

## ВИВЧЕННЯ МОЖЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ КОМПЛЕКСІВ ПЕКТИНУ І АЛЬГІНАТУ НАТРІЮ ДЛЯ СТАБІЛІЗАЦІЇ СТРУКТУРИ БІЛКОВОГО КРЕМУ

Камбулова Ю.В., к.т.н., доцент, Соколовська І.О., аспірант,  
Семененко О., магістр  
(Національний університет харчових технологій)

*У статті наведені результати досліджень фізико-хімічних властивостей пектинів і альгінату натрію (їх гідрофільності та ступеню набухання), температури застигання і структурно-механічні властивості утворених ними драглів, як основних показників, які відіграють роль в фіксуванні структури білкового крему. З'ясовано, що комплексна дія добавок суттєво змінює досліджувані показники порівняно з їх поодиноким застосуванням.*

**Постановка проблеми.** При виробництві оздоблювальних напівфабрикатів для борошняних кондитерських виробів значну частку займають білкові креми пінної структури. Отримана система має надлишок поверхневої енергії, термодинамічно нестійка та самовільно руйнується. Стабілізація консистенції кремів традиційно здійснюється шляхом його обробки високими температурами у пекарній камері (крем білковий сирцевий) або введенням структуроутворювачів агару, пектину (крем білковий заварний) [1]. Найбільшого розповсюдження серед виробників набув крем білковий заварний, оскільки відрізняється стійкою структурою упродовж часу оздоблення та реалізації готової продукції. Фіксування структури такого крему здійснюється за рахунок часткової денатурації яєчного білку при внесенні гарячого цукрово-агарового або цукрово-пектинового сиропу і за рахунок желуючої здатності структуроутворювача.

Проте, економічні тенденції подорожчання структуроутворювачів ставлять завдання перед технологами щодо раціонального їх використання, оптимізації рецептурної кількості структуроутворювачів в конкретних технологіях кондитерського виробництва. Ученими України та зарубіжжя доведено [2-5], що використання певних структуроутворювачів у комплексах призводить до їх синергічної дії, внаслідок чого вплив їх на структуру значно підвищується.

**Мета.** З метою поширення спектру полісахаридів, що

застосовуються у технологіях білкових кремів, нами було запропоновано дослідити вплив пектинів із різним ступенем етерифікації та альгілату натрію на стабільність структури білкового крему. Вибір полісахаридів пов'язаний із декількома факторами. По-перше, указані полісахариди є стабілізаторами харчових систем і використовуються в технологіях драглеподібних виробів, для загущення сиркових мас і йогуртів, морозива. По-друге, в літературних джерелах є відомості щодо можливого синергізму пектину і альгілату натрію, внаслідок чого в драглях формується більш пружна полімерна сітка [4-6]. По-третьє, вони здійснюють позитивну фізіологічну дію на організм людини, тому поширення спектру їх використання покращує харчову цінність продукції.

### **Матеріали та методи.**

Комплекси представляли собою суміші пектину високоетерифікованого або низькоетерифікованого амідованого з альгілатом натрію, в яких витримували наступні співвідношення компонентів: 75%:25%; 50%:50%; 25%:75%.

Гідрофільність пектину і альгілату натрію визначали у 10-% цукровому розчині, шляхом роезведення у ньому структуроутворювачів, та визначення кількості поглиненої вологи за допомогою рефрактометра, після 2 годин витримування [7].

Ступінь набухання полісахаридів вивчали у водному середовищі, у 10, 25 і 50 %-вих розчинах етилового спирту. Для визначення ступеню набухання зразки полісахаридів готували у вигляді висушених до плівок водних розчинів структуроутворювачів, окремо і в комплексах, з концентрацією 3%. Підготовлені плівки витримували у водному або водно-спиртовому середовищах з температурою  $20 \pm 1$  °C протягом 15 хвилин і вимірювали масу набухлих плівок кожену хвилину [7].

Температуру застигання визначали пробірочним методом (ГОСТ 26185-84) [8]. Структурно-механічні властивості драглів визначали за допомогою структуро метра СТ-1, на 1 режимі – визначення пружньо-пластичних властивостей [9].

**Результати досліджень.** Утворення пінної структури білкового крему відбувається внаслідок інтенсивного механічного перемішування дисперсійного середовища, внаслідок чого воно суттєво насичується пухирцями повітря. Дисперсійне середовище білкової піни складається з водного розчину білка і полісахаридів, і відповідно залежить від їх взаємодії з водою, а саме гідрофільності, процесів набухання, драглеутворення.

