



<https://doi.org/10.15407/polymerj.45.04.299>
УДК 678.54

Т.В. ДМИТРІЄВА,

Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, 48, Харківське шосе, Київ, 02155, Україна,
ORCID: 0000-0002-3526-8395

С.К. КРИМОВСЬКА,

Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, 48, Харківське шосе, Київ, 02155, Україна,
ORCID: 0000-0002-9723-4633

Г.Є. ГЛІЄВА,

Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, 48, Харківське шосе, Київ, 02155, Україна,
ORCID: 0000-0002-2916-0257

В.І. БОРТНИЦЬКИЙ,

Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, 48, Харківське шосе, Київ, 02155, Україна,
ORCID: 0000-0003-4954-6533

С.В. РЯБОВ,

Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, 48, Харківське шосе, Київ, 02160, Україна,
ORCID: 0000-0003-2996-3794

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПЛИВУ ПЛАСТИФІКУВАЛЬНИХ І ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ДОБАВОК ПРИ ОТРИМАННІ ТЕРМОПЛАСТИЧНОГО КРОХМАЛЮ НА ЙОГО ПЛІВКОТВІРНІ ТА ДЕГРАДАБЕЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ

Виконано огляд літератури з отримання термопластичного крохмалю (ТПК) із різними пластифікувальними добавками як складовими біодеградабельних полімерних композицій. Проаналізовано пластифікувальні добавки з різними функціональними групами, за рахунок яких відбувається модифікування крохмалю. З метою розширення спектра функціональних добавок досліджено ефективність введення цитринової, щавлевої, олеїнової, стеаринової кислот із різною кількістю карбоксильних груп. Визначено технологічні параметри термомеханічної обробки композицій крохмалю та кількісний склад компонентів. Проведено фізико-механічні випробування міцності й еластичності плівкових зразків ТПК вихідного та в композиціях із синтетичним полімером поліетиленом (ПЕ). Методами ІЧ-Фур'є спектроскопії та мас-спектрометрії встановлено хімічну будову досліджуваних матеріалів. Вивчено вплив УФ-опромінення на деградабельність композицій ТПК після витримування в кліматермокамері протягом 90 діб. Встановлено, що втрата міцності та еластичності плівкових зразків ТПК і ТПК+ПЕ, залежно від пластифікувальних і функціональних добавок і їх кількості становить 82–90 та 60–70 % відповідно.

Ключові слова: термопластичний крохмаль, функціональні добавки, плівкоутворення.

Вступ

Проблеми створення деградабельних полімерних матеріалів найбільш перспективно і економічно вигідно вирішуються використан-

ням природних полімерів, які постійно відтворюються. Як природний полімер досліджено крохмаль із низькомолекулярними добавками, вивчено термомеханічний вплив на його структуру та властивості. Для отримання плівкових

Цитування: Дмитрієва Т.В., Кривовська С.К., Глієва Г.Є., Бортницький В.І., Рябов С.В. Дослідження ефективності впливу пластифікувальних і функціональних добавок при отриманні термопластичного крохмалю на його плівкотвірні та деградабельні властивості. *Полімерний журнал*. 2023. 45, № 4. С. 299—305. <https://doi.org/10.15407/polymerj.45.04.299>

матеріалів розглянуто суміші крохмалю з синтетичними полімерами: поліетиленом (ПЕ), полікапролактоном (ПКЛ) і полібутиратом (ПБАТ). Як показали дослідження останніх років, ПКЛ і ПБАТ належать до біодеградабельних полімерів, їх переробляють екструзійним методом при додаванні термопластичного крохмалю (ТПК) [1–6].

Отримання якісних плівкотвірних композицій з використанням синтетичних полімерів і ТПК визначається пластифікувальними та функціональними добавками, їх кількістю, наявністю функціональних груп, а також термомеханічною модифікацією.

