

УДК 642  
DOI

**Бідюк Д.О.**

Сумський національний аграрний університет

**Середа О.Г.**

Сумський національний аграрний університет

## НОВИЙ ВИД БІОРОЗКЛАДУВАНОЇ ТАРИ

*Використання пластиків у всіх сферах життя населення країн світу фактично призводить до забруднення навколишнього середовища і є потенційно небезпечним чинником для здоров'я людини. Визначене місце займає одноразовий стаканчик, який традиційно використовується в індустрії харчування насамперед для напоїв. Світовий ринок одноразових стаканчиків налічує споживання 500–600 млрд одиниць на рік, з кожним роком спостерігається його збільшення.*

*Паперовий стаканчик є одним із популярних видів одноразової тари, яка має ламінований тонкий шар поліетиленової плівки для гідробар'єра. Це істотно ускладнює його перероблення та робить неможливим безпечне розкладання в навколишньому середовищі. В Україні перероблення паперових стаканчиків реалізовано лише на Змієвській паперовій фабриці, однак за відсутності налагодженої системи управління відходами цей процес носить, на жаль, локальний характер.*

*Одним із перспективних шляхів розв'язання проблем використання та утилізації паперових одноразових стаканчиків є розроблення технологій екологічно безпечних біопластиків як основи такого виду тари.*

*На підставі огляду доступної інформації запропоновано класифікацію стаканів на біологічній основі, які на сучасному етапі пропонуються вітчизняними й світовими компаніями або знаходяться на стадії прототипу.*

*Нами розроблено технологію нового виду одноразових стаканчиків із біопластику на основі відпрацьованої кавової гуці й використання натуральних зв'язувальних харчових компонентів. Сенсорною оцінкою органолептичних показників розробленого стаканчика після його тестування шляхом витримання з дистильованою водою з початковими температурами  $15\pm 1^\circ\text{C}$ ,  $65\pm 1^\circ\text{C}$  та  $90\pm 1^\circ\text{C}$  встановлено несуттєву зміну практично всіх органолептичних показників, окрім характеристики рідини після тестування. Останнє ми вважаємо слабкою стороною розробленого одноразового стаканчика, що значно ускладнює його використання для інших напоїв, окрім кави, кавових напоїв або їх замінників. На наш погляд, для розширення асортименту питної продукції, яка можуть бути реалізована в такому виді тари, доцільно використовувати натуральне бар'єрне покриття.*

**Ключові слова:** пластикове забруднення, одноразовий стаканчик, біопластик, відпрацьована кавова гуця, ступінь набрякання.

**Постановка проблеми.** На сьогодні однією з глобальних проблем стану навколишнього середовища є забруднення його пластиком і мікропластиком [1; 2]. Властивості пластиків – вологостійкість, міцність, легкість, добрі бар'єрні властивості, невисока вартість – стали причиною їхньої масової розповсюдженості у всіх сферах життя людства, в тому числі під час використання як основи для тари й пакувальних матеріалів для харчової продукції. Важливо зазначити, що поряд із його унікальними властивостями пластик негативно впливає на здоров'я людини, про що свідчать численні наукові дослідження [1–5]. У табл. 1 наведений аналіз розповсюджених видів пластику, з якого нині виготовляють тару й пакувальні матеріали, а також ризики, які виникають під час використання цих виробів [2].

Одним із широко розповсюджених типів тари є одноразовий стаканчик. Це – тип одноразового пластикового або паперового посуду, який в індустрії харчування використовується для пакування, зберігання та подачі напоїв, а також деякої харчової продукції з нерідкою консистенцією. Низька вартість одноразових стаканчиків, легка вага й інші фізичні властивості зробили цей вид тари більш популярним у харчовій промисловості під час виробництва напоїв.

Згідно з даними [6], світовий ринок одноразових стаканчиків у 2018 році склав 13,77 млрд доларів, й очікується, що до 2027 року він досягне 27,75 млрд доларів. За орієнтовними даними світові обсяги виробництва одноразових стаканчиків складають 500–600 млрд одиниць на рік.

Під час виробництва одноразових стаканчиків використовують різні види нафтових пластиків (табл. 1), однак популярним у світі й, зокрема, Україні, є папір, ламінований тонким шаром поліетиленової плівки. Згідно з даними [7], в нашій державі за 2017 рік обсяг виробництва паперових

стаканчиків склав до 1,06 тис. тонн. Використовуючи методологію оцінки життєвого циклу, грецькими вченими [8] встановлено, що світовий щорічний вуглецевий слід від використання паперового стаканчика складає близько 7,5 млн тонн еквіваленту CO<sub>2</sub>. Водночас авторами зазначено,

