

УДК 655.366 : 663.954.5

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НА ВЕЛИЧИНУ МІГРАЦІЇ ШКІДЛИВИХ ДОМІШОК ДО ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ІЗ НАДРУКОВАНИХ ЗОБРАЖЕНЬ НА ПАКОВАННЯХ

М. О. Огірко

Українська академія друкарства,
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна

Описано способи оздоблення паковань для харчових продуктів, сучасні технології їх захисту від підробки. Акцентується використання низькоміграційних друкарських фарб для оздоблення паковань за допомогою поліграфічних технологій та задоволення вимог споживачів. Проведено експериментальні дослідження глобальної міграції шкідливих домішок з паковань, виготовлених із картонів Alaska GC-2 і Arktika GC-1 та надрукованих низькоміграційними фарбами офсетним способом, а також з крафт- і пергаментного паперу, надрукованого флексографічним способом друку. Дослідження проведено за температури від 25 до 140 °C під час контакту надрукованих поверхонь із продуктами харчування протягом 1 та 10 днів. Визначено числові значення глобальної міграції. Підтверджено, що збільшення температури і часу контакту надрукованих паковань із симуляторами продуктів харчування впливає на зростання величини міграції.

Ключові слова: пакування для харчових продуктів, офсетні та флексографічні відбитки, картон, пергаментний папір, крафт-папір, міграція.

Постановка проблеми. Виробникам упаковки для харчової продукції добре відомі вимоги, які сьогодні висуваються до процесів друкування на різноманітних пакувальних матеріалах. Здебільшого вони стосуються екології та безпеки. Актуальними є дослідження міграції компонентів друкарських фарб, лаків, клеїв. Тому виробники акцентують виготовлення низькоміграційних фарб. Так, відома на ринку компанія Janeske+Schneemann, яка спеціалізується на випуску низькоміграційних фарб для УФ-офсетного та УФ-флексографічного друку, зокрема на металі. Добре зарекомендували себе і системи змішування компанії J + S, які ґрунтуються на 15 базових кольорах, які дають змогу утворювати повний діапазон кольорів Pantone. Під час міграції, як відомо, відбувається пряме проникнення крізь пакувальний матеріал компонентів фарби, особливо коли ці компоненти розчиняються у запакованих продуктах, які містять велику кількість жирів. Це явище характерне для перетискування упаковки, якого не уникнути в процесі логістичних перевезень.

Сьогодні конкуренція товарів і послуг на світових ринках стала завзятою у боротьбі за увагу покупця до продукції конкретного виробника. Світові і регіональні лідери вкладають у продукцію своїх торгових марок величезні кошти, щоб

зробити її якісною, впізнаваною, престижною, корисною і безпечною для споживача. Однак з кожним роком на ринку збільшується кількість підробленої та піратської продукції, яка дуже шкодить економіці кожної країни. Особливо це стосується харчової і фармацевтичної продукції, підробка якої може загрожувати здоров'ю населення. За оцінкою міжнародних експертів, економічна шкода від використання підроблених товарів у світі становить 700 млрд євро, в Україні — приблизно 1 млрд євро [1–3].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Потужним захистом продукції товарів відомих фірм-виробників є пакування, для виготовлення якого застосовують особливі матеріали, індивідуальні форми та дизайн, спеціальні поліграфічні технології. Технології захисту від підробок стосуються додрукарських, друкарсько-обробних процесів оздоблення паковань. Під час додрукарської підготовки за допомогою обробки цифрової інформації здійснюється імітація відтворення реальних зображень на різних матеріалах. Так, відомий один з основних способів захисту від підробок — метод стохастичного кастрування. Його застосування у глибокому друці дає змогу забезпечити розташування друкарських елементів випадково, що є результатом роботи генератора випадкових чисел. Такий метод можливий тільки за непрямого лазерного експонування в процесі виготовлення друкарських форм, що забезпечує більш чітке опрацювання оригіналів у світлих і темних ділянках, збільшення контрастності дрібних деталей [4].

Найзручніший, якісний і недорогий спосіб повноколірного друку на пакуванні з картону, гофрокартону, паперу, плівок, фольги певної форми, розміру, фактури — це флексографічний друк, що розширює й урізноманітнює можливості дизайну.