Як свідчать результати експериментальних даних, що представлені на рисунку 1, найбільшою гідрофільністю володіє

альгінат натрію, – він суттєво, на 120%...380%, перевищує гідрофільність пектинів.

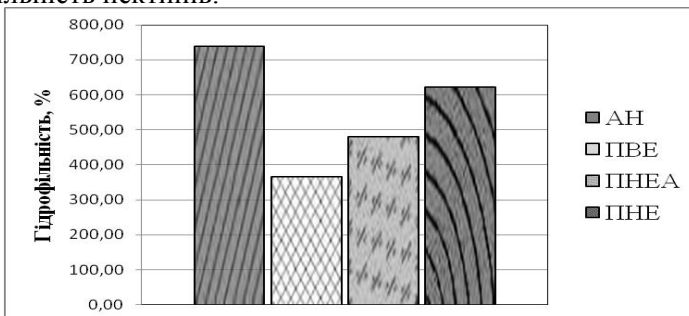


Рис. 1. Вивчення ступеню гідрофільності альгінату натрію (АН), пектину високоетерифікованого (ПВЕ), пектину низькоетерифікованого (ПНЕ), пектину низькоетерифікованого амідованого (ПНЕА)

Відповідним чином, при створенні його комплексів з пектинами гідрофільність останніх суттєво підвищується, рис.2.

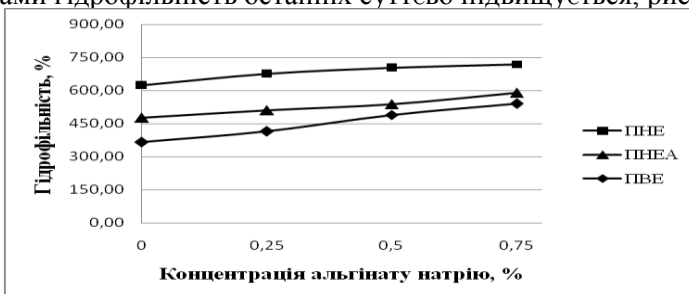


Рис. 2. Вивчення впливу альгінату натрію на гідрофільність пектину високоетерифікованого (ПВЕ), пектину низькоетерифікованого (ПНЕ), пектину низькоетерифікованого амідованого (ПНЕА)

Результати експериментальних досліджень ступеню набухання пектинів і альгінату натрію, окремо та у комплексах, представлені на рис. 3, 4.

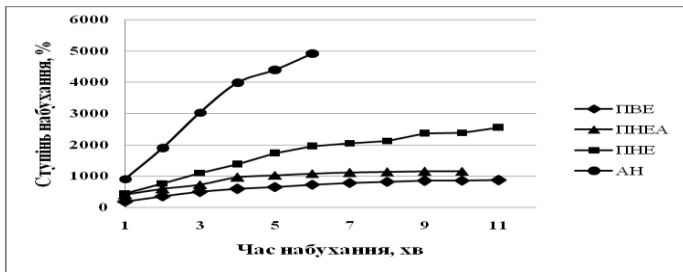


Рис. 3. Вивчення ступеню набухання альгінату натрію (АН), пектину високоетерифікованого (ПВЕ), пектину низькоетерифікованого (ПНЕ), пектину низькоетерифікованого амідованого (ПНЕА)

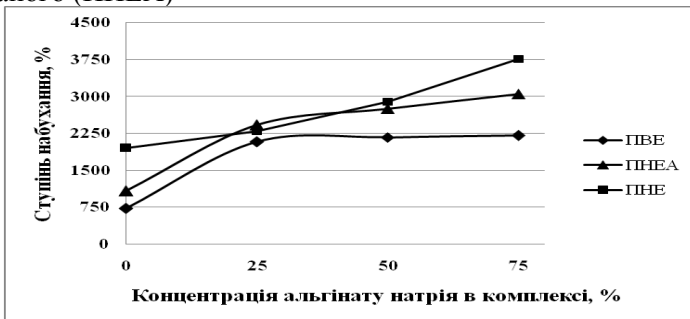


Рис. 4. Вивчення впливу альгінату натрію на ступінь набухання пектину високоетерифікованого (ПВЕ), пектину низькоетерифікованого (ПНЕ), пектину низькоетерифікованого амідованого (ПНЕА) через 5 хвилин

Тенденція до набухання плівок структуроутворювачів у воді та розчинах спирту мають східний характер: упродовж часу ступінь набухання полісахаридів збільшується, - при цьому у воді - більшою мірою, а введення спирту дещо його обмежує.

