

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ХАРЧОВИХ  
ТА ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ГАЛУЗЕЙ АПК**

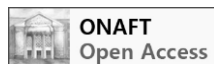
УДК 621.798.18:678.744.7:[664.22+664.38]

**ВПЛИВ ПОЛІВІНІЛОВОГО СПИРТУ НА ВЛАСТИВОСТІ ЇСТИВНИХ ПЛІВОК НА  
ОСНОВІ КАРТОПЛЯНОГО КРОХМАЛЮ І ЖЕЛАТИНУ  
INFLUENCE OF POLYVINYL ALCOHOL ON THE EDIBLE FILMS PROPERTIES  
BASED ON POTATO STARCH AND GELATIN**

**Шульга О. С., канд. техн. наук, доцент  
Національний університет харчових технологій, м. Київ  
Shulga O. S.  
National University of Food Technologies, Kyiv**

Copyright © 2016 by author and the journal "Scientific Works".

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

*В статті наведено результати дослідження впливу плівкоутворювача полівінілового спирту (ПВС) на властивості їстівних плівок на основі картопляного крохмалю та желатину. Мета статті полягала у дослідженні впливу ПВС на динамічну в'язкість, температуру застигання розчинів плівки, показники міцності та видовження, паропроникності, «активності води» та хімічні зміни у складах плівок виготовлених на основі картопляного крохмалю і желатину. У процесі досліджень використано затверджені методики та відповідні прилади. Так, динамічну в'язкість виміряли на приладі Реотест—2. Фізико—механічні властивості проводилися на універсальній випробувальній машині TIRAtest—2151. Вплив ПВС на хімічні зміни у складі плівки встановлено за допомогою ІЧ—спектроскопії на приладі Nexus — 475 фірми Nicolet, таблетка з KBr. Активність води визначали на приладі HygroLab. На підставі проведених досліджень встановлено, що додавання ПВС збільшує динамічну в'язкість розчинів плівки. Збільшення концентрації ПВС підвищує температуру застигання розчину плівки з 23,5 до 28,0 °С. Міцність досліджуваних плівок збільшується з 8,76 МПа до 16,55 МПа при додаванні ПВС. Показник паропроникності збільшується з 6,28 до 7,06 мг/(м·год·кПа) при збільшенні концентрації ПВС у складі плівки. Характер смуг валентних коливань νОН та їх область знаходження різний залежно від кількості ПВС: 1 % — 3439,77 см<sup>-1</sup>, 1,5 % — 3426,25 см<sup>-1</sup>, 2 % — 3411,10 см<sup>-1</sup>, ПВС — 3408,02 см<sup>-1</sup>, що залежить від ступеня участі гідроксильних груп в утворенні водневих зв'язків. За показником «активність води» їстівні плівки відносяться до виробів з низькою вологістю (0,329...0,340), а отже, тривалого строку зберігання. Наукова новизна полягає у встановленні теоретичних закономірностей впливу ПВС на ряд технологічних та споживних властивостей розробленого пакувального матеріалу — їстівна плівка. Отримані результати дозволяють замінити синтетичні пакувальні матеріали для ряду кондитерських та хлібобулочних виробів.*

*The article presents the study results of a film—forming polyvinyl alcohol (PVA) influence on the properties of edible films based on potato starch and gelatin. The purpose of the paper was to study the influence of PVA on dynamic viscosity, the temperature of film solutions fixation, strength and elongation, vapor permeability, "water activity" and chemical changes in film compositions made on the basis of potato starch and gelatin. Approved methods and related devices are used in the research process. Thus, the dynamic viscosity was measured by the device Reotest—2. Physical and mechanical properties were measured by the universal test device TIRAtest—2151. PVA influence on chemical changes in the composition of the film is determined by infrared spectroscopy by the device Nexus—475 firm Nicolet, a tablet with KBr. The water activity was determined by the HygroLab. It was established that the PVA addition increases the dynamic viscosity of the film solution on the conducted research basis. PVA raises the freezing solution film temperature from 23.5 to 28.0 °C. The strength of the studied films increases from 8.76 MPa to 16.55 MPa when added PVA. Vapor permeability index increases from 6.28 to 7.06 mg/(m h kPa) with increasing PVA concentration in the film. The nature of the strips valence vibrations νON and their range is different depending on the amount of PVA: 1 % — 3439.77 cm<sup>-1</sup>, 1.5 % — 3426.25 cm<sup>-1</sup>, 2 % — 3411.10 cm<sup>-1</sup>, PVA — 3408.02 cm<sup>-1</sup>, which depends on the degree of hydroxyl groups participation in the hydrogen bonds formation. According to the "activity of water" edible films are products with a low humidity (0,329...0,340), and therefore, a long shelf life. Scientific novelty consists in the establishment of theoretical regularities of the PVA influence on technological and consumer properties of the developed packaging material — edible film. The obtained results allow replacing synthetic packing materials for a range of confectionery and bakery products.*

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ХАРЧОВИХ  
ТА ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ГАЛУЗЕЙ АПК

**Ключові слова:** їстівна плівка, желатин, полівініловий спирт, картопляний крохмаль, паропроникність, активність води, динамічна в'язкість

**Key words:** edible film, gelatin, polyvinyl alcohol, potato starch, vapor permeability, water activity, dynamic viscosity

**Постановка проблеми та її зв'язок з найважливішими науковими і практичними завданнями.** На сьогодні залишається актуальним питання екологічності пакувальних матеріалів. Обсяги сміття від пакувальних матеріалів з кожним роком, на жаль, не особливо зменшуються. Існуючі способи утилізації пакувальних матеріалів рециклінг та спалювання потребують суттєвих капіталовкладень. Тому і досі для нашої країни залишається основним способом утилізації — сміттєзвалища. Проте якщо використовувати біодеградабельні матеріали, то з часом вільних площ на Україні, як і в усьому світі, просто не залишиться. Саме тому актуальним залишається питання розроблення біодеградабельних матеріалів, які за декілька місяців в природних умовах змогли б перетворитися на безпечні для довкілля речовини: гумус, вода та вуглекислий газ. Необхідно також враховувати, що в Європі вкрай актуальним є питання екологічності пакувальних матеріалів, а вже не за горами коли Україна стане повноцінним членом європейської спільноти.