Флексодрук дає змогу створювати картонну упаковку як із крейдованим, так і плівковим покриттям із нанесенням поверх нього повноколірного зображення будь-якої складності. Такі пакування застосовуються для подарункової і рекламної продукції, побутової техніки, товарів легкої промисловості. Наголосимо, що технологія відзначається екологічністю. Використовуються фарби на водній або спиртовій основі, які практично не мають запаху й оптимальні для створення креативного пакування, оформлення упаковок ліків та медичних товарів, харчових продуктів, одноразового посуду, паковань для доставки обідів, піци запам'ятовується. Під час флексодруку на картоні можливе пошарове нанесення фарб різних відтінків, що забезпечує високу якість передачі кольорів [7, 8].

Особливо популярний рулонний флексодрук, який за мінімальних витрат забезпечує високу швидкість друку паковань. Для додаткового захисту флексографічного зображення від стирання і пошкодження використовують лакування та ламінування, які також роблять пакування презентабельним.

Інноваційна технологія, яка доповнює флексографічний і глибокий способи друку, — це технологія високолінеатурного друку (HD Flexo). Друкарський відбиток, отриманий за її допомогою, практично не поступається відбитку глибокого друку, проте у ньому значно підвищується контрастність у середніх тонах. Інший метод — це нанесення матового лаку, завдяки якому упаковка стає ексклюзивною та захищується до преміумкласу [8, 9].

Об'єднання в одному технологічному циклі друківаних та оздоблювальних модулів дає змогу раціонально використовувати їхні переваги, виробляти різноманітну високоякісну продукцію з великою кількістю поліграфічних спецефектів, підвищити економічність виробництва і швидкість виконання замовлень. Для захисту від підробок деякі виробники використовують метод створення захисного елемента — «псевдоголограми», а також спеціальні фарби (security inks), які працюють за принципом інтерференції і дифракції світла, застосовуючи властивість деяких пігментів сприймати ультрафіолетові промені і відтворювати їх.

У продукції багатьох японських компаній впроваджують точковий код «DotCod», завдяки якому на пакованні розміщується прихована інформація, відтворення якої можливе тільки завдяки спеціальному програмному забезпеченню, вбудованому в лазерну систему.

Мета статті — визначення впливу температури на міграцію хімічних речовин з задруківаних картонів, призначених для виготовлення пакувань для харчової продукції.

Об'єкти і методи досліджень. Об'єктом дослідження вибрано відбитки, віддруковані флексографічною фарбою марки Flexosure Ancora UV FLEXO Low Migration фірми FlintGroup (густина — 1097 кг/м^3 , липкість — $758 \text{ мПа}\cdot\text{с}$). Друкування здійснювалося на прободрукарському станку марки IGT F1 на крафт-папері та пергаментному папері. Також на прободрукарському станку IGT C1 друкувалися відбитки офсетною фарбою Согона за тиску 400 N на картонах марки Alaska GC-2 і Arktika GC-1. Дослідження проводили за температури $25, 40, 75, 100, 125, 140 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 1 та 10 днів. Для дослідження міграції застосовували ацетон і модифікований оксид поліфенілену (Tenax).

Виклад основного матеріалу дослідження. Картон Alaska GC-2 складається з біленої сульфатної целюлози з деревною масою; верхній шар крейдований, нижній — без покриття; білизна зовнішнього шару — 90% за ISO. Картон Arktika GC-1 відрізняється від попереднього двошаровим крейдованим покриттям зовнішнього шару. Під час дослідження контролювався рівень міграції хімічних компонентів, які входять до складу фарби, використовували метод газової хроматографії. Відомо, що жировмісні продукти особливо чутливі до міграції. Випадковий контакт задрукованої сторони упаковки може призвести до небажаної міграції компонентів фарби. З відбитків, утворених офсетними та флексографічними фарбами, можуть мігрувати оливи, масла, ефіри жирних кислот, фотоініціатори, зв'язуючі, пігменти.