Найширшого використання як пластифікатор крохмалю набув гліцерин [7], який за наявності гідроксильних груп і утворення водневих зв'язків з гідроксильними групами крохмалю впливає на його термопластичність і, відповідно, здатність до суміщення з синтетичними полімерами в процесі екструзії. Досліджено додавання ксиліту або сорбітолу до гліцерину з утворенням бінарних пластифікувальних добавок за співвідношення компонентів 1: 1 [8].

Позитивний вплив на міцність ТПК отримали при використанні дистильованих моногліцеридів як пластифікувальної добавки, що забезпечує ефективність біодеградації композицій ТПК–ПЕ [9].

Обов'язковою умовою створення ТПК, як показали дослідження, є використання як пластифікаторів сполук, які формують Н-зв'язки з гідроксильними групами крохмалю. Для поліпшення властивостей ТПК крім гліцерину, сорбіту та ксиліту як бінарні пластифікатори використовують 33–40 % від маси крохмалю ітаконової й цитринової кислоти [10].

Описано спосіб модифікування ТПК додаванням органічної кислоти – цитринової (2 мас. ч.) за наявності гліцерину (8 мас. ч.) і альгінату натрію. Як наповнювач використовують похідні целюлози – карбоксиметилцелюлозу [11].

У роботі [12] при отриманні ТПК як пластифікатор використовують поліол, що містить поліетиленгліколь, гліцерин, сорбіт, ксиліт і їх суміші від 10 до 25 мас. %, карбонову кислоту (цитринову, яблучну або винну) у кількості від 0,1 до 0,5 мас. %, а також

епоксидовані рослинні олії (соеву, ріпакову, со-няшникову чи лляну) у кількості від 0,1 до 6 мас. %.

Досліджено залежність механічних параметрів ТПК від типу та вмісту пластифікатора. Однорідні міцні плівки отримано з використанням сечовини, формаміду й етаноламіну [13].

Для створення біодеградабельних матеріалів суміші ТПК і полімолочної кислоти модифікували добавками малеїнового ангідриду, акрилової кислоти та наночастинками монтморилоніту [14–15].

У роботі [16] проаналізовано вплив багатьох пластифікаторів, підсилювачів сумісності, таких як зв'язувальні агенти й ефірні олії в сумішах ТПК із біополімерами та їх використання в одноразовій упаковці.

Біодеградабельні композиції полімерів як антимікробні пакувальні матеріали на основі крохмалю, полімолочної кислоти та полігидроксibuтирату розглянуто в роботі [17].

Для отримання ТПК рекомендовано використання ферментативно модифікованого пористого кукурудзяного крохмалю, що істотно збільшує поверхню контакту компонентів і сприяє скороченню терміну біорозкладання [18].

Прискореного біорозкладання досягають також введенням у полімерні композиції крохмалю, поліетиленового воску, стеарату кальцію та карбонату кальцію [19].

Експериментальна частина

Для отримання ТПК із розширеним спектром функціональних добавок було використано кислоти з різною кількістю карбоксильних груп, а саме: цитринову кислоту ($(\text{CH}_2\text{COOH})_2\text{CONCOOH}$), яка містить три карбоксильні групи; щавлеву кислоту ($\text{HOOC}-\text{COOH}$) – дві карбоксильні групи; олеїнову кислоту ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_2$) – одну карбоксильну групу; стеаринову кислоту ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$) – одну карбоксильну групу.

Технологія отримання ТПК полягала у введенні кислоти до гліцерину за температури 90 ± 2 °С, протягом 15–20 хв., затим крохмалю з подальшим термомеханічним обробленням протягом 60 хв.

З отриманих композицій ТПК формували плівки під пресом за температури 120–140 °С

Таблиця 1. Склад композицій крохмалю з функціональними добавками та їхні фізико-механічні характеристики