Таблиця 1

**Види пластиків, їхнє використання в пакуванні й пов'язані з цим ризики**

Вид пластику	Перелік тари й пакування, де використовується	Ризики, які виникають
Поліетилентерефталат (PET чи PETE)	Контейнери для безалкогольних напоїв, соків, води, пива, миючих засобів тощо	Виділяє триоксид сурми й (2-етилгексил) фталат, який є ендокринним порушником, імітуючи жіночий гормон естроген. Його використання було тісно пов'язане з астмою та алергією в дітей. Може викликати певні типи раку. Має негативний вплив на печінку, нирки, селезінку
Поліетилен високої щільності (HDPE)	Непрозорі контейнери для молока, йогуртів, води, соків, пляшки з миючими засобами й шампунями, мішки для сміття, вкладки для ящиків тощо	Вважаються одним із безпечних пластиків. Дослідження ризиків, пов'язаних із цим типом пластику, тривають
Поліетилен низької щільності (LDPE)	Пакети одноразові, в тому числі для свіжих і заморожених харчових продуктів, контейнери, що стискаються тощо	
Поліпропілен (PP)	Контейнери для кетчупу, йогуртів, маргарину, лікарських препаратів й інші непрозорі пластикові контейнери, включаючи дитячі пляшечки, багаторазові стакани тощо	
Полівінілхлорид (PVC)	Іграшки, прозоре харчове й нехарчове пакування, контейнери для рослинної олії, пляшки для шампуню, миючих засобів	Вважається одним із найнебезпечніших пластиків, який коли-небудь створювався. Виділяє ді (2-етилгексил) фталат (DEHP) або бутіл бензил фталат (BBzP), залежно від того, що використовується як пластифікатор (зазвичай DEHP). DEHP і BBzP – це ендокринні руйнівники, що імітують жіночий гормон естроген. Вони були тісно пов'язані з астмою та алергічними симптомами в дітей, може викликати певні види раку. Має негативний вплив на печінку, нирки, селезінку, формування кісток і масу тіла
Полістирол (PS)	Контейнери зі спіненого полістиролу, одноразовий посуд, столові прилади тощо	Виділяє стирол, що є ендокринним порушником, який імітує жіночий гормон естроген, і, таким чином, може викликати проблеми з репродуктивністю та розвитком. Негативно впливає на мозок і нервову систему, а також еритроцити, печінку, нирки і шлунок. Стирол значно мігрує з полістирольних контейнерів, коли жирні місткі продукти нагріваються в них
Полікарбонат (PC)	Дитячі пляшки, прозорі пластикові стаканчики, спортивні пляшки для води, великі місткості для зберігання води, деякі контейнери для соку й кетчупу	Виділяє бісфенол А, який сприяє пошкодженню хромосом в яєчниках жінок

що вторинне перероблення дозволяє зменшити вуглецевий слід до 40%, а використання багаторазових стаканів забезпечить скорочення викидів вуглецю в 3 рази.

Отже, використання одноразових стаканчиків, які виготовлені на основі або із залученням пластиків, ставить питання про вплив їхньої утилізації на навколишнє середовище. Привабливим технологічним шляхом для скорочення накопичення пластикових відходів, у тому числі одноразових стаканчиків, вважається їхнє перероблення [9–11]. Як відомо [10], існує 4 основні категорії перероблення пластиків, у рамках яких здійснюється механічне перероблення з отриманням продукту еквівалентної якості (первинна), зі зниженням якості переробленого матеріалу (вторинна), хімічне перероблення (третинна) й спалювання для рекуперації енергії (четвертинна). Зазначені шляхи утилізації набули поширення в розвинених країнах світу; в Україні, на жаль, їм поки приділяють мало уваги.

У країнах Європи існує декілька заводів із перероблення паперових стаканчиків, також існують ряд розробок інноваційних способів їхньої утилізації [12–14]. В Україні цей процес реалізується лише на Змієвській паперовій фабриці з можливою потужністю близько 500 тонн на місяць. Водночас постає питання налагодженої системи сортування, яка в Україні, на жаль, майже відсутня.

Одним зі шляхів розв'язання зазначених проблем, поряд із переробленням виробів із пластику, в тому числі стаканчиків, є використання біопластиків, які мають здатність до безпечного розкладання в довкіллі.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Швидке накопичення пластикових відходів, у тому числі тих, що утворюються після використання одноразових паперових стаканчиків, стимулює міжнародний попит на відновлювані пластики – біопластики, які володіють унікальними якостями (повне біорозкладання, придатність до компостування, задовільні механічні, бар'єрні властивості тощо) й виступають привабливою екологічною альтернативою [15–17]. Різноманіття сировини на біологічній основі відкриває можливості виробляти широкий асортимент відновлюваних пластиків [17].

На підставі аналізу доступної інформації щодо сучасних технологій і складу нового напрямку екологічної тари на біологічній основі (тобто виготовленої з відновлюваної сировини) – стаканів, нами запропоновано їхню класифікацію (рис. 1).

За харчовим призначенням стакани поділяються на неїстівні та їстівні. До неїстівних можна

віднести паперові стакани, стакани з біорозкладних полієфірів (PLA, PHA тощо), дерев'яні, усі багаторазові, до їстівних – ті, що виготовлені з харчової сировини, у тому числі вторинної (з різних видів тіста, з гелеподібною структурою, з овочевої та плодово-ягідної сировини тощо).