Дослідження впливу температури (від 25 до $125 \text{ }^\circ\text{C}$) на величину міграції залежно від часу впливу (1 година) наведено на рис. 1–4. Отримані результати вказують на те, що кількість домішок, які мігрують від офсетних відбитків на картоні Arktika GC-1, залежить від температури (рис. 1). За найнижчої температури випробування ($25 \text{ }^\circ\text{C}$) глобальна міграція становила $2,3 \text{ мг/дм}^2$. Підвищення температури до $40 \text{ }^\circ\text{C}$ збільшило кількість домішок на 74% . Дослідження, проведене за $75 \text{ }^\circ\text{C}$, призвело до подальшого збільшення кількості мігруючих хімічних речовин на 65% , що передаються від відбитків до харчового симулятора. Така тенденція міграції, що зростає, зберігалася і для випробувань, проведених за температури

100, 125 °С. Результати випробувань засвідчили, що підвищення температури процесу з 25 до 125 °С призвело до збільшення кількості (більш ніж у 5 разів) гравіметрично маркувальних домішок, отриманих зі зразків картону, задрукованих офсетною фарбою.

Таблиця 1

Вплив температури на глобальну міграцію під час дослідження офсетних відбитків на картоні Arktika GC-1

| Температура, °С | 25 | 50 | 75 | 100 | 125 |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Міграція, мг/дм | 2,4 | 4,2 | 5,6 | 7,8 | 8,0 |

У табл. 2 наведено результати досліджень глобальної міграції від температури для офсетних відбитків на картоні Alaska GC-2. Як і в попередніх випробуваннях, кількість хімічних речовин підвищувалася зі збільшенням тесту. Внаслідок глобальних міграційних випробувань за 25 °С виявлено 3,3 мг/дм² хімічних сполук. Підвищення температури до 40 °С збільшило кількість домішок на 51 %. Наступне випробування було проведено за 75 °С, що призвело до подальшого збільшення кількості хімікатів, які переходили від відбитків до Tenax (45 %).

Результати випробувань, отримані за температури 100, 125 °С, свідчать про подальше збільшення глобальної міграції забруднювальних речовин. Підвищення температури процесу з 25 до 125 °С втричі збільшує кількості гравіметрично маркувальних домішок, що надходять із відбитків на картоні Arktika GC-1.

Таблиця 2

Вплив температури на глобальну міграцію під час дослідження офсетних відбитків на картоні Alaska GC-2

| Температура, °С | 25 | 50 | 75 | 100 | 125 |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Міграція, мг/дм | 3,6 | 5,8 | 6,1 | 6,8 | 8,2 |

Дослідження (табл. 3) за 25 °С засвідчили кількість мігруючих речовин становить 3,8 мг/дм². Підвищення температури випробування до 40 °С збільшило кількість домішок на 13 %. Виконання тесту за 75 °С призвело до збільшення з 4,3 до 5,3 мг/дм² кількості хімічних сполук, що мігрували з відбитків на харчовий симулятор. Аналогічно підвищення температури до 100, 125 °С спричинило збільшення кількості мігруючих домішок. Підвищення температури процесу в межах від 25 до 125 °С призвело до 3-кратного збільшення гравіметрично маркувальних хімікатів, отриманих із флексографічних відбитків на крафт-папері.

Таблиця 3

Вплив температури на глобальну міграцію під час дослідження флексографічних відбитків на крафт-папері

| Температура, °С | 25 | 50 | 75 | 100 | 125 |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Міграція, мг/дм | 3,8 | 5,0 | 5,8 | 7,8 | 8,0 |

Результати досліджень глобальної міграції від температури для флексодрукарських відбитків на пергаментному папері наведено в табл. 4. На основі отриманих результатів можна констатувати, що кількість домішок із відбитків на пергаментному папері залежить від температури визначення. За найнижчої температури випробування — 25 °С — кількість речовин, що надходили до симулятора їжі, становила 4,5 мг/дм². Підвищення температури випробування до 40 °С збільшило кількість мігруючих домішок на 40 %. Підвищення температури до 75 °С призвело до подальшого збільшення від 6,3 мг/дм² до 7,5 мг/дм² кількості домішок, що переходили від відбитків до Тенаксу. Порівняно з попередніми результатами випробувань, тенденція до зростання продовжувалася також під час проведення процесів за температури 100 і 125 °С. Підвищення температури випробування з 25 до 125 °С вдвічі збільшило кількість хімічних речовин, що визначаються вагою, отриманих із зразків пергаментного паперу, надрукованих флексофарбою з низькою міграцією через 1 годину після друкування.