Номер зразка	Склад композиції	Вміст, мас. %	Термооброблення		Міцність (σ_p), МПа	Еластичність (ϵ_p), %
			T, °C	Тривалість, хв.		
1	Крохмаль	70,0	130	10	4,75	18,06
	гліцерин	30,0				
2	Крохмаль	68,5	120	10	1,66	33,12
	гліцерин	31,0				
3	цитринова к-та	0,5	120	15	2,06	23,36
	Крохмаль	67,5				
4	гліцерин	32,0	120	10	2,28	48,54
	олеїнова к-та	0,5				
5	Крохмаль	66,0	130	10	4,79	34,60
	гліцерин	32,0				
6	стеаринова к-та	2,0	130	10	2,7	19,9
	Крохмаль	66,5				
	гліцерин	30,0	130	10	2,7	19,9
	стеаринова к-та	1,5				
	щавлева к-та	0,5				
	CaCO ₃	1,5				

і тиску 100 кгс/см² протягом 10–20 хв. Якість плівок оцінювали за зовнішнім виглядом і такими фізико-механічними характеристиками як: міцність на розрив (σ_p), МПа й еластичність (ϵ_p), %. Вміст пластифікувальної добавки гліцерину становив 27,5–32,0 мас. %, функціональної добавки (залежно від використаної кислоти) – від 0,5 до 3,7 мас. %.

У табл. 1 наведено склад і фізико-механічні характеристики плівкових зразків композицій на основі крохмалю. Слід зауважити що при використанні цитринової кислоти посилювалися липкість плівок і адгезія їх до металу, що ускладнювало процеси екструзійного оброблення й формування грануляту.

Результати досліджень та їх обговорення

З наведених результатів можна зробити припущення, що на якість плівкових зразків ТПК впливає кількість карбоксильних груп кислоти, які в процесі термомеханічного оброблення утворюють етерні зв'язки –COO– з гідроксильними групами гліцерину та крохмалю. Досліджено вплив концентрації як окремих кислот, так і їх бінарних сумішей, з урахуванням кількості карбоксильних груп, на міцність і еластичність ТПК.

У наведених у табл. 1 композиціях пластифікатором є гліцерин. Цитринова, щавлева кислоти й карбонові кислоти більшої молекулярної маси (олеїнова і стеаринова) є функціональними. Очевидно завдяки термомеханічному впливу на композиції ТПК відбувається утворення етерних зв'язків між гідроксильними групами крохмалю і гліцерину. Оптимальний режим термооброблення для кожної композиції можна визначити за прозорістю, міцністю й еластичністю плівок.

З урахуванням даних табл. 1 дослідження далі були спрямовані на створення плівкотвірних зразків з використанням ПЕ і ТПК за різного співвідношення компонентів.

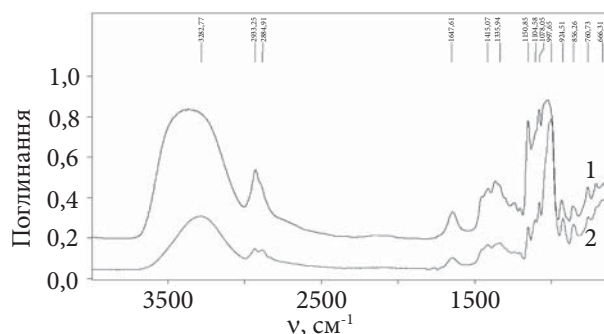


Рис. 1. ІЧ спектри композиції ТПК: 1 – крохмаль; 2 – ТПК

Таблиця 2. Склад і фізико-механічні характеристики композицій з добавкою карбаміду

Номер зразка	Склад композиції	Вміст, мас. %	Міцність (σ_p), МПа	Еластичність (ϵ_p), %	Умови пресування:	
					T, °C	t, хв.
7	Крохмаль	65	1,7	31,67	120	10
	гліцерин	30				
	олеїнова кислота	1,5				
	карбамід	2,0				
	СаСО ₃	1,5				
8	Крохмаль	65	1,75	29,06	120	10
	гліцерин	30				
	стеаринова кислота	1,5				
	карбамід	2,0				
	СаСО ₃	1,5				
9	Крохмаль	65	1,64	55,97	130	20
	гліцерин	30				
	стеаринова кислота	3				
	карбамід	2				
	ТПК №8	60				
10*	ПЕ	40	3,28	22,10	120	10
11*	ТПК №8	70				
	ПЕ	30	1,98	15,02	120	10

*склад композиції наведено в зразку 8

З метою отримання структурних характеристик плівок зразків композицій ТПК були проведені дослідження зразків методом ІЧ-Фур'є спектроскопії. На рис. 1 наведений узагальнений ІЧ-спектр зразків № 1–6 плівок композицій ТПК, у яких до пластифікатора гліцерину додано функціональні добавки кислот: цитринової, олеїнової, щавлевої, стеаринової (крива 2), і спектр нативного крохмалю (крива 1).