Поряд з цим, незалежно від середовища, альгінат натрію має найбільшу ступінь набухання (рис.3), і відповідним чином збільшує цей показник у пектинів у 3-4 рази (рис.4).

Така різниця у гідрофільності і ступеню набухання між полісахаридами пояснюється, на нашу думку, різницею у молекулярній масі полімеру, жорсткості його ланцюга. Альгінати є природними високомолекулярними полімерами, з молекулярною масою від 10 до 600 кДа, містять чисельні гідрофільні групи. Пектини являють собою полісахариди, молекулярна маса яких залежить від ступеню етерифікації, і коливається в межах 160-200 кДа [6]. Наявність більшої кількості гідрофільних груп обумовлює

більш високу гідрофільну здатність альгінату натрію і, відповідно, ступінь його набухання у воді. Збільшуючи гідрофільність пектинів, альгінат натрію надасть можливість утворення більш структурованих систем, можливо більш міцних і стабільних до механічної дії.

Фіксування структури крему здійснюється за умов драглеутворення добавок при зниженні температури. При високих температурах їх молекули утворюють довільні конформації внаслідок броунівського руху (цей рух тим інтенсивніший чим вища температура), а при охолодженні вони переходять у впорядковані спіралі – броунівський рух помітно уповільнюється. Визначення температури застигання пектинових і альгінатних драглів надасть можливість прогнозувати умови оздоблення кремами борошняні кондитерські вироби.

Визначено (рис.5), що порівняно з пектиновими, альгінатні драгли мають вищу температуру драглеутворення – 57 °С, відповідно, остаточна, механічно стабільна, структура крему утвориться раніше.

У комплексних пектиново-альгінатних драглях, рис. 6, також має місце підвищення температури драглеутворення, тим більше, чим більша кількість альгінату натрію у комплексі.

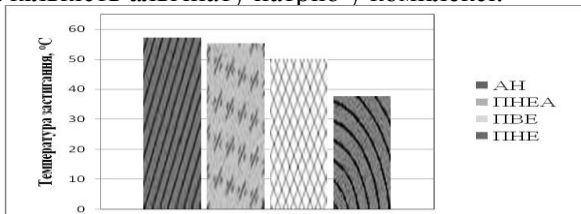


Рис. 5. Вивчення температури застигання драглів на основі альгінату натрію (АН), пектину високоетерифікованого (ПВЕ), пектину низькоетерифікованого (ПНЕ), пектину низькоетерифікованого амідованого (ПНЕА)

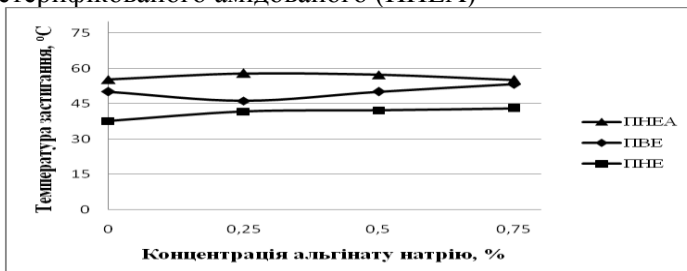
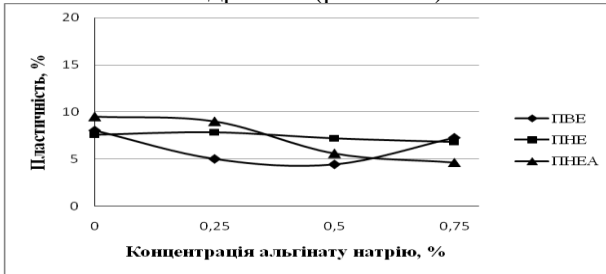
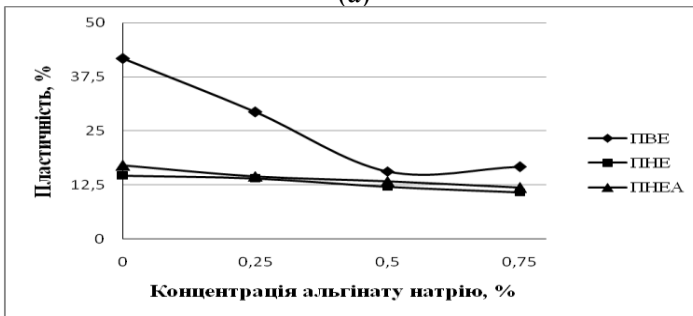


Рис. 6. Вивчення впливу альгінату натрію на температуру застигання драглів на основі пектину високоетерифікованого (ПВЕ), пектину низькоетерифікованого (ПНЕ), пектину низькоетерифікованого амідованого (ПНЕА)

За пружно-пластичними характеристиками драгледобібних систем, визначених на структурометрі СТ1, зроблено висновок, що найбільш пружними виявились зразки драглев альгінату натрію, як «сильних», так і «слабких». Також було відзначено, що альгінат натрію зменшує м'якість, пластичність, підвищує модуль пружності як в сильних так і слабких драглев (рис. 7-10).