Таблиця 4

Вплив температури на глобальну міграцію під час дослідження флексографічних відбитків на пергаментному папері

| Температура, °С | 25 | 50 | 75 | 100 | 125 |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Міграція, мг/дм | 4,8 | 6,2 | 7,8 | 8,4 | 9,2 |

Отримані числові значення глобальної міграції вказують на те, що незалежно від типу друкарського середовища кількість мігруючих домішок зростала зі збільшенням температури випробування. Найнижчі значення прохідних хімікатів виявлені на відбитках, виготовлених на картонах Arktika GC-1 і Alaska GC-2. Флексографічні відбитки, надруковані на пергаментному папері, характеризувалися найбільшою кількістю мігруючих речовин. Результати випробувань, проведених за 125 °С, засвідчили, що значення глобальної міграції було перевищено на 20 % (10 мг/дм²). У температурному діапазоні від 25 до 125 °С кількість забруднень, що виходять із друкованих субстратів, була нижчою, ніж допустиме глобальне значення міграції. Підвищення температури процесу від 25 до 125 °С призвело до збільшення кількості маркувальних хімічних речовин із відбитків, які проходили тестування (більш ніж у 2–5 разів).

Порівняння величини глобальної міграції хімічних речовин із відбитків після 10 днів наведені в табл. 5.

Таблиця 5

Значення величин глобальної міграції досліджуваних відбитків

| Відбитки на субстратах | Картон Arktika GC-1 | Картон Alaska GC-2 | Крафт-папір | Пергаментний папір |
|------------------------------|---------------------|--------------------|-------------|--------------------|
| Температура °С | 25/50 | 25/50 | 25/50 | 25/50 |
| Міграція, мг/дм ² | 4,2/8,2 | 6,0/8,6 | 6,1/6,4 | 7,0/10,2 |

Результати досліджень (табл. 5) свідчать, що порівняно найменша різниця у кількості мігруючих речовин була виявлена після аналізу відбитків, зроблених на крафт-папері. Зміна температури від 25 до 50 °С з тим самим часом контакту — 10 днів спричинила лише зростання на 3 % глобальної міграції. Аналіз зразків, отриманих на картоні Arktika GC-1, засвідчив збільшення кількості прохідних домішок на 86 %, а результатів випробувань відбитків, зроблених на картоні Arktika GC-1 та пергаменті, — збільшення кількості хімічних речовин на 50 та 54 % відповідно. Підсумовуючи, зазначимо, що підвищення температури від 25 до 50 °С з часом контакту 10 днів, незалежно від друкованої підкладки, використовуваної для випробувань, призвело до збільшення кількості домішок, визначених за масою.

Висновки. Внаслідок експериментів підтверджено, що міграція змінюється залежно від температури та часу дослідження відбитків. На величину міграції хімічних речовин впливає також структура субстратів. Так, для відбитків на картоні Arktika GC-1 з двошаровим крейдованим покриттям зовнішнього шару глобальна міграція менша в 1,5–2 рази порівняно з відбитками на картоні Alaska GC-2 з одношаровим крейдуванням.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Crosby N. N. Food Packaging Materials Applied Science Publishers. London, 1981.
2. Кривошей В. М. Ринок, споживач, упаковка (зміни, уподобання, застереження). Упаковка. 2013. № 4. С. 27–31.
3. Упаковка как защита от подделок и контрафакта. Упаковка. 2016. № 3. С. 14–15.
4. Шендерівська Л. П. Тенденції розвитку упаковки ринку. Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. С. 97–101.
5. Świątecka D., Podsiadło H. Wymagania stawiane opakowaniom do produktów spożywczych i metody badania tych opakowań. Opakowanie. 2007. 9. Str. 50–55.
6. Zakowska H. Opakowania a środowisko: monografia. Warszawa : Wydawnictwo naukowe PWN SA, 2017. 268 s.
7. Leks-Stepień J. Badania opakowań przeznaczonych do kontaktu z żywnością. Opakowanie. 2009. 9. Str. 20–23.
8. Ааліз впливу задрукованих офсетними фарбами пакувальних матеріалів на екологічність продуктів харчування / Гавенко С. Ф., Мартинюк М. С., Коротка В. О., Огірко М. О. Квалілогія книги. 2017. № 2 (32). С. 5–11.
9. Огірко М. О. Сенсорний аналіз паперів і картонів для упакування харчових продуктів. Новітні технології пакування. Додаток до журналу «Упаковка»: матеріали доповідей XVII Науково-практичної конференції молодих вчених (20 квітня 2018 р.). С. 9–11.