На сьогодні в Європі в сфері екологічності пакувальних матеріалів керуються Директивою № 94/62/ЄС Європейського Парламенту та Ради «Про упаковку та відходи від упаковки», яка спрямована на повторне перероблення пакувальних матеріалів, зокрема там зазначається: «управління в області упаковки відходів від упаковки має в першу чергу забезпечувати попередження утворення відходів від упаковки і керуватися такими додатковими основними принципами, як повторне використання упаковки, переробка та інші форми повторного використання відходів від упаковки і, в підсумку, скорочення обсягу кінцевої утилізації відходів; оскільки для мінімізації впливу упаковки та відходів від упаковки на навколишнє середовище і усунення бар'єрів в торгівлі та порушення конкуренції необхідно визначити основні вимоги, що регулюють склад та повторно використовуваний і відновлюваний (включаючи перероблений) характер упаковки».

Одним з напрямів біодеградабельних матеріалів є їстівні плівки та покриття, оскільки вони виробляються з сировини призначеної для виготовлення харчових продуктів.

Отже, складу пакувальних матеріалів приділяється значна увага, тому їстівні плівки є повноцінною альтернативою для зменшення відходів пакувальних матеріалів.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Біодеградабельні їстівні плівки на основі природних полімерів (крохмаль, целюлоза, білок тощо) за рахунок своєї гідрофільності поки що не можуть повністю витіснити синтетичні матеріали, оскільки мають високу паропроникність. З синтетичних біодеградабельних матеріалів найбільший інтерес представляє полівініловий спирт (ПВС), який є водорозчинним, являється дозволеною харчовою добавкою E 1203 і дає плівки з низькою паропроникністю. ПВС визнаний одним з небагатьох вінілових полімерів, розчинних у воді, які також схильні до біодеградації в присутності відповідних акліматизованих мікроорганізмів. Відповідно, все більша увага приділяється підготовці екологічно сумісних матеріалів на основі ПВС для широкого спектра застосувань [1]. На сьогодні ПВС комбінують з борошном амаранту багряного [2]; нежелатинізованим та желатинізованим крохмалем з гліцерином або сечовиною [3]; екструдованим кукурудзяним крохмалем [4]; желатином [5 — 7]; геланом [8]; побічними продуктами лігноцелюлозних волокон, отриманих з екстрактів соку з цукрової тростини, яблучного і апельсинового [9]; гороховим крохмалем [10]; колагеновим гідролізатом [11]; тапіоковим крохмалем [12]; хітозаном [13]; ізолятом соєвого білку [14]; крохмалю з епіхлоргідринном, формальдегідом, оксидом цинку та бурою [15]; ацетильованого крохмалю [16]. З метою надання антибактеріальних властивостей пакувальним матеріалам на основі ПВС та крохмалю карави до їх складу додають ефірні олії гвоздики або орегано [17] або ПВС і карбоксиметилцелюлози з гвоздику [18].

Згідно наведених літературних даних використання ПВС є актуальним питанням у галузі створення біодеградабельних пакувальних матеріалів. Нами запропоновано ПВС поєднати з картопляним крохмалем, як доступною та відносно не дорогою сировиною, також до складу введено желатин, карбамід як пластифікатор та лляну олію як гідрофобну складову.

**Мета роботи** — дослідити вплив ПВС на властивості їстівних плівок виготовлених на основі картопляного крохмалю і желатину: динамічну в'язкість, температуру застигання розчинів плівки, показники міцності та в'язкості, паропроникності, «активності води» та хімічні зміни у складі плівки за допомогою ІЧ—спектроскопії.

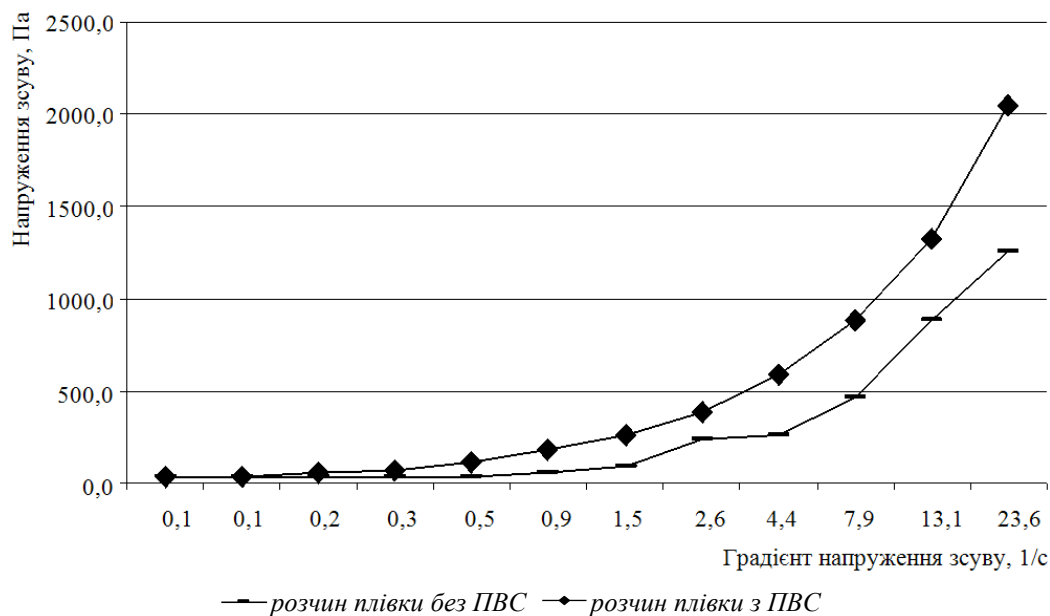
**Викладення основного матеріалу.** Зразки плівки для дослідження були виготовлені з картопляного крохмалю — 5 %, желатину — 15 %, ПВС (E 1203) — 1; 1,5 і 2 %, карбаміду (E 927b) — 3 %, лляної олії — 5 %, води — решта. Плівку готували наступним чином: плівкоутворювач ПВС змішували з водою та при нагріванні розчиняли; крохмаль і желатин змішували у сухому вигляді та додавали у водний розчин ПВС. Суміш нагрівали до розчинення желатину та клейстеризації крохмалю, далі додавали пластифікатор — карбамід. Розчин охолоджували до 40 °C і додавали лляну олію збиваючи до утворення однорідної емульсії. Утворену емульсію ви-