(а)

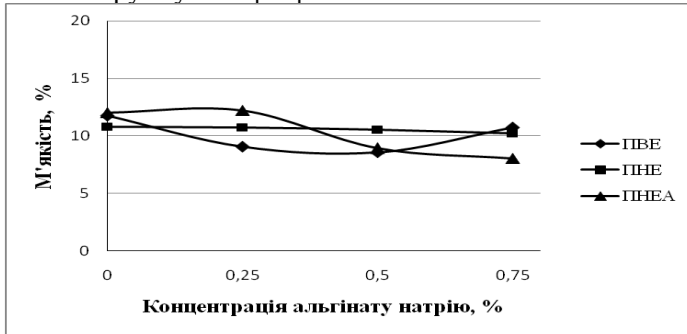


(б)

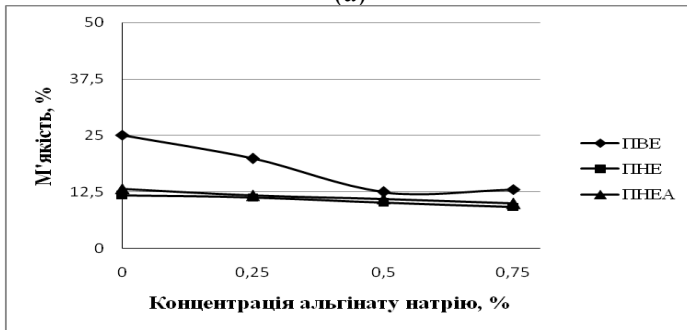
Рис. 7. Вивчення впливу альгінату натрію на пластичність «слабких» (а) і «сильних» (б) драглев пектину високоетерифікованого (ПВЕ), пектину низькоетерифікованого (ПНЕ), пектину низькоетерифікованого амідованого (ПНЕА)

Різні способи виробництва крему передбачають різне внесення полісахаридів у рецептурну суміш. У технологічному процесі сирцевого білкового крему передбачено введення добавок під час збивання [10], внаслідок чого вони ретельно перемішуються по всьому об'єму, набухають, і, після припинення механічної дії, стабілізують структуру. Внесення добавок у заварному білковому кремлі здійснюється заварюванням цукрово-агаровим сиропом білково-цукрової маси під час збивання. У будь-якому випадку відбувається набухання полісахаридів, повне розчинення і утворення ними під час охолодження драгледобібної структури. Проте, драглі, які утворюються в дисперсійному середовищі білкового сирцевого

крему внаслідок обмеженого набухання характеризуються як «слабкі», а драглі, які утворились після втрати плинності розчинів полісахаридів в умовах приготування білкового заварного крему, – є «сильними». «Сильні» або істинні драглі стійкі внаслідок утворення тримірної сітки, а «слабкі» драглі мають неміцну драгледоподібну сітку, яка легко руйнується[11].



(а)

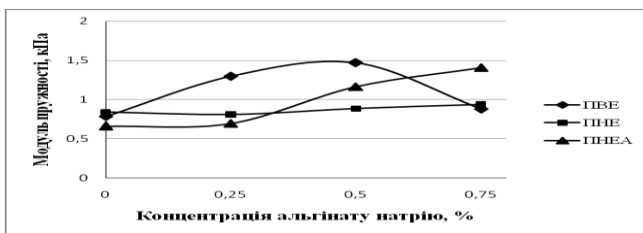


(б)

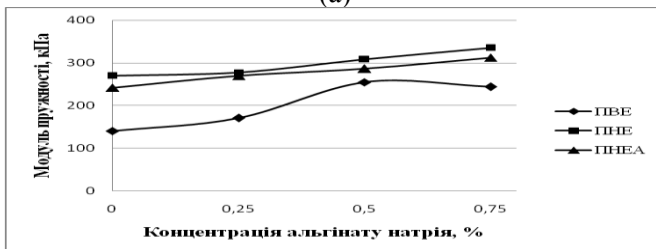
Рис. 8. Вивчення впливу альгінату натрію на м'якість «слабких» (а) і «сильних» (б) драглів пектину високоетерифікованого (ПВЕ), пектину низькоетерифікованого (ПНЕ), пектину низькоетерифікованого амідованого (ПНЕА)

Проте по різному впливає на відновлюваність зразків. «Сильні» пектинові драглі під дією альгінату натрію відновлюваність збільшують, а «слабкі», навпаки, зменшують.

Це свідчить про те, що спосіб фіксування білкового крему буде здійснювати суттєвий вплив на його структурно-механічні характеристики, а саме заварний спосіб крему буде передбачати більш міцну структуру. Драгледоподібна структура його дисперсійного середовища має можливість відновлюватись після певних механічних навантажень.

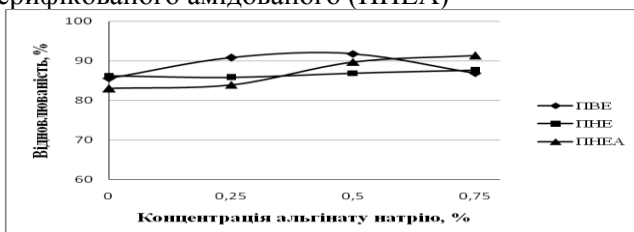


(a)

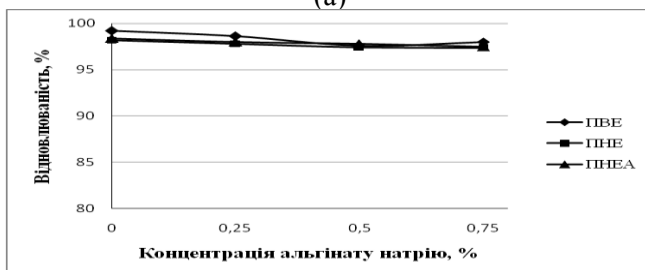


(б)

Рис. 9. Вивчення впливу альгінату натрію на модуль пружності «слабких» (а) і «сильних» (б) драглів пектину високоестерифікованого (ПВЕ), пектину низькоестерифікованого (ПНЕ), пектину низькоестерифікованого амідованого (ПНЕА)



(a)



(б)

Рис. 10. Вивчення впливу альгінату натрію на відновлюваність «слабких» (а) і «сильних» (б) драглів пектину високоестерифікованого (ПВЕ), пектину низькоестерифікованого (ПНЕ), пектину низькоестерифікованого амідованого (ПНЕА)



**Висновки.** Наведені результати досліджень фізико-хімічних властивостей пектинів і альгілату натрію (їх гідрофільності та ступеню набухання), температури застигання і структурно-механічних властивостей утворених ними драглів, як основних показників, які відіграють роль в фіксуванні структури білкового крему, дають підстави говорити про наступне. Комплексна дія добавок суттєво змінює досліджувані показники порівняно з їх поодиноким застосуванням. Так, за додавання альгілату натрію збільшується гідрофільність пектинів, ступінь їх набухання, підвищується температура застигання пектинових драглів. За сумісного введення добавок утворюються більш пластичні і м'які драгли, ніж у альгілату натрію, з більшим модулем пружності, порівняно з драглями пектину. Така тенденція спостерігається при формуванні драглів, що утворюються як внаслідок обмеженого набухання, так і в разі втрати плинності розчинів структуроутворювачів. Найкращими показниками, які визначені для формування структури білкових кремів, характеризуються драгли з концентраціями полісахаридів: ПВЕ:АН – 50%:50%; ПНЕА:АН – 25%:75%.

### Список літератури

1. Технологічні інструкції по підготовці сировини та напівфабрикатів до виробництва, по виробництву борошняних виробів/ під ред. Дорохович А.М. - К.: Держжарчпром України ЗАТ «Укркондитер», 1996 р. – 279 с.

2. Нечаев, А.П. Синергизм пищевых добавок / А.П.Нечаев, В.Н.Красильников, А.А.Кочеткова, В.В.Евелева, Л.А.Сарафанова, Ю.А.Тимошенко // Мясные технологии. 2007. - №4. - С. 60-62.

3. Производство желейной и взбивной продукции с использованием модификаторов: Монография / Ф.В.Перцевой, А.Л.Фощан, Ю.А.Савгира, О.А.Гринченко, П.П.Пивоваров, А.И.Дорошенко /Под ред. Ф.В.Перцевого. – Днепропетровск: Пороги, 2003. – 201 с.