REFERENCES

1. Crosby, N. N. (1981). Food Packaging Materials Applied Science Publishers. London (in English).
2. Kryvoshei, V. M. (2013). Rynok, spozhyvach, upakovka (zminy, upodobannia, zasterezhennia): Upakovka, 4, 27–31 (in Ukrainian).
3. Upakovka kak zashchita ot poddelok i kontrafakta. (2016). Upakovka, 3, 14–15 (in Russian).

4. Shenderivska, L. P. Tendentsii rozvytku upakovky rynku: Naukovyi visnyk Mizhnarodnoho humanitarnoho universytetu, 97–101 (in Ukrainian).
5. Świątecka, D., & Podsiadło, H. (2007). Wymagania stawiane opakowaniom do produktów spożywczych i metody badania tych opakowań: Opakowanie, 9, 50–55 (in Polish).
6. Zakowska, H. (2017). Opakowania a środowisko. Warszawa : Wydawnictwo naukowe PWN SA (in Polish).
7. Leks-Stepień, J. (2009). Badania opakowań przeznaczonych do kontaktu z żywnością: Opakowanie, 9, 20–23 (in Polish).
8. Havenko, S. F., Martyniuk, M. S., Korotka, V. O., & Ohirko, M. O. (2017). Aaliz vplyvu zadrukovanykh ofsetnymy farbamy pakuvalnykh materialiv na ekolohichnist produktiv kharchuvannia: Kvalilohiia knyhy, 2 (32), 5–11 (in Ukrainian).
9. Ohirko, M. O. Sensornyi analiz paperiv i kartoniv dlia upakovannia kharchovykh produktiv. Novitni tekhnolohii pakuvannia. Dodatok do zhurnalu «Upakovka»: materialy dopovidei KhVII Naukovo-praktychnoi konferentsii molodykh vchenykh (20 kvitnia 2018 r.), 9–11 (in Ukrainian).

doi: 10.32403/2411-3611-2019-2-36-99-106

INFLUENCE OF TEMPERATURE ON THE MIGRATION OF CONTAMINANTS TO FOOD PRODUCTS FROM PRINTED IMAGES ON PACKAGING

M. O. Ohirko

*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine
ohirko.myhailo@gmail.com*

The ways of packaging decorating for foodstuffs and modern technologies of protection against counterfeiting have been described. The emphasis is placed on the use of low-migration printing inks to decorate the packaging with printing technology and to meet consumer demands. The experimental studies on the global migration of contaminants from packaging made from Alaska GC-2 and Arktika GC-1 cardboard and offset printed with low-migration inks, as well as craft paper and parchment paper printed with flexographic ink have been done. The studies have been performed at a temperature of 25 to 140°C by contacting the printed surfaces with food simulators for 1 day, 10 days.

The received global migration figures indicate that, regardless of the type of imprint, the number of migrating contaminants increased with increasing the test temperature. The lowest values of migration have been found when examining Arktika GC-1 and Alaska GC-2 cardboard imprints. Flexographic imprints on parchment paper were characterized by the highest number of migration substances. The test results at 125°C have shown that global migration values have been exceeded by 20% (10 mg/dm²). In the temperature range from 25°C to 125°C, the amount of contaminants emitted from

the printed substrates was below the permissible global migration value. Increasing the temperature from 25°C to 125°C has led to a 2-5-fold increase in the number of migrating chemicals from the imprints that were tested. It has been confirmed that increasing the temperature and contact time of printed packages with food simulators has an effect on increasing migration.

Keywords: *food packaging, offset and flexographic imprints, cardboard, parchment paper, craft paper, migration.*

Стаття надійшла до редакції 13.08.2019.

Received 13.08.2019.