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ХАРЧОВИХ  
ТА ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ГАЛУЗЕЙ АПК

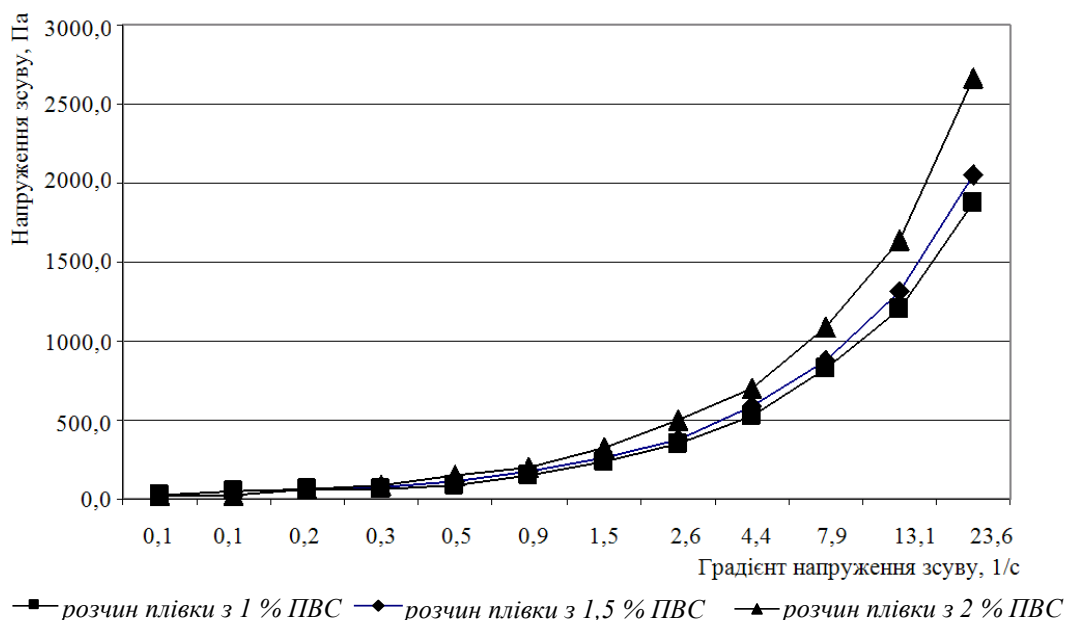
ливали на тefлонову поверхню та витримували 10...12 год до повного висихання. На вироби (кондитерські, хлібобулочні тощо) плівку наносять шляхом глазурування використовуючи відповідне обладнання.

Істівна плівки або покриття запропонованого складу на вироби наноситься шляхом глазурування, залежно від в'язкості розчину необхідно підбирати технологічне обладнання та режими нанесення.

В'язкість вимірювали відповідно до ГОСТ 1929—87. Дослідження показали, що наявність ПВС у складі плівки підвищує в'язкість розчину плівки (рис. 1 а). Було встановлено також вплив концентрації ПВС на динамічну в'язкість розчину істівної плівки, результати дослідження наведено на рис. 1 б.



а)



б)

а) — за наявності ПВС; б) — за різної концентрації ПВС

Рис. 1 — Криві течії розчину плівки залежно від наявності ПВС та концентрації ПВС у складі розчину плівки

## УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ХАРЧОВИХ ТА ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ГАЛУЗЕЙ АПК

Графіки показують, що збільшення ПВС на 0,5 % у складі плівки призводить до відчутного збільшення динамічної в'язкості розчину, що можна пояснити здатністю ПВС утворювати водневі зв'язки зі складовими плівки (крохмаль, желатин), які і спричиняють зміцнення структури.

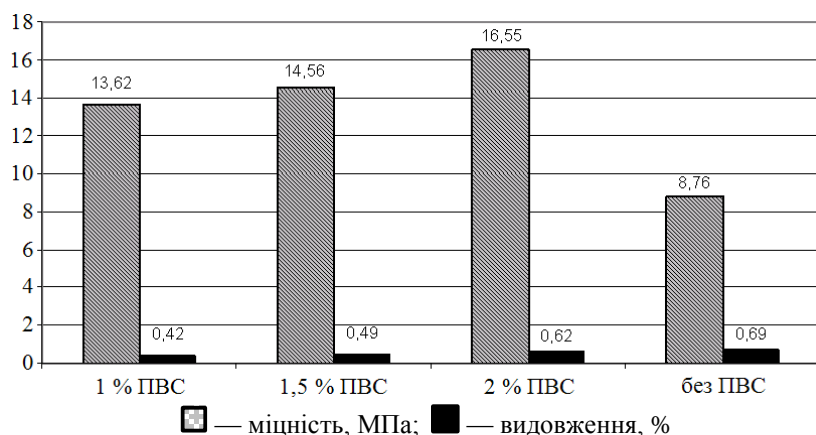
У складі плівки є желатин, який утворює драгли (твердий стан) при зниженні температури. Можна очікувати, що більш в'язкий розчин здатний при більш високих температурах застигати. Для того, щоб уникнути передчасного утворення драглю необхідно встановити температуру застигання наведених розчинів. За допомогою приладу Жукова (ГОСТ 8285—91) була встановлена температура застигання. Результати наведені в табл. 1.

**Таблиця 1 — Температура застигання розчинів плівки з різним вмістом желатину**

Вміст ПВС у плівковому розчині, %	Температура застигання розчину, °С
0,0	23,5±0,1
1,0	26,5±0,1
1,5	27,0±0,1
2,0	28,0±0,1

Результати табл. 1 показують, що при збільшенні концентрації ПВС розчин плівки застигає при більш високих температурах, що можна пояснити тим, що при більшій густині (рис. 1) молекули полімерів, зокрема желатину, знаходяться на ближчій відстані та менш рухомі за рахунок чого і утворюється структура драглю швидше.

