробництва обмежений, ефективними будуть стандартизація та регламентація дій з переналагодження (створення настанов та інструкцій для персоналу) всього виробничого обладнання – за коштами такі дії менш затратні, але дозволяють в окремих випадках зекономити до 70% операційного часу виготовлення продукції [3, 5].

3. *перетворення внутрішніх операцій на зовнішні*. Творець SMED С. Сінго наголошував, що для реалізації цього етапу потрібно: перевірити робочі операції – можливо якісь із них помилково сприймаються як внутрішні; розробити способи перетворення їх у зовнішні [3].

4. *удосконалення внутрішніх операцій* – для цього необхідно на рівні керівника виробництва поставити низку питань, відповіді на які допоможуть швидко розібратися, де проблеми у виробництві:

- ✓ чи це найкращий час для виконання операції? Чи можна зробити її в інший час?
- ✓ чи це найкращий працівник для здійснення даної операції? Хтось може виконати роботу замість нього?
- ✓ чи це найкраще місце для виконання операції? Чи можливо це зробити на іншому робочому місці?

5. *удосконалення зовнішніх операцій*. Для реалізації даного етапу використовуються інструменти на кшталт: складання контрольних листів, проведення крос-функціональних перевірок та використання паралельних операцій.

6. *автоматизація виробничих процесів*. Показовим є кейси компаній Lantech та MPI, які максимально запровадили автоматизацію процесів виробництва. Робота оператора над виробами зводиться до мінімуму, і це дозволило зменшити час переналагодження до 8 хв та 6 хв відповідно [5-7].

7. *постійне удосконалення робочого процесу* – важливо залучати до цього всіх учасників: від керівництва та проектного менеджера до виконавців. Допомогою у цьому стане план подальших удосконалень із зазначенням приблизних термінів виконання та впровадження.

Також для ефективної трансформації та провадження даного інструментарію слід розуміти проблеми, пов'язані з впровадженням LEAN у харчовій та переробній промисловості, адже готова продукція даних виробництв є масовими товарами, які не завжди можливо відокремити. Крім того, оператори ринку харчових продуктів характеризуються високим рівнем основного капіталу з великим, фіксованим виробничим обладнанням і негнучкими процесами. Це так звані підприємства «кількісного виробництва», які спрямовані на виробництво великої кількості продукції одного виду з високим рівнем попиту. При цьому складніше виробляти невеликі партії (до чого прагне концепція LEAN) в харчовій промисловості, де час переналагодження, як правило, тривалий, а зупинка виробничого процесу коштує дорого. Важливим фактором також є те, що час такту важче регулювати, оскільки його вже визначено конструкцією обладнання.

**Результати та обговорення.** Для того щоб скоротити час переналагодження за допомогою SMED, як було зазначено у методології, потрібно враховувати наступні фактори: використані матеріали, обладнання, його заводські налаштування, навченість персоналу, компонування тощо, а також здійснення контролю зовнішніх елементів, які впливають на переналагодження обладнання. До таких елементів на виробничих лініях операторів ринку харчових продуктів відносяться:

- виробниче середовище: вологість (керується за допомогою осушувачів або зволожувачів, залежно від вимог до матеріалів, які будуть використовуватися під час заміни чи переналагодження обладнання); температура (контролюється термодатчиками у зонах пакування, упаковки та обробки), тощо;
- технічні характеристики: повинні бути чіткими та відповідати нормам якості та вимогам гігієнічного проектування;

- оптимальні умови експлуатації як для обладнання у цілому, так і для його окремих вузлів;
- персонал повинен пройти відповідне навчання, бути повністю обізнаним про своє завдання у будь-який час і про те, як реагувати в разі непередбачених обставин;
- інструкції та документація: розробка низки інструкцій та відповідної документації для запису всіх завдань, які необхідно виконати під час переналагодження;
- підготовка обладнання: потрібен час для запуску, перш ніж обладнанням можна буде користуватися. Це – час простою, який дуже важко мінімізувати; слід закласти його у час виробничого циклу, і як тільки він буде завершений, має розпочинатися виробництво. Іншим варіантом є виконання переналагодження під час підготовки обладнання до роботи, що може суттєво зекономити операційний час;
- дуже важливим аспектом при мінімізації часу переналагодження є виконання якомога меншої кількості переналаштувань. Цього можливо досягти шляхом стандартизації робочих операцій.

Для впровадження SMED чітко окреслюються завдання, які необхідно виконати для успішної реалізації:

- визначення співробітників, що виконують переналагодження обладнання. Ці працівники мають мати однаковий рівень компетенції та 80% свого робочого часу працювати із відповідним обладнанням;
- визначення співробітників служби технічної підтримки, які забезпечуватимуть підтримку на лініях, де впроваджується SMED. Дуже важливо, щоб вони регулярно обслуговували дане обладнання та брали участь у проекті впровадження;
- призначення керівника або керівників, а також інженера або інженерів, які будуть забезпечувати впровадження SMED;
- обов’язкове визначення цілей;
- виконання паралельних робочих операцій. У випадку коли робочі операції включають у себе налаштування з обох сторін обладнання, а його буде виконувати один працівник – багато часу та рухів витратяться даремно, оскільки робітник ходить з боку в бік або вперед-назад навколо обладнання. Така ситуація може виникнути, наприклад, при переналагоджуванні лінії по виробництву кількох видів рибної продукції (переналаштування лінії виробництва салату з оселедця в банках і пластикових відрах на фасування у маленькі типові пластикові стаканчики (100-200 гр.) або виробництво маринованого оселедця у пресервах). Якщо ж два працівники виконують такі паралельні операції одночасно, час переналагодження може бути скорочений завдяки економії руху. Відповідно, операція, виконання якої займає в одного працівника близько 30 хвилин, може зайняти у двох працівників лише 15-17 хвилин. У результаті додавання другого оператора скорочує час переналагодження у середньому на 44-46% [6-7];
- збір даних, які мають бути визначені залежно від пріоритетності, яку слід підкреслити під час реалізації;
- переналагодження необхідно виконати для кожного обладнання. Важливо, щоб ці зміни були регулярними в часі, їх слід застосовувати поступово, щоб обладнання пропрацювало достатній час для оцінки ефективності SMED;
- складання інструкцій з переналагодження по кожному обладнанню, а також створення відповідних книг записів (по кожному обладнанню), у які записуються всі втручання, вдосконалення, зміни параметрів, організаційні зміни тощо. При цьому потрібно дотримуватись стандартизації. Це означає, що всі документи мають відповідати одному стандарту, щоб виконувати свою місію, яка полягає в тому, щоб вони були зрозумілими та зручними для користувача. Це в свою чергу дозволить повторно ефективно застосовувати переналагодження у подальшому із залученням нового персоналу.

На користь використання SMED на виробничих лініях харчової промисловості свідчить застосування даного інструменту при виробництві харчових продуктів на основі зернових культур на стадії пакування. У лінії для пакування, що складається з кількох етапів (спочатку харчові продукти поміщаються в пакети, а потім ці пакети пакуються в картонні коробки) час переналагодження складав 245 хв, а після застосування SMED 169 хв, час ремонту скорочено на 26 хв. У наступній технологічній лінії (продукт пакується у маленькі коробки, які укладаються в штабелі різного розміру) час переналагодження скорочено із 102 хв до 69 хв, середній час ремонту зменшено на 19 хв. Для лінії, де харчовий продукт фасується у мішки від 400 г до 15 кг, час ремонту скорочено на 31 хв, а час переналагодження склав 185 хв та 73 хв відповідно [7].

Аналіз даного прикладу доводить ефективність швидкого переналагоджування, але це можливо лише за дотриманням етапів та методики його провадження, при чіткій реалізації та постійному контролі, що призводить до результатів.

**Висновки.** SMED – один із потужних інструментів концепції «LEAN мислення», хоч для успішного впровадження його потрібні також інші інструменти, а поточний виробничий процес має бути задокументований, щоб врахувати всі елементи, що його стосуються. Швидке переналагодження стало відповіддю на зростаючі масштаби та неперворотність виробничого процесу, що позитивно впливає на ефективність роботи харчового підприємства. Завдяки впровадженню SMED значно зменшуються тимчасові затримки між стадіями виробництва харчової продукції, а отже, знижується рівень ресурсних витрат. Даний інструмент також дозволяє здійснити пошук вузького місця під час змін у форматі роботи лінії, ремонт якої займає найбільший відрізок часу, або лінії, яка виходить з ладу найчастіше або лінії, тощо.

Швидке переналагодження стане у нагоді операторам ринку, що працюють у виробничому середовищі короткого терміну служби продукції, мають безперервний процес виробництва та обмежений фінансовий ресурс. Таким чином, використання SMED дозволяє скоротити відходи, пов'язані з часом налаштування та збільшити виробничу потужність виробничої лінії. Впровадження SMED також дозволяє розробити заходи та дії у непередбачуваних ситуаціях – при збоях лінії або ремонтах. Це у свою чергу дозволяє уникнути збільшення загального часу циклу виробництва, що часто призводить до погіршення якості харчової продукції. Подальше вдосконалення SMED наближає підприємство до створення виробничого потоку, де час циклу та час такту максимально узгоджено, а запаси зведено до мінімуму.

## Література

1. Лін-мислення / Lean production / Lean manufacturing. URL: <https://lean.org.ua/olean> (дата звернення: 15.07.2023).
2. Ланкастер Д. Лідерство в стилі LEAN. Шлях до постійного вдосконалення вашого бізнесу. Київ: К. Fund, 2017. 192 с. ISBN: 978-966-136-450-8.
3. Shingo S. Revolution In Manufacturing: The SMED System. Bridgeport: Productivity Press, 2018. 384 p. ISBN: 978-0367022693.
4. Maalouf M., & Zaduminska M. A case study of VSM and SMED in the food processing industry. *Management and Production Engineering Review*. 2019. Vol.10(2). Pp. 60-68. <https://doi.org/10.24425/mper.2019.129569>.
5. The Lean Loading Dock | Lantech. URL: <http://surl.li/korwf> (дата звернення: 11.08.2023).
6. Palange A., & Dhattrak P. Lean manufacturing a vital tool to enhance productivity in manufacturing. *Materials Today: Proceedings*. 2021. Vol.46. Pp. 729-736. doi: 10.1016/j.matpr.2020.12.193.
7. Lozan, J., Saenz-Diez J. C., Martinez E., Jimenez E., & Blanco J. Methodology to improve machine changeover performance on food industry based on SMED. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2016. Vol.90(9-12). Pp. 3607-3618. doi:10.1007/s00170-016-9686-x.