У наведеному спектрі ТПК широка смуга поглинання в інтервалі 3000–3626 см⁻¹ належить до валентних і деформаційних коливань ОН-груп. Поглинання в області 2932 см⁻¹ пов'язане з валентними коливаннями СН-груп. Смуги поглинання в області 1360–1460 см⁻¹ відповідають деформаційним коливанням зв'язку С–Н. Смуга поглинання 1648 см⁻¹ відповідає поглинанню карбонільної групи, що утворюється при частковій деградації нативного крохмалю в процесі його перероблення на ТПК. Смуги поглинання в інтервалі 1150–1060 см⁻¹ характерні для естерної групи, що свідчить про утворення естерів у композиціях ТПК подвійної модифікації за рахунок додавання до гліцерину кислот і подальшого термомеханічного оброблення. Утворення естерних зв'язків пришвидшує деградацію плівкових виробів з використанням

ТПК подвійної модифікації.

При виготовленні композицій ТПК крім кислот було досліджено вплив карбаміду як пластифікувальної добавки до гліцерину (табл. 2).

З наведених даних видно, що введення карбаміду в композиції ТПК (зразки №7–11) додатково до гліцерину знижує міцність і еластичність плівок порівняно зі зразком № 5 (табл. 1).

Деградабельність плівкових зразків композицій ТПК із функціональними добавками стеаринової та щавлевої кислот і ТПК+ПЕ випробовували після витримання в кліматермокамері протягом 90 діб під дією УФ-опромінення за температури 30–35 °C і вологості 90 %.

Встановлено, що втрата міцності після УФ-опромінення становить 82–90 %, еластичності 60–70 %.

Для визначення ефективності пластифікувальних добавок до крохмалю як складових деградабельних полімерних композицій було проведено їх мас-спектрометричне дослідження.

Зразки вивчали методом піролітичної мас-спектрометрії на мас-спектрометрі МХ 1321. Піроліз зразків проводили в температурному діапазоні 25–400 °C/хв., мас-спектри опрацьовували за спеціально розробленою

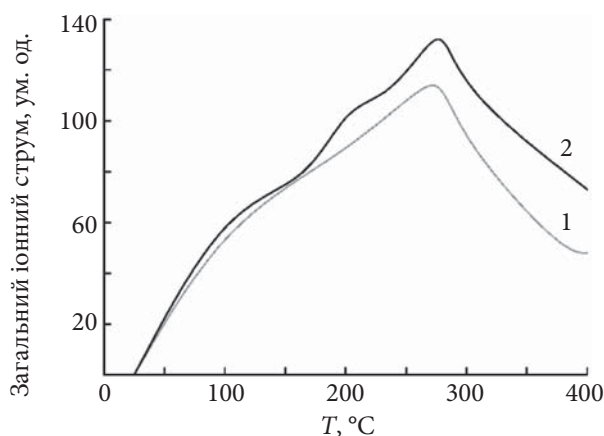


Рис. 2. Температурна залежність загального іонного струму виділення летких продуктів термодеструкції зразка №5 композиції ТПК: 1 – вихідного; 2 – після УФ-опромінення

комп'ютерною програмою, яка дає змогу реєструвати інтенсивність кожного леткого продукту деструкції за інтенсивністю площі під відповідними піками.

Вивчали температурну залежність зміни інтенсивності виділення летких продуктів: загальний іонний струм (I , ум.од.) термодест-

рукції досліджуваних зразків, склад іонних фрагментів за різної температури, їхню індивідуальну питому інтенсивність.