ПВС як синтетичний матеріал утворює відносно міцні плівки, тому можна очікувати, що при додаванні ПВС до природних полімерів (крохмаль і желатин) утворена плівка буде більш міцною. Фізико—механічні властивості проводилися на універсальній випробувальній машині TIRAtest—2151 відповідно до ГОСТ 14359—69 та ГОСТ 14236—81. Результати дослідження наведено на рис. 2.



**Рис. 2 — Значення показників міцності та видовження плівок залежно від вмісту ПВС у складі плівки**

Відповідно до наведених результатів (рис. 2) додавання ПВС до складу їстівної плівки зміцнює плівку і, як наслідок, значення цього показника зростає з 8,76 МПа до 16,55 МПа. Показник видовження має низькі значення, отже, плівка нееластична і тому більше схожа на покриття. Додавання ПВС на цей показник не впливає, наведені розходження числових значень лежать в межах похибки експерименту.

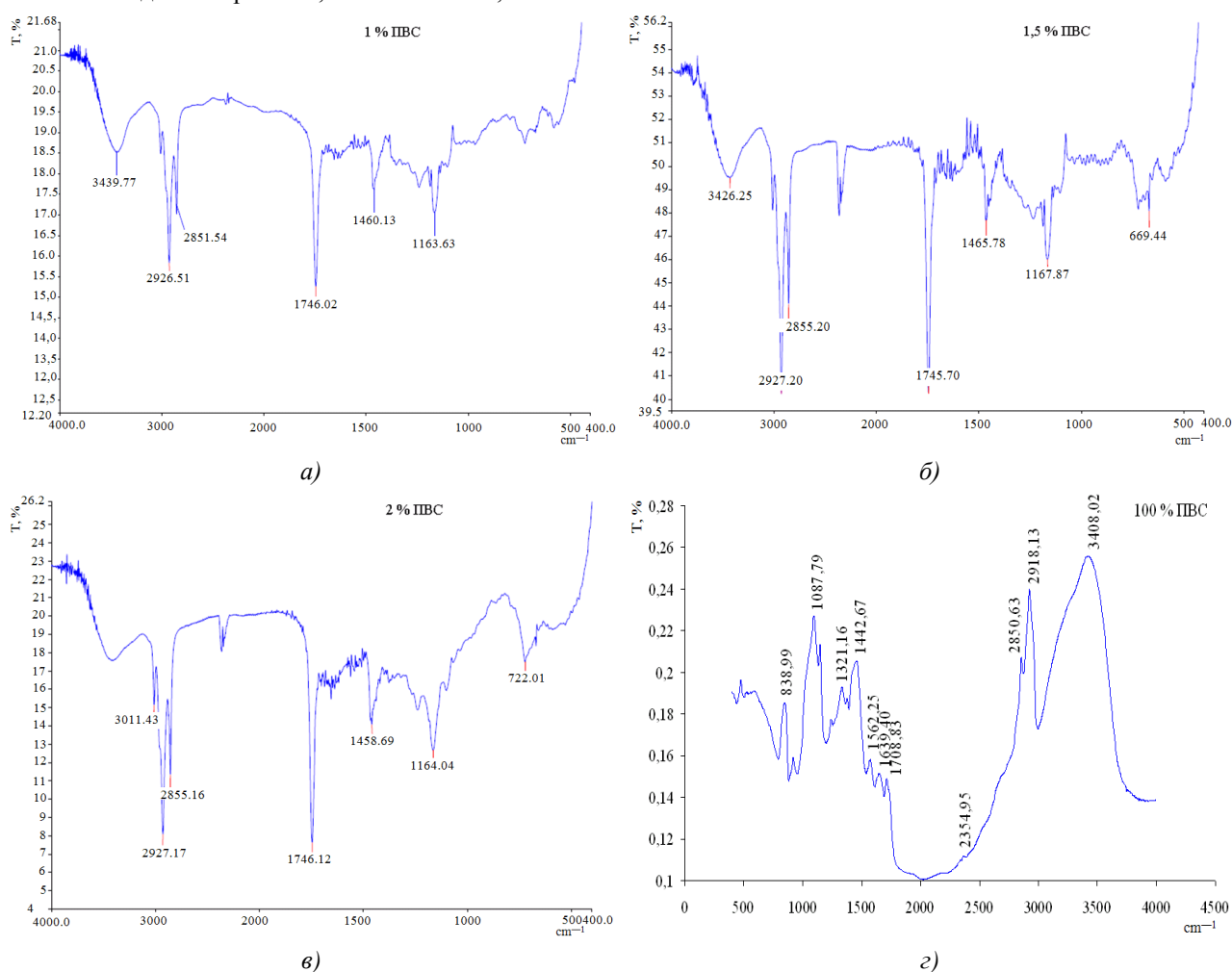
Вплив ПВС на хімічні зміни у складі плівки встановлено за допомогою ІЧ—спектроскопії. Інфрачервоне дослідження проводилося на приладі Nexus — 475 фірми Nicolet, таблетка з *KBr*.

При порівнянні спектрів наведених на рис. 3 видно, що різниця полягає у характері смуг валентних коливань  $\nu_{OH}$ , залежно від ступеня участі гідроксильних груп в утворенні водневих зв'язків. В спектрі плівки з 1 % ПВС ця смуга широка середньої інтенсивності і лежить при  $3439,77 \text{ см}^{-1}$ . В спектрі плівки з 1,5 % ПВС ця смуга подібна до попередньої, але лежить в області менших коливань при  $3426,25 \text{ см}^{-1}$ . В спектрі з 2 % ПВС ця смуга широка та менш інтенсивна і лежить при  $3411,10 \text{ см}^{-1}$ , а в спектрі ПВС — широка і лежить при  $3408,02 \text{ см}^{-1}$ . Відомо, що положення і характер смуги залежить від ступеня і участі гідроксильної групи у водневих зв'язках. Водневі зв'язки змінюють силову константу зв'язку  $O—H$ , яка зменшує частоту коливань, що і спостерігається в ІЧ спектрах з різним вмістом ПВС. Отже, при збільшенні вмісту ПВС у складі їстівної плівки збільшує кількість водневих зв'язків, що призводить до збільшення міцності плівок.