За кількістю використань стакани поділяються на одноразові й багаторазові. До одноразових можна віднести паперові, з біорозкладних полієфірів, усі їстівні, з харчових відходів. До багаторазових в основному відносяться ті, що виготовлені з чистих біорозкладних полієфірів або їх композицій із додаванням різної харчової та нехарчової сировини (висівок, кавових жмивів, здрібнених частин рослин, дерев'яної тирси тощо) й мають високу стійкість до дії температури, вологи й інших факторів.

За наявністю бар'єрного покриття стакани можна поділити на ті, що його мають і на ті, що не мають. Бар'єрні покриття призначені для збереження нестійкої основи стакану (папір, їстівна основа) від дії різних середовищ (води з різним рівнем рН і вмістом розчинених речовин (солей, цукрів), жиру й емульсійних продуктів, водноспиртових розчинів, якими є більшість напоїв). До них відносяться їстівні (шоколад і термостійка глазур, айсінг, білкові плівки, воскові й парафінові шари, природні смоли) й неїстівні (ламінація паперових стаканів PLA, водні дисперсії полімерних речовин). Стакани, що не покриті бар'єрними шарами, мають початково водостійку основу – це, наприклад, біорозкладні полієфіри, желейні, деякі стакани з тіста, воскові.

За призначенням стакани можна поділити на ті, що призначені для напоїв (гарячих або холодних) і для сухої харчової продукції (наприклад, снекової). Стакани, що випускаються промислово, як правило, використовуються саме для напоїв.

За поживною цінністю сировини стакани поділяються на ті, що виготовлені з нехарчової сировини (деревина, папір, біорозкладні полієфіри), харчової сировини, з харчових відходів і вторинної сировини (висівки, кавові жмихи, овочеві й плодово-ягідні відходи) й комбіновані, що поєднують в собі ознаки попередніх (наприклад, на основі біорозкладних полієфірів із додаванням неїстівних частин рослин, висівок тощо).

За видом основної сировини стакани поділяються на виготовлені з паперу, біорозкладних полієфірів, продуктів перероблення зерна (борошна, крохмалю, висівок), полісахаридів (желейні), з овочевої та плодово-ягідної сировини

(із сушеної продукції), з харчових відходів (із залишків продукції тваринного й рослинного походження), композиційні, які містять зв'язувальну натуральну або синтезовану полімерну речовину й інертний наповнювач та інші (наприклад, воскові, дерев'яні та інші).

Слід зазначити, що стакани, які розглядаються в цій класифікації, біорозкладні й не містять нафтових не біорозкладних полімерів.

Враховуючи запропоновану класифікацію, нижче наведені деякі конкретні приклади стаканів, які випускаються рядом вітчизняних і світових компаній, або існують у вигляді лабораторного прототипу (рис. 2).

Одним із перспективних видів харчових відходів для виробництва біопластиків і пакування з них є відпрацьована кавова гуща. Згідно з різними оцінками, станом на 2017 рік у світі утворюється близько 10 млн тонн відходів кавової гущі. Аналіз складу цього продукту [18] свідчить про багатий потенціал для виробництва біопластиків. Основними компонентами відпрацьованої кавової гущі є екстрактивні речовини – 54%, в тому числі ліпофільні фракції – 24% (понад 60% з яких – це вільні жирні кислоти), спирто- й водорозчинні сполуки – 5%, сполуки, розчинні в 1% NaOH – 26%. Лігнін і полісахариди складають 20–26%, загальні поліфеноли – менше ніж 6%. Розробки по

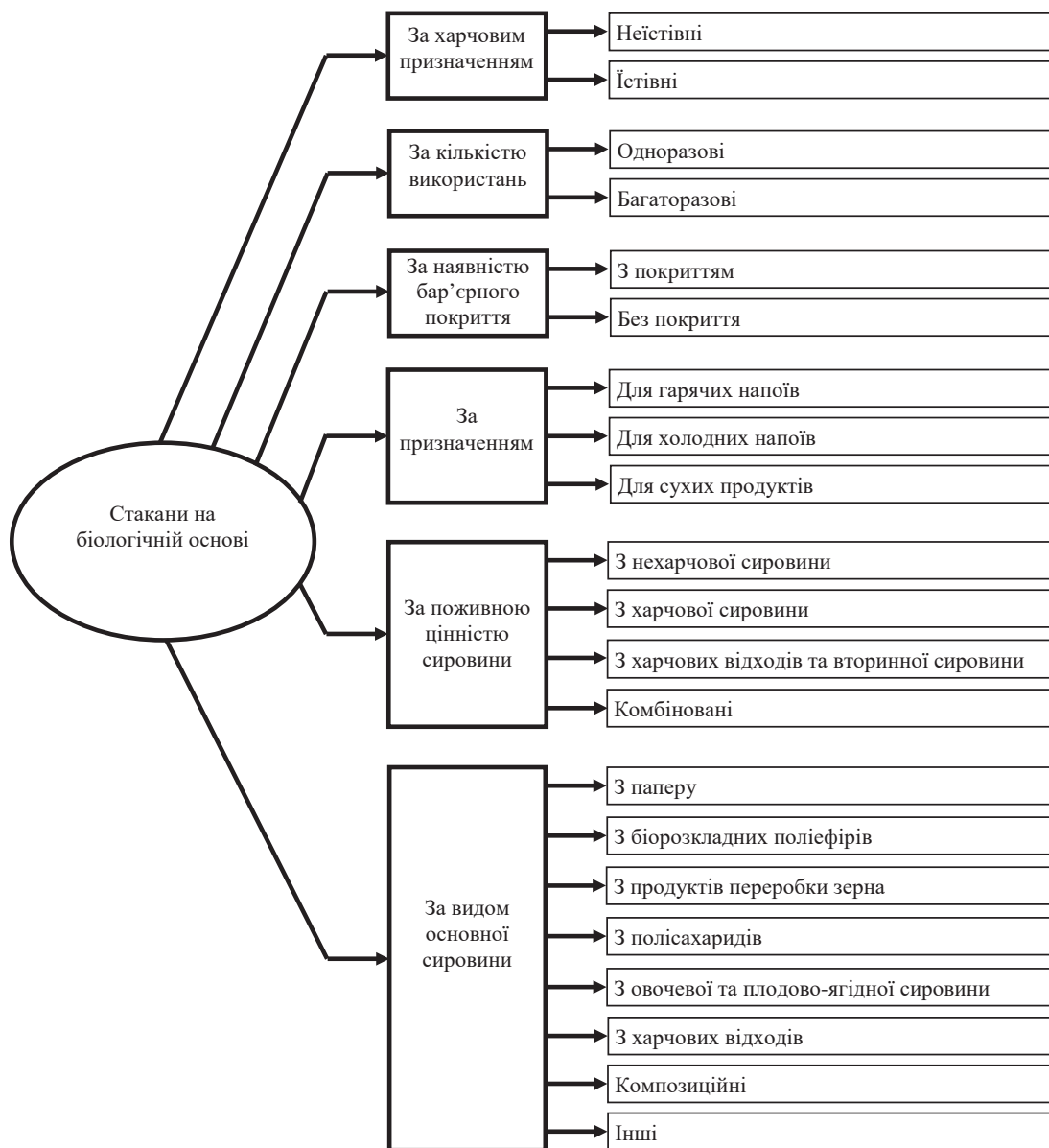


Рис. 1. Класифікація стаканів на біологічній основі

додаванню вартості відпрацьованої кавової гущі набрали обертів із початку XXI століття завдяки всесвітньому поширенню серед населення розуміння екологічних проблем, викликаних цими побічними продуктами.

Області застосування, пропоновані й реалізовані натеper у світовій практиці для рентабельного перероблення цього побічного продукту, досить різноманітні [19; 20], включаючи виробництво компосту й біогумусу [19–21], композиційних біопластиків для пакування [19; 20; 22; 23] (рис. 2, багаторазовий стакан **Weducer**), використання адсорбентів, виробництво твердого, рідкого й газо-подібного біопалива [19; 20; 24; 25], вилучення

цінних біологічно активних сполук [19; 26; 27], виробництво косметичних засобів (скрабів) та інші. В Україні, на жаль, подібні технології практично відсутні.

**Постановка завдання.** Метою статті є проведення органолептичної оцінки й визначення ступеня набрякання за різної температури нового виду біорозкладної тари – одноразових стаканчиків із використанням відпрацьованої кавової гущі, а також надання рекомендацій з їхнього використання для напоїв.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Нами розроблено технологію нового виду тари – одноразових стаканчиків для кави, кавових напоїв



**Рис. 2. Приклади стаканів на біологічній основі**

1 – Стаканчик одноразовий із паперу, ламінований плівкою з PLA для гарячих напоїв (виробник – компанія Avani, Балі, Індонезія); 2 – Стаканчик одноразовий із PLA для гарячих напоїв (виробник – компанія Avani, Балі, Індонезія); 3 – Стаканчик одноразовий із дерева для сухих продуктів (виробник – Esovilka, Росія); 4 – Стаканчик одноразовий із висушеної оболонки спеціального сорту гарбуза **HyO Cup** для гарячих напоїв (виробник – дизайнерська студія Crème, Нью-Йорк, Сполучені Штати Америки); 5 – Стаканчик із вафельного тіста й покриттям із шоколадної глазурі для кави **Yummy Cup 90** (виробник ТОВ «Лекорна», Україна, Богодухів); 6 – Стаканчик із вафельного тіста без покриття для гарячих напоїв **Cupffee** (виробник – компанія Cupffee, Болгарія, Пловдив); 7 – Стаканчик желевий на основі агару для холодних напоїв **Jelloware** (виробник – компанія Lolyware, Нью-Йорк, Сполучені Штати Америки); 8 – Чашка з пісочного тіста з покриттям з айсінгу для гарячих напоїв **Cookie Cup** (від дизайнера Enriqne Luis Sardi, Італія); 9 – Стаканчик одноразовий зі спіненого крохмалю з покриттям із водних дисперсій полімерних речовин для гарячих напоїв (виробник – компанія Green Olive Environmental Protection Technology Co, Ltd, Дунгуань, Китай); 10 – Стакан багаторазовий з використанням кавових жмхів і дерев'яної тирси **Weducer** (виробник – компанія Kaffeeform, Німеччина, Берлін); 11 – Стакан багаторазовий із використанням кавового лушпиння **HuskeeCup** (Виробник – Huskee, Австралія); 12 – Стакан багаторазовий із бджолиного воску ручного виготовлення для холодних напоїв (Виробник MADEheart, Лохвиця, Україна).



та їх заміників, що подаються холодними й гарячими. Базою стаканчиків є біопластик на основі відпрацьованої кавової гущі з використанням натуральних зв'язувальних харчових компонентів.

У закладах ресторанного господарства кава й кавові напої подаються холодними з температурою 10–15°C (глясе, фрапе, холодний американо, айс-кава), теплими – 60–65°C (лате, капучино, мокачино, макіато, флет уайт, раф) і гарячими – 85–90°C (американо, еспресо та їх різновиди). Враховуючи зазначене вище, для вивчення ступеня набрякання стаканчику було вибрано температури модельної рідини 15 ± 1°C, 65 ± 1°C та 90 ± 1°C.

Визначення ступеня набрякання стаканчиків проводили ваговим методом із використанням дистильованої води як модельної рідини. У приміщенні, де проводилися дослідження, встановлювали температуру 20 ± 1°C та відносну вологість повітря 52 ± 2% шляхом його кондиціонування. Перед визначенням зразки тари витримували протягом 7 діб за вказаних умов. Стаканчики зважували з точністю до 0,001 г, наповнювали водою в кількості 200 ± 1 г із заданими початковими температурами – 15 ± 1°C, 65 ± 1°C та 90 ± 1°C та витримували протягом 10 × 60 с. На кожну із зазначених температур було використано 3 стаканчики. Після цього воду зливали, стаканчики перевертали верх дном, встановлювали в похиле положення, витримували протягом 10 × 60 с та зважували з точністю до 0,001 г. Ступінь набрякання стаканчиків визначали за формулою (1) за різницею їхніх мас до й після набрякання та виражали в % поглиненої рідини за встановленою температурою.

$$\alpha = \frac{m - m_0}{m_0} \times 100\%, \quad (1)$$

де  $m_0$  – маса стаканчику до набрякання, г;  
 $m$  – маса стаканчику після набрякання, г.

Сенсорний аналіз органолептичних показників одноразових стаканчиків до й після набрякання проводили описовим методом.

На рис. 3 представлено фотографію лабораторного зразка стаканчику номінального об'єму 250 мл без напою та з кавою.



Рис. 3. Зовнішній вигляд розробленого одноразового стаканчика без напою та з кавою

На першому етапі нами було проведено сенсорну оцінку органолептичних показників одноразового стаканчика (табл. 2).

На другому етапі ми визначали ступінь набрякання стаканчиків під час їх витримання з модельною рідиною за різних температур. Набрякання – це процес поглинання високомолекулярними сполуками низькомолекулярної рідини, що приводить до збільшення маси й об'єму сухих гідроколідів. Отже, очевидно, що збільшення температури буде прискорювати процес набрякання та підвищувати його ступінь. На рис. 4 наведені результати визначення ступеня набрякання стаканчиків за початкових температур доданої води 15 ± 1°C, 65 ± 1°C та 90 ± 1°C.

Варто зазначити, що ми не ставили за мету визначити показник ступеня набрякання з підтриманням фіксованої заданої температури, а намагалися максимально наблизитися до реальних умов споживання напоїв. Отже, після наповнення стаканчика водою з початковою температурою 15 ± 1°C після витримання його протягом 10 × 60 с

Таблиця 2

Сенсорна оцінка органолептичних показників одноразового стаканчика

Назва показника	Характеристика показників
Зовнішній вигляд	Форма стаканчику у вигляді усіченого конуса зі сформованою горловиною з кільцевим бортиком, гладка, без дефектів
Колір поверхні ззовні та всередині	Темно-коричневий, однорідний за об'ємом
Запах	Незначний характерний кавовий запах, рівномірний ззовні й всередині, який відчувається на відстані 10–15 см і посилюється при наближенні, без сторонніх запахів
Стан поверхні ззовні й всередині	Поверхня стаканчику ззовні й всередині незначно шорстка, суха, однорідна, без дефектів
Тактильні відчуття	Приємний на дотик, зручно тримається, міцний, не згинається під час незначного здавлювання, більш тяжкий за традиційний паперовий, справляє враження натуральності

кінцева температура збільшувалася та складала 17–18 °С, а під час наповнення водою з початковими температурами  $65 \pm 1^\circ\text{C}$  та  $90 \pm 1^\circ\text{C}$  – зменшувалася та складала відповідно 40–45°С та 60–65°С.

Отримані дані (рис. 4) свідчать про тенденцію стрибкоподібного збільшення ступеня набрякання стаканчиків за температури  $65 \pm 1^\circ\text{C}$  та вище. Водночас найменший ступінь набрякання характерний для стаканчика, що був залитий водою з початковою температурою  $15 \pm 1^\circ\text{C}$  та складає  $2,14 \pm 0,06\%$ . Найбільший ступінь набрякання стаканчиків за початкових температур  $65 \pm 1^\circ\text{C}$  та  $90 \pm 1^\circ\text{C}$  майже не відрізнявся та склав  $10,45 \pm 0,42\%$  і  $10,74 \pm 0,23\%$  відповідно. Отже, можна констатувати, що збільшення маси стаканчику під час споживання холодних кави й кавових напоїв, що змодельовано шляхом витримування протягом  $10 \times 60$  с, складатиме орієнтовно 2%, гарячих – 11%.

Стає зрозумілим, що зміни органолептичних показників стаканчиків будуть максимальні за максимального ступеня набрякання. Враховуючи це, на третьому етапі досліджень нами було проведено порівняльну сенсорну оцінку органолептичних показників стаканчиків до й після тестування шляхом наповнення його модельною рідиною з початковою температурою  $90 \pm 1^\circ\text{C}$ . Сенсорним

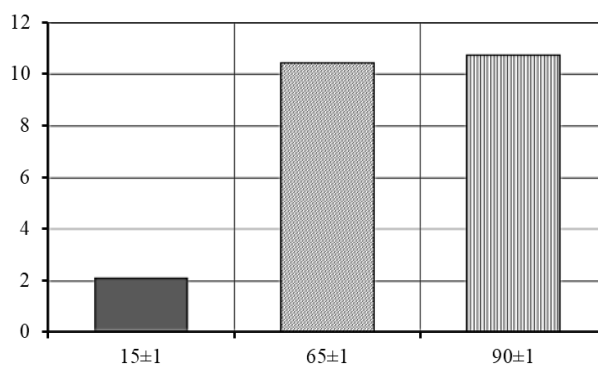


Рис. 4. Ступінь набрякання ( $\alpha$ , %) стаканчиків за різних початкових температур ( $t$ , °C)

аналізом органолептичних показників стаканчику встановлено зміну практично всіх органолептичних показників у різній мірі (табл. 3).

Так, форма після тестування не була деформована, злами й протікання були відсутні, що є позитивним наслідком і свідчить про стійкість такого виробу до дії води з температурою  $90 \pm 1^\circ\text{C}$  протягом  $10 \times 60$  с. Очевидно, стаканчик може витримати й більш тривале настоювання, але це потребує додаткових досліджень.

Колір поверхні ззовні залишився без зміни, а всередині став світлішим, що, напевно, пов'язано з екстракцією водорозчинних речовин, присутніх

Таблиця 3

### Порівняльний сенсорний аналіз органолептичних показників стаканчиків до й після тестування

Назва показника	Характеристика показника	
	До тестування	Після тестування
Зовнішній вигляд	Форма стаканчику у вигляді усіченого конуса зі сформованою горловиною з кільцевим бортиком, гладка, без дефектів	Форма стаканчиків не деформована, мала вигляд усіченого конуса зі сформованою горловиною з кільцевим бортиком, гладка, без зламів і протікань
Колір поверхні ззовні й всередині	Темно-коричневий	Ззовні – темно-коричневий, всередині – коричневий
Запах	Незначний характерний кавовий запах, рівномірний ззовні й всередині, який відчувається на відстані 10–15 см і посилюється під час наближення, без сторонніх запахів	Виражений характерний кавовий запах ззовні й значно виражений всередині, який відчувається на відстані 20–25 см і посилюється під час наближення, без сторонніх запахів
Стан поверхні ззовні й всередині	Поверхня стаканчику ззовні й всередині незначно шорстка, суха, однорідна, без дефектів	Поверхня стаканчику ззовні незначно шорстка, суха, однорідна, без дефектів, всередині шорстка, волога з незначним відділенням великих часток кавової гущі, що набрякли
Тактильні відчуття	Приємний на дотик, зручно тримається, міцний, не згинається під час незначного здавлювання, більш важкий за традиційний паперовий, справляє враження натуральності	Приємний на дотик, зручно тримається, з дещо зменшеною міцністю, слабо згинається під час незначного здавлювання, збільшення маси після використання не відчувається, справляє враження натуральності
Зовнішній вигляд, колір, запах і смак рідини після тестування	–	Прозора з поодинокими часточками кавової гущі, що осіли на дно, колір – світло-коричневий, запах і смак – кавовий, незначно виражений

у залишковому стані у відпрацьованій кавовій гущі, а також зміни стану внутрішньої поверхні, яка стала більш шорсткою внаслідок набрякання кавової гущі й натуральних біополімерних зв'язувальних частин. Варто зазначити, що за умови наливання кави зміни кольору будуть мати інший характер залежно від виду й температури напою.

Запах ззовні став більш виражений і характерний для кави, що особливо спостерігалось під час оцінки запаху середини стакану, його відчуття з'являлося вже на більшій відстані – 20–25 см у порівнянні зі стаканом до тестування – та посилювалося при наближенні. Сторонніх запахів не спостерігалось. Такі зміни також можна пов'язати з набряканням харчових біополімерів і кавової гущі, внаслідок чого запах ставав більш вираженим. Аналогічно з кольором запах буде змінюватися після наливання кави або кавових напоїв.

Зовнішня поверхня стаканчику після тестування залишалася без змін, всередині вона стала шорсткою, вологою та з незначним відділенням великих часток кавової гущі, які набрякли. Враховуючи, що це є одноразовим стаканчиком, який після використання треба викидати у відсортовану фракцію органічного сміття, можна прогнозувати, що це припустимо.

Тактильні відчуття стаканчику після тестування також незначно змінювалися: відчутна міцність ставала дещо зменшеною, стаканчик слабо згинався під час незначного здавлювання, збільшення маси після набрякання не відчувалося.

Важливим показником є характеристика модельної рідини після тестування. Так, дистильована вода після настоювання залишалася прозорою, на дні з'являлися поодинокі часточки кавової гущі, які відокремилися від внутрішньої поверхні стаканчику, колір рідини став світло-коричневий, запах і смак – кавовий, незначно виражений. Звичайно, що зазначені зміни є недоліками розробленого одноразового стаканчика, оскільки ці характеристики можуть впливати на органолептичні показники напою. Враховуючи той факт, що стаканчик витримав екстремальний температурний режим дії модельної рідини, однак в ній з'явилися ознаки екстракту кавової гущі,

одним зі шляхів розв'язання цього питання може стати, на наш погляд, використання бар'єрного покриття. Це стане предметом наших подальших досліджень.

Отже, можна зробити висновок, що такі одноразові стаканчики можуть бути використані для споживання кави, кавових напоїв або їхніх замінників, що подаються в холодному або гарячому вигляді. Водночас додаткове використання натурального бар'єрного покриття, на нашу думку, може значно розширити асортимент напоїв, які будуть зберігати власні органолептичні показники.

**Висновки.** Одним із перспективних шляхів розв'язання проблем негативного впливу паперових одноразових стаканчиків, які мають внутрішню ламінацію поліетиленовою плівкою, на навколишнє середовище й здоров'я людини, є розроблення технологій екологічно безпечних біопластиків як основи такого виду тари.

На підставі огляду доступної інформації запропоновано класифікацію стаканів на біологічній основі, які на сучасному етапі пропонуються вітчизняними й світовими компаніями або знаходяться на стадії прототипу.

Встановлено, що великий потенціал для виробництва біопластику має відпрацьована кавова гуща, яка натеper в Україні не використовується.

Нами розроблено технологію нового виду одноразових стаканчиків із біопластику на основі відпрацьованої кавової гущі й із використанням натуральних зв'язувальних харчових компонентів. Сенсорною оцінкою органолептичних показників розробленого стаканчика після тестування його шляхом витримання з дистильованою водою з початковими температурами  $15 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $65 \pm 1^\circ\text{C}$  та  $90 \pm 1^\circ\text{C}$  встановлено несуттєву зміну практично всіх органолептичних показників, окрім характеристики рідини після тестування. Останнє ми вважаємо слабкою стороною розробленого одноразового стаканчика, що значно ускладнює його використання для інших напоїв, окрім кави, кавових напоїв або їхніх замінників. На наш погляд, для розширення асортименту питної продукції, які можуть бути реалізовані в такому виді тари, доцільно використовувати натуральне бар'єрне покриття.

#### Список літератури:

1. Letcher T.M. Plastic Waste and Recycling: Environmental Impact, Societal Issues, Prevention, and Solutions / edited by T.M. Letcher. 1st Edition. Publisher : Academic Press, 2020. 686 p.
2. When the mermaids cry: the great plastic tide. *Coastal Care* : website. URL: <https://coastalcare.org/2020/01/plastic-pollution-when-the-mermaids-cry-the-great-plastic-tide-by-claire-le-guern/> (дата звернення: 02.04.2020).



3. Rodrigues M.O. et al. Impacts of plastic products used in daily life on the environment and human health: What is known? / M.O. Rodrigues, N. Abrantes, F.J.M. Gonçalves, H. Nogueira, J.C. Marques, A.M.M. Gonçalves. *Environmental Toxicology and Pharmacology*. 2019. Vol. 72. 19 p.
4. Filho W.L. et al. Plastic debris on Pacific Islands: Ecological and health implications / W.L. Filho, P.H. Havea, A.-L. Balogun, J. Boenecke, A.A. Maharaj, M. Ha'apio, S.L. Hemstock. *Science of the Total Environment*. 2019. Vol. 670. P. 181–187.
5. Zabihzadeh Khajavi M. et al. Strategies for controlling release of plastic compounds into foodstuffs based on application of nanoparticles and its potential health issues / M. Zabihzadeh Khajavi, R. Mohammadi, S. Ahmadi, M. Farhoodi, M. Yousefi. *Trends in Food Science & Technology*. 2019. Vol. 90. P. 1–12.
6. Disposable Cups – Global Market Outlook (2018–2027). *Businesswire* : website. URL: <https://www.businesswire.com/news/home/20190926005495/en/Global-Disposable-Cups-Market-Reach-27.75-Billion> (дата звернення: 02.04.2020).
7. Аналіз тенденцій розвитку ринку паперових стаканів України. *Pro-consulting* : вебсайт. URL: <https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/analiz-tendencij-razvitiya-rynka-bumazhnyh-stakanov-ukrainy> (дата звернення: 02.04.2020).
8. Foteinis S. How small daily choices play a huge role in climate change: The disposable paper cup environmental bane. *Journal of Cleaner Production*. 2020. Vol. 255. P. 120–294.
9. Ragaert K., Delva L., Van Geem K. Mechanical and chemical recycling of solid plastic waste. *Waste Management*. 2017. Vol. 69. P. 24–58.
10. Solis M., Silveira S. Technologies for chemical recycling of household plastics. A technical review and TRL assessment. *Waste Management*. 2020. Vol. 105. P. 128–138.
11. Niaounakis M. Recycling of Flexible Plastic Packaging. 1st Edition. Publisher : William Andrew, 2019. 466 p.
12. Mitchell J. Recycling disposable cups into paper plastic composites / J. Mitchell, L. Vandeperre, R. Dvorak, E. Kosior. K. Tarverdi, C. Cheeseman. *Waste Management*. 2014. Vol. 34. P. 2113–2119.
13. Nagarajan K., Balaji A., Thanga Kasi Rajan S., Ramanujam N. Preparation of bio-eco based cellulose nanomaterials from used disposal paper cups through citric acid hydrolysis. *Carbohydrate Polymers*. 2020. Vol. 235.
14. Shaocun L., Qingping L., Chenhao Zh. Hierarchical porous carbon/selenium composites derived from abandoned paper cup as Li-Se battery cathodes. *Solid State Sciences*. 2018. Vol. 84. P. 15–22.
15. Karan H. et al. Green Bioplastics as Part of a Circular Bioeconomy. *Trends in Plant Science*. 2019. Vol. 24. P. 237–249.
16. Ramesh Kumar S., Shaiju P., O'Connor K.E., Babup R. Bio-based and biodegradable polymers. State-of-the-art, challenges and emerging trends. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*. 2020. Vol. 21. P. 75–81.
17. Shrivastava A. Introduction to Plastics Engineering. Publisher : Cambridge, MA : William Andrew, 2018. 262 p.
18. Pujol D. et al. The chemical composition of exhausted coffee waste. *Industrial Crops and Products*. 2013. Vol. 50. P. 423–429.
19. Pan Zh., Zhang R., Zicari S. Integrated Processing Technologies for Food and Agricultural By-Products. 1st Edition. Publisher : Academic Press, 2019. 452 p.
20. McNutt J., (Sophia) He Q. Spent coffee grounds: A review on current utilization. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. 2019. Vol. 71. P. 78–88.
21. Cervera-Mata A. et al. Phytotoxicity and chelating capacity of spent coffee grounds : Two contrasting faces in its use as soil organic amendment. *Science of The Total Environment*. 2020. Vol. 717.
22. Mendeset J.F. Development and physical-chemical properties of pectin film reinforced with spent coffee grounds by continuous casting. *Carbohydrate Polymers*. 2019. Vol. 210. P. 92–99.
23. Batista M.J.P.A., Ávila A.F., Franca A.S., Oliveira L.S. Polysaccharide-rich fraction of spent coffee grounds as promising biomaterial for films fabrication. *Carbohydrate Polymers*. 2020. Vol. 233.
24. Blinová L., Bartošová A., Sirotiak M. Biodiesel Production from Spent Coffee Grounds. *Research Papers Faculty of Materials Science and Technology Slovak University of Technology*. 2017. Vol. 25. P. 113–121.
25. Spent coffee grounds to fuel company. *Bio-bean* : website. URL: <https://www.bio-bean.com> (дата звернення: 02.04.2020).
26. Ramón-Gonçalves M. et al. Extraction, identification and quantification of polyphenols from spent coffee grounds by chromatographic methods and chemometric analyses. *Waste Management*. 2019. Vol. 96. P. 15–24.
27. Mota D.A. et al. Production of low-calorie structured lipids from spent coffee grounds or olive pomace crude oils catalyzed by immobilized lipase in magnetic nanoparticles. *Bioresource Technology*. 2020. Vol. 307.