Подальші дослідження, виконані мас-спектрометричним методом, були спрямовані на визначення функціональних змін у плівкотвірних композиціях за рахунок введення ТПК із різними пластифікувальними добавками, які пришвидшують деградацію, що було визначено фізико-механічними випробуваннями на міцність на розрив та еластичність.

На рис. 2 наведено криві температурної залежності загального іонного струму виділення летких продуктів термодеструкції зразка композиції ТПК № 5 вихідного (крива 1) і після УФ-опромінення (крива 2).

Зміни питомої інтенсивності характерних іонних фрагментів зразків ТПК після впливу УФ-опромінення наведено в табл. 3.

Аналізуючи наведені в табл. 3 результати мас-спектрометричних досліджень можна констатувати, що бінарні функціональні компоненти на основі стеаринової і щавлевої кислот у ТПК після УФ-опромінення сприяють підвищенню інтенсивності виділення іонних фрагментів при розкладанні та втраті міцності зразків.

Таблиця 3. Зміни питомої інтенсивності характерних іонних фрагментів зразків ТПК після впливу УФ-опромінення

Склад композиції ТПК, мас. %	m/z	Іонний фрагмент	$I \cdot 10^{-4}$ у.о. вихідний	$I \cdot 10^{-4}$ у.о. після УФ/	
			$T = 280^\circ\text{C}$	$T = 270^\circ\text{C}$ $\Delta I, \%$	
Крохмаль – 66	18	H_2O	4,98	7,70/54,6	
Гліцерин – 32	43	$\text{CH}_3\text{CO}; \text{C}_3\text{H}_7$	4,97	10,24/106,0	
Стеаринова к-та – 2	31	CH_3O	4,07	8,20/101,0	
	60	$\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$	3,74	5,32/42,2	
	44	CO	3,41	6,70/96,5	
	29	$\text{C}_2\text{H}_5; \text{CHO}$	3,23	6,42/98,7	
	61	$\text{C}_2\text{H}_3\text{O}$	2,66	3,87/45,5	
	57	$\text{C}_2\text{HO}; \text{C}_4\text{H}_9$	1,78	3,22/80,9	
	73	$\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$	1,59	3,98/150,0	
	42	CH_3CO	1,49	2,87/92,6	
	98	$\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_3; \text{C}_7\text{H}_{14}$	0,96	3,84/300,0	
	Загальна кількість фрагментів m/z в обл. max			78	94
	$max\ m/z$			144	259
Крохмаль – 66,50 Гліцерин – 30,00 Стеаринова к-та – 3, 25 Щавлева к-та – 0,25	43	CH_3CO	5,14	7,15/39,1	
	18	H_2O	4,65	7,06/51,8	
	31	CH_3O	3,80	4,28/12,6	
	60	$\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$	3,34	5,04/44,7	
	44	$\text{CO}; \text{CH}_3\text{CHO}$	3,19	6,99/119,0	
	29	$\text{CHO}; \text{C}_2\text{H}_5$	3,04	3,54/16,4	
	57	C_2HO_2	2,44	3,40/39,3	
	73	$\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$	1,80	2,14/18,8	
	42	CH_3CO	1,47	1,83/24,5	
	55	$\text{C}_3\text{H}_3\text{O}$	1,33	1,99/49,6	
Загальна кількість фрагментів m/z в обл. max			91	76	
$m/z\ max$			259	259	

Висновки

Досліджено вплив функціональних добавок із різною кількістю карбоксильних груп в композиції пластифікованого крохмалю і термомеханічного оброблення композицій.

Визначено технологічні параметри термомеханічного оброблення композицій крохмалю за різного вмісту функціональних добавок.

Проведено дослідження плівкових зразків методом ІЧ-спектроскопії та мас-спектрометрії

з метою отримання функціональних характеристик. Встановлено утворення етерних зв'язків у композиціях ТПК, які формуються за рахунок введення кислот і термомеханічного оброблення композицій пластифікованого гліцерином крохмалю.

Встановлено, що втрата міцності й еластичності композицій після УФ-опромінення протягом 90 діб становить 82–90 і 60–70 % відповідно.

REFERENCES

1. Estrada – Monje A., Alonso-Romero S., Zitzumbo-Guzman R., Estrada-Moreno I.A., Zaragoza-Contreras E.A. Thermoplastic Starch – Based Blends with Improved Thermal and Thermomechanical Properties. *Polymers*, 2021, no.13: 4263 – 4276. <https://doi.org/10.3390/polym13234263>.
2. Zhai X., Wang W., Zhang H., Dai Y., Dong H., Hou H. Effects of high starch content on the physicochemical properties of starch/PBAT nanocomposite films prepared by extrusion blowing. *Carbohydrate Polymers*, 2020: 239. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116231>.
3. Phothisarattana D., Wongphan P., Promsorn J., Harnkarnsujarit N. Blown film extrusion of PBAT/TPS/ZnO nanocomposites for shelf-life extension of meat packaging. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 2022: 214. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2022.112472>.
4. Wongphan P., Panrong T., Harnkarnsujarit N. Effect of different modified starches on physical, morphological, thermomechanical, barrier and biodegradation properties of cassava starch and polybutylene adipate terephthalate blend film. *Food Packaging and Shelf Life*. 2022, 32: 100844. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2022.100844>.
5. Klinmalai P., Srisa A., Laorenza V., Katekhong W., Harnkarnsujarit N. Antifungal and plasticization effects of carvacrol in biodegradable polylactic acid and PBAT blend films for bakery packaging. *LWT*. 2021, 152: 112356 <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112356>.
6. Katekhong W., Wongphan P., Klinmalai P., Harnkarnsujarit N. Thermoplastic starch blown films functionalized by plasticized nitrit blended with PBAT for superior oxygen barrier and active biodegradable meat packaging. *Food Chem*. 2022; 374: 131709. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131709>.
7. Dahiru Adamu Ajiya, Suzi Salwah Jikan, Balkis Haji A.Talip, Nur Azam Badarulzaman, Matias – Peralta, Darfizzi Derawi, Shehu Yahaya. The Influence of Glycerol on Mechanical, Thermal and Morphological Properties of Thermoplastic Tapioca Starch Film. *Journal of Science and Technology*. 2017, 9, no. 4: 24–29. <https://publisher.uthm.edu.my/ojs/index.php/JST/article/view/2054>.
8. Lukin N.D., Ananov V.V., Kolpakova V.V., Usachev I.S., Sardzhveladze A.S., Sdobnikova O.A., Solomin D.A., Lukin D.N. Biologicheskii razrushaemaya termoplastichnaya kompozitsiia. Patent RF 2645677 C1. Opubl. 27.02.2018. Bul. no. 6.
9. Vasilev I.Yu., Ananov V.V., Kolpakova V.V., Sardzhveladze A.S. Razrabotka tehnologii polucheniia biorazlagayemykh kompozitsiy na osnove polietilena, krakhmala i monogliceridov. *Fine Chemical Technologies*. 2020, no 15: 44–55.
10. Kolpakova V.V., Usachev I.S., Solomin D.A. Biorazlagaemye polimery: sostavnye biokomponenty i tekhnologicheskie resheniya proizvodstva. *Pishchevaia promyshlennost*. 2019, no. 12: 51–57. <https://doi.org/10.1055/a-0881-0918>.
11. Pat. 11518860 B1 US. Biodegradable and waterproof shaped articles based on thermoplastic starch with lower retrogradation and improved mechanical properties. 2022.
12. Patent WO 2019/138022 A1. Thermoplastic starch. Opubl. 18.07.2019.
13. Bishko M.V., Seminskij O.O., Zubrij O.G. Influence of plastificer selection on starch based polymer properties Bulletin of National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute" Series "Chemical Engineering Ecology and Resource Saving". 2022, no 1: 9 -19. <https://doi.org/10.20535/2617-9741.1.2022.254154>.
14. Keydis Martinez Villadiego, Mary Judith Arias Tapia, J.Useche, Daniela Escobar Macias. Thermoplastic Starch (TPS)/ Polylactic Acid (PLA) Blending Methodologies: A Review. *Journal of Polymers and the Environment*. 2022, 30: 75-91 <https://doi.org/10.1007/s10924-021-02207-1>.
15. Palai B., Biswal M., Mohanty S., Nayak S. In situ reactive compatibilization of polylactic acid (PLA) and thermoplastic

- starch (TPS) blends: synthesis and evaluation of extrusion blown films thereof. *Industrial Crops and Products*. 2019, 1 December, 14: 111748. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111748>.
16. *Aarsha Surendren, Amar K. Mohanty, Qiang Liu, Manjusri Misra*. A review of biodegradable thermoplastic starches, their blends and composites: recent developments and opportunities for single-use plastic packaging alternatives. *Green Chemistry*. 2022, no 24: 8606 – 8636. <https://doi.org/10.1039/D2GC02169B>.
17. *Rechun O.Yu., Tkachuk V.V.* Use of biodegradable polymers and antimicrobial packaging materials in food packaging. *Tovaroznavchyi visnyk*. 2022, 15: 274-285. <https://doi.org/10.36910/6775-2310-5283-2022-15-24>.
18. *Kolpakova V.V., Sardzhveladze A.S. Papahin A.A., Borodina Z.M., Vasilev I.Yu., Ananov V.V.* Biologicheskii razrushaemaia termoplastichnaia kompozitsiia. Patent RF 2761830 C . Publ. 22.04.2021. Bul. no.12.
19. *Sova N.V., Savchenko B.M., Plavan V.P., Biloshenko V.O.* Some ways to create environmentally safe polymer packaging in Ukraine. *Upakovka*. 2017, no 5: 31 – 34.

Received 15.11.2023

T.V. Dmytrieva,

Institute of Macromolecular Chemistry NAS of Ukraine, 48, Kharkivske shosse, Kyiv, 02155 Ukraine

S.K. Krymovska,

Institute of Macromolecular Chemistry NAS of Ukraine, 48, Kharkivske shosse, Kyiv, 02155 Ukraine

G.E. Glieva,

Institute of Macromolecular Chemistry NAS of Ukraine, 48, Kharkivske shosse, Kyiv, 02155 Ukraine

V.I. Bortnitskyi,

Institute of Macromolecular Chemistry NAS of Ukraine, 48, Kharkivske shosse, Kyiv, 02155 Ukraine

S.V. Riabov,

Institute of Macromolecular Chemistry NAS of Ukraine, 48, Kharkivske shosse, Kyiv, 02155 Ukraine,

e-mail: imcnasusr@ukr.net

STUDY OF THE EFFECTIVENESS OF THE INFLUENCE OF PLASTICIZERS AND FUNCTIONAL ADDITIVES IN THE RECEIVING OF THERMOPLASTIC STARCH ON ITS FILM-FORMING AND DESTRUCTIVE PROPERTIES

A literature review on the production of thermoplastic starch (TPS) with various plasticizing additives as a component of biodegradable polymer compositions was conducted. Plasticizing additives with different functional groups, due to which starch modification occurs, were analyzed. In order to expand the spectrum of functional additives for the formation of TPS, the introduction of acids with different amounts of carboxyl groups: citric, oxalic, oleic, stearic was studied. The technological parameters of thermomechanical processing of starch compositions and the quantitative composition of the components are determined. Physical and mechanical tests of strength and elasticity of film samples of TPS compositions and compatible with synthetic polymer were carried out. In order to obtain the structural characteristics of TPS and TPS films with polyethylene, studies were carried out by IR-Fourier spectroscopy and mass spectrometry. Studies of the effect of UV irradiation on the degradability of TPS compositions after exposure in a climate chamber for 90 days were conducted. It was found that the loss of strength and elasticity of TPS and TPS+PE film samples is (82–90)%, elasticity (60–70)%, depending on plasticizing and structure-forming additives and their amounts.

Keywords: thermoplastic starch, structure-forming additives, film formation.