В спектрі ПВС наявні дві смуги, що обумовлені наявністю валентних коливань  $\nu_{CH_2}$ : одна з них інтенсивна і вузька лежить при  $2918,13 \text{ см}^{-1}$ , інша — середньої інтенсивності і лежить при  $2850,63 \text{ см}^{-1}$ . Характерно те, що у спектрах плівок до складу яких входить ПВС ці смуги також спостерігаються на відміну від спектрів плівок без ПВС. У спектрі з вмістом 1 % ПВС зазначена смуга є інтенсивною і знаходиться при  $2926,51 \text{ см}^{-1}$  та при  $2851,54 \text{ см}^{-1}$  середньої інтенсивності. В спектрі плівки з вмістом 1,5 % ПВС зазначена смуга є інтенсивною

## УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ХАРЧОВИХ ТА ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ГАЛУЗЕЙ АПК

і знаходиться при  $2927,20\text{ см}^{-1}$  та  $2855,20\text{ см}^{-1}$ . В спектрі плівки з вмістом 2 % ПВС зазначена смуга є інтенсивною і знаходиться при  $2927,17\text{ см}^{-1}$  та  $2855,15\text{ см}^{-1}$ .



а) — 1 % ПВС; б) — 1,5 % ПВС; в) — 2 % ПВС; г) — 100 % ПВС

**Рис. 3 — ІЧ—спектри плівок з різним вмістом ПВС**

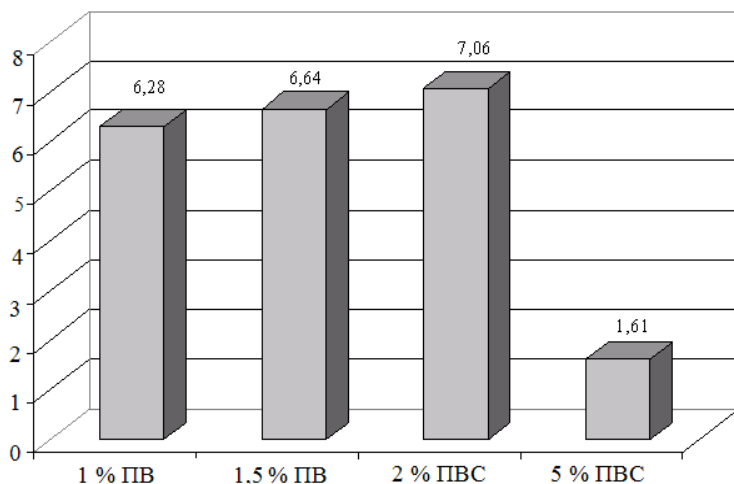
Всі чотири спектри містять смуги деформаційних коливань групи  $—CH_2—$ , яка характерна для ланцюга ПВС ( $—CH_2—CH_2OH—$ ), а саме:  $1460,13\text{ см}^{-1}$ ;  $1465,75\text{ см}^{-1}$ ;  $1458,60\text{ см}^{-1}$  і  $1442,67\text{ см}^{-1}$ . Отже, додавання ПВС навіть у невеликій кількості активно впливає на структуру матриці їстівної плівки.

Пакувальні матеріали в цілому, їстівні плівки, зокрема, повинні зберігати свіжість виробів і тому утримувати вологу всередині виробів. Показник паропроникності показує на скільки матеріал здатний пропускати вологу. Паропроникність плівок перевіряли за ГОСТ 7730—89 [23]. Результати дослідження представлені на рис. 4.

Найменший показник паропроникності має плівка до складу якої входили 5 % ПВС і яка складалася лише з ПВС і води. Проте таку плівку неможливо використовувати як «їстівну», хоча вона є прозорою і надає поверхні виробам блиску, але вкрай жорстка, що ускладнює розмовування виробів в цілому. Суттєве збільшення (з 1,61 до 6,28...7,06 мг/(м·год·кПа)) значення паропроникності відбувається за умови коли до складу плівки входять інші плівкоутворювачі — крохмаль, желатин. Це можна пояснити тим, що інші плівкоутворювачі при побудові своєї матриці, руйнують цілісність матриці ПВС, що зумовлює утворення отворів, які і пропускають вологу. Крім того, чим більший вміст ПВС у складі плівки з іншими полімерами, тим значення паропроникності більше (рис. 4). Наведені експериментальні дані розходяться з думкою авторів [19], які вказують, що невелика кількість ПВС (до 20 %) зменшує показник паропроникності, оскільки ця кількість здатна змішуватися з молекулярними ланцюгами білку, що зменшує початкову сорбцію води за рахунок більшої щільності, що забезпечується довгими ланцюгами ПВС, а також ці ланцюги перехреснуються з водневими зв'язками між білком та  $—OH$ .



УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ХАРЧОВИХ  
ТА ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ГАЛУЗЕЙ АПК



Примітка: До складу плівки з 5 % ПВС входили лише ПВС та вода

Рис. 4 — Значення показника паропроникності залежно від вмісту ПВС у складі плівки

зауважити, що за однакового вмісту ПВС 1 % (приклади 1 і 2) або 2 % (приклади 4 і 5) при більшому вмісті крохмалю активність води більша. Більший вміст води у складі плівки не обумовлює збільшення активності води: приклад 2 вміст води 71 % показник  $A_w$  найменший — 0,329, тоді як за вмісту води 68,5...0,336 — один з найбільших.

Таблиця 2 — Зміна показника  $A_w$  в залежності від складових істотної плівки

Приклад	Склад плівки, %	$A_w$
1	ПВС — 1 Крохмаль — 6,5 Вода — 68,5	0,336
2	ПВС — 1 Крохмаль — 5 Вода — 71	0,329
3	ПВС — 1,5 Крохмаль — 6,5 Вода — 69	0,333
4	ПВС — 2 Крохмаль — 6,5 Вода — 69,5	0,334
5	ПВС — 2 Крохмаль — 5 Вода — 70	0,329
6	ПВС — 3 Крохмаль — 5 Вода — 69	0,340

Примітка: Решта компонентів істотної плівки (желатин, карбамід, ляна олія) містяться в однаковій кількості для наведених складів

Література

- Biodegradation of poly (vinyl alcohol) based materials / Chiellini E. et al. // Progress in Polymer Science. 2003. Vol. 28, № 6. P. 963—1014. DOI: 10.1016/S0079—6700(02)00149—1

На нашу думку наведені твердження авторів [19] більше впливатимуть на міцність плівки, аніж на зменшення розміру пор, що унеможливуватиме пропускання водяних парів.

Активність води перевіряли на шести складах істотної плівки з різним вмістом крохмалю, ПВС і води решта складових міститься в однаковій кількості для кожного зразка. Активність води визначали на приладі *HygroLab*. Результати дослідження зміни «активності води» ( $A_w$ ) залежно від вмісту ПВС у складі плівки наведено в табл. 2.

Результати табл. 2 демонструють, що зміна показника  $A_w$  відбувається в невеликому інтервалі — 0,329...0,340. Дані значення вказують, що істотні плівки та покриття відносяться до продуктів з невеликою активністю, а, отже, тривалого строку зберігання [20]. Проте необхідно

**Висновки.** Додавання ПВС до складу істотних плівок на основі крохмалю та желатину збільшує динамічну в'язкість розчинів плівки, крім того, збільшення концентрації ПВС також збільшує динамічну в'язкість плівкового розчину, що необхідно враховувати при підборі обладнання для нанесення плівкоутворюючого розчину на поверхню виробів.

Збільшення концентрації ПВС у складі плівки підвищує температуру застигання розчину плівки, що обумовлює використання температурного обладнання для нанесення розчину плівки на вироби. Міцність досліджуваних плівок збільшується з 8,76 МПа до 16,55 МПа при додаванні ПВС до складу плівки. Показник вдовження досліджуваних плівок знаходиться в межах 0,42...0,69 %, отже, плівки є не еластичними, тому для них також коректно застосовувати термін «покриття». Показник паропроникності збільшується з 6,28 до 7,06 мг/(м·год·кПа) при збільшенні концентрації ПВС у складі плівки. Характер смуг валентних коливань  $\nu_{OH}$  та їх область знаходження різний залежно від кількості ПВС. За показником «активність води» істотні плівки відносяться до виробів з низькою вологістю, а отже, тривалого строку зберігання.

## УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ХАРЧОВИХ ТА ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ГАЛУЗЕЙ АПК

2. Elizondo N. J., Sobral P. J. A., Menegalli F. C. Development of films based on blends of *Amaranthus cruentus* flour and poly (vinyl alcohol) // *Carbohydrate polymers*. 2009. Vol. 75, № 4. P. 592—598. DOI: 10.1016/j.carbpol.2008.08.020
3. Luo X., Li J., Lin X. Effect of gelatinization and additives on morphology and thermal behavior of corn starch / PVA blend films // *Carbohydrate Polymers*. 2012. Vol. 90., № 4. P. 1595—1600. DOI: 10.1016/j.carbpol.2012.07.036
4. Extruded cornstarch—glycerol—polyvinyl alcohol blends: mechanical properties, morphology, and biodegradability / Mao L. et al. // *Journal of Polymers and the Environment*. 2000. Vol. 8, № 4. P. 205—211. DOI: 10.1023/A:1015201928153
5. Thermomechanical properties of biodegradable films based on blends of gelatin and poly (vinyl alcohol) / Mendieta—Taboada O. et al. // *Food Hydrocolloids*. 2008. Vol. 22, № 8. P. 1485—1492. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2007.10.001
6. Film forming solutions based on gelatin and poly (vinyl alcohol) blends: Thermal and rheological characterizations / Moraes I. C. F. et al. // *Journal of Food Engineering*. 2009. Vol. 95, № 4. P. 588—596. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2009.06.023
7. The effect of the degree of hydrolysis of the PVA and the plasticizer concentration on the color, opacity, and thermal and mechanical properties of films based on PVA and gelatin blends / Maria T. M. C. et al. // *Journal of Food Engineering*. 2008. Vol. 87, № 2. P. 191—199. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2007.11.026
8. Sudhamani S. R., Prasad M. S., Sankar K. U. DSC and FTIR studies on gellan and polyvinyl alcohol (PVA) blend films // *Food Hydrocolloids*. 2003. Vol. 17, № 3. P. 245—250. DOI: 10.1016/S0268—005X(02)00057—7
9. Composite films based on biorelated agro—industrial waste and poly (vinyl alcohol). Preparation and mechanical properties characterization / Chiellini E. et al. // *Biomacromolecules*. 2001. Vol. 2, № 3. P. 1029—1037. DOI: 10.1021/bm010084j
10. Comparative study on the films of poly (vinyl alcohol)/pea starch nanocrystals and poly (vinyl alcohol)/native pea starch / Chen Y. et al. // *Carbohydrate Polymers*. 2008. Vol. 73, № 1. P. 8—17. DOI: 10.1016/j.carbpol.2007.10.015
11. Poly (vinyl alcohol)—collagen hydrolysate thermoplastic blends: II. Water penetration and biodegradability of melt extruded films / Alexy P. et al. // *Polymer testing*. 2003. Vol. 22, № 7. P. 811—818. DOI: 10.1016/S0142—9418(03)00015—1
12. Ismail H., Zaaba N. F. Effect of additives on properties of polyvinyl alcohol (PVA)/tapioca starch biodegradable films // *Polymer—Plastics Technology and Engineering*. 2011. Vol. 50, № 12. P. 1214—1219. DOI: 10.1080/03602559.2011.566241
13. Physical, structural and antimicrobial properties of poly vinyl alcohol—chitosan biodegradable films / Bonilla J. et al. // *Food Hydrocolloids*. 2014. Vol. 35. P. 463—470. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2013.07.002
14. Moisture sorption and water vapor permeability of soy protein isolate/poly (vinyl alcohol)/glycerol blend films / Su J. F. et al. // *Industrial Crops and Products*. 2010. Vol. 31, № 2. P. 266—276. DOI: 10.1016/j.indcrop.2009.11.010
15. Maiti S., Ray D., Mitra D. Role of crosslinker on the biodegradation behavior of starch/polyvinylalcohol blend films // *Journal of Polymers and the Environment*. 2012. Vol. 20, № 3. P. 749—759. DOI: 10.1007/s10924—012—0433—6
16. Synthesis and characterization of maize starch acetates and its biodegradable film / Zhu J. et al. // *Polymer—Plastics Technology and Engineering*. 2007. Vol. 46, № 12. P. 1135—1141. DOI: 10.1080/03602550701558116
17. Biodegradable active packaging based on cassava bagasse, polyvinyl alcohol and essential oils / Debiagi F. et al. // *Industrial Crops and Products*. 2014. Vol. 52. P. 664—670. DOI: 10.1016/j.indcrop.2013.11.032
18. Carboxymethyl cellulose—polyvinyl alcohol films with clove oil for active packaging of ground chicken meat / Muppalla S. R. et al. // *Food Packaging and Shelf Life*. 2014. Vol. 2, № 2. P. 51—58. DOI: 10.1016/j.fpsl.2014.07.002
19. Moisture sorption and water vapor permeability of soy protein isolate/poly (vinyl alcohol)/glycerol blend films / Su J. F. et al. // *Industrial Crops and Products*. 2010. Vol. 31, № 2. P. 266—276. DOI: 10.1016/j.indcrop.2009.11.010
20. Цуканов М. Ф., Черноморец А. Б. Технологические аспекты показателя «активность воды» и его роль в обеспечении качества продукции общественного питания // *Технико—технологические проблемы сервиса*. 2010. № 11. С. 58—63.

## УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ХАРЧОВИХ ТА ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ГАЛУЗЕЙ АПК

### References

1. Chiellini, E., Corti, A., D'Antone, S. & Solaro, R. (2003). Biodegradation of poly(vinyl alcohol) based materials. *Progress in Polymer Science*, 28(6), 963—1014. DOI: 10.1016/S0079—6700(02)00149—1
2. Elizondo, N. J., Sobral, P. J. & Menegalli, F. C. (2009). Development of films based on blends of *Amaranthus cruentus* flour and poly (vinyl alcohol). *Carbohydrate polymers*, 75(4), 592—598. DOI: 10.1016/j.carbpol.2008.08.020
3. Luo, X., Li, J. & Lin, X. (2012). Effect of gelatinization and additives on morphology and thermal behavior of corn starch/PVA blend films. *Carbohydrate Polymers*, 90(4), 1595—1600. DOI: 10.1016/j.carbpol.2012.07.036
4. Mao, L., Imam, S., Gordon, S., Cinelli, P. & Chiellini, E. (2000). Extruded cornstarch—glycerol—polyvinyl alcohol blends: mechanical properties, morphology, and biodegradability. *Journal of Polymers and the Environment*, 8(4), 205—211. DOI: 10.1023/A:1015201928153
5. Mendieta—Taboada, O., Sobral, P. J. D. A., Carvalho, R. A. & Habitante, A. M. B. (2008). Thermomechanical properties of biodegradable films based on blends of gelatin and poly (vinyl alcohol). *Food Hydrocolloids*, 22(8), 1485—1492. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2007.10.001
6. Moraes, I. C., Carvalho, R. A., Bittante, A. M. Q., Solorza—Feria, J. & Sobral, P. J. (2009). Film forming solutions based on gelatin and poly (vinyl alcohol) blends: Thermal and rheological characterizations. *Journal of Food Engineering*, 95(4), 588—596. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2009.06.023
7. Maria, T. M., De Carvalho, R. A., Sobral, P. J., Habitante, A. M. B. & Solorza—Feria, J. (2008). The effect of the degree of hydrolysis of the PVA and the plasticizer concentration on the color, opacity, and thermal and mechanical properties of films based on PVA and gelatin blends. *Journal of Food Engineering*, 87(2), 191—199. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2007.11.026
8. Sudhamani, S. R., Prasad, M. S. & Sankar, K. U. (2003). DSC and FTIR studies on gellan and polyvinyl alcohol (PVA) blend films. *Food Hydrocolloids*, 17(3), 245—250. DOI: 10.1016/S0268—005X(02)00057—7
9. Chiellini, E., Cinelli, P., Imam, S. H., & Mao, L. (2001). Composite films based on biorelated agro—industrial waste and poly (vinyl alcohol). Preparation and mechanical properties characterization. *Biomacromolecules*, 2(3), 1029—1037. DOI: 10.1021/bm010084j
10. Chen, Y., Cao, X., Chang, P. R. & Huneault, M. A. (2008). Comparative study on the films of poly (vinyl alcohol)/pea starch nanocrystals and poly (vinyl alcohol)/native pea starch. *Carbohydrate Polymers*, 73(1), 8—17. DOI: 10.1016/j.carbpol.2007.10.015
11. Alexy, P., Bakoš, D., Crkoňová, G., Kramárová, Z., Hoffmann, J., Julinova, M. & Cinelli, P. (2003). Poly (vinyl alcohol)—collagen hydrolysate thermoplastic blends: II. Water penetration and biodegradability of melt extruded films. *Polymer testing*, 22(7), 811—818. DOI: 10.1016/S0142—9418(03)00015—1
12. Ismail, H. & Zaaba, N. F. (2011). Effect of additives on properties of polyvinyl alcohol (PVA)/tapioca starch biodegradable films. *Polymer—Plastics Technology and Engineering*, 50(12), 1214—1219. DOI: 10.1080/03602559.2011.566241
13. Bonilla, J., Fortunati, E., Atarés, L., Chiralt, A. & Kenny, J. M. (2014). Physical, structural and antimicrobial properties of poly vinyl alcohol—chitosan biodegradable films. *Food Hydrocolloids*, 35, 463—470. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2013.07.002
14. Su, J. F., Huang, Z., Zhao, Y. H., Yuan, X. Y., Wang, X. Y. & Li, M. (2010). Moisture sorption and water vapor permeability of soy protein isolate/poly (vinyl alcohol)/glycerol blend films. *Industrial Crops and Products*, 31(2), 266—276. DOI: 10.1016/j.indcrop.2009.11.010
15. Maiti, S., Ray, D. & Mitra, D. (2012). Role of crosslinker on the biodegradation behavior of starch/polyvinylalcohol blend films. *Journal of Polymers and the Environment*, 20(3), 749—759. DOI: 10.1007/s10924—012—0433—6
16. Zhu, J. F., Zhang, G. H., Lai, Z. C. & Zhang, G. H. (2007). Synthesis and characterization of maize starch acetates and its biodegradable film. *Polymer—Plastics Technology and Engineering*, 46(12), 1135—1141. DOI: 10.1080/03602550701558116
17. Debiagi, F., Kobayashi, R. K., Nakazato, G., Panagio, L. A. & Mali, S. (2014). Biodegradable active packaging based on cassava bagasse, polyvinyl alcohol and essential oils. *Industrial Crops and Products*, 52, 664—670. DOI: 10.1016/j.indcrop.2013.11.032
18. Muppalla, S. R., Kanatt, S. R., Chawla, S. P. & Sharma, A. (2014). Carboxymethyl cellulose—polyvinyl alcohol films with clove oil for active packaging of ground chicken meat. *Food Packaging and Shelf Life*, 2(2), 51—58. DOI: 10.1016/j.fpsl.2014.07.002
19. Su, J. F., Huang, Z., Zhao, Y. H., Yuan, X. Y., Wang, X. Y. & Li, M. (2010). Moisture sorption and water vapor permeability of soy protein isolate/poly (vinyl alcohol)/glycerol blend films. *Industrial Crops and Products*, 31(2), 266—276. DOI: 10.1016/j.indcrop.2009.11.010



УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ХАРЧОВИХ  
ТА ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ГАЛУЗЕЙ АПК

20. Tsukanov, M. F. & Chernomorets, A. B. (2010). Tehnologicheskie aspekty pokazatelya «aktivnost vodyi» i ego rol v obespechenii kachestva produktsii obschestvennogo pitaniya. *Tehniko—tehnologicheskie problemy servisa*, 11, 58—63.

Cite as

Шульга О. С. Вплив полівінілового спирту на властивості істівних плівок на основі картопляного крохмала і желатину // Наук. пр. / Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса, 2017. Т. 81, вип. 2. С. 27 – 35.

Отримано в редакцію 07.09.2017

Прийнято до друку 07.11.2017

Received 07.09.2017

Approved 07.11.2017

УДК 664.71–11:664.64.016

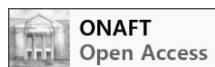
АНАЛІЗ ЯКОСТІ БОРОШНА З РІЗНИХ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ  
ANALYSIS OF THE QUALITY OF FLOURS FROM DIFFERENT  
REGIONS OF UKRAINE

Жигунов Д. О., д-р техн. наук, доцент, Ковальова В. П., аспірант, Жиронкіна Д. С., магістр  
Одеська національна академія харчових технологій  
Zhygunov D. O., Kovalova V. P., Zhironkina D. S.  
Odessa National Academy of Food Technologies

Copyright © 2016 by author and the journal “Scientific Works”.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



**Анотація.** Дослідження в статті направлені на визначення хлібопекарських властивостей пшеничного борошна вищого сорту з різних регіонів України, виробленого на борошномельних заводах у 2016 р. Проведено оцінку білості, кількості та якості клейковини, вмісту білка, показника седиментації, числа падіння, реологічних властивостей тіста на приладі Міксолаб та якості випеченого хліба. В результаті проведених досліджень визначено, що найвищий вміст клейковини мають зразки борошна з Північного регіону — від 26,3 % до 28,0 %, а найнижчий — зразки з Південного регіону — від 24,0 % до 25,2 %. В борошні з Південних і Східних регіонів клейковина має більш пружні властивості — від 47 од до 63 од, а для зразків борошна з Центральних, Північних і Західних регіонів характерні високі значення показника ІДК — від 75 од до 85 од, тобто клейковина є більш розтяжною і еластичною. Найбільший вміст білка і показника седиментації мають зразки борошна з Миколаївської і Херсонської областей — 12,9...13,1 % і 44...46 см<sup>3</sup>, відповідно; найнижчий — в Черкаській області — 10,0 % і 30 см<sup>3</sup>, відповідно. Для багатьох зразків борошна українських виробників характерна занижена амілолітична активність — число падіння значно вище 270...330 с, що є оптимальним значенням для виробництва хліба високої якості. Водопоглинальна здатність (ВПЗ) більшості зразків борошна має достатньо високі значення — від 57 % до 60 %, окрім зразків з Вінницької, Черкаської і Київської областей, які мають низькі значення ВПЗ — 54...55 %. Індекс ВПЗ усіх зразків — змінюється в широкому діапазоні — від 1 до 7, а індекс Замісу — 1...3 для всіх зразків однаково низький, окрім зразка з Миколаївської області — 5, що має найвищий вміст білка. У зразках борошна з Південного і Східного регіонів, де клейковина має більш пружні властивості, індекс Глютен+ вищий — 7...8, а для усіх інших регіонів, де клейковина має більш значення показника ІДК, індекс Глютен+ менший — 3...6.

В статті вперше наведено оцінку якості пшеничного борошна вищого сорту з різних регіонів України на сучасному приладі Міксолаб.

Результати досліджень можуть бути використані хлібопекарськими та кондитерськими підприємствами для підбору сировини необхідної якості та приватними особами для домашньої випічки.

**Abstract.** The analysis of quality of the wheat patent flour from different regions of Ukraine which produced at mills in 2016 was carried out. The estimation of whiteness, quantity and quality of gluten, protein content, sedimentation index, number of fall, rheological properties of the dough on the Mixolab and the quality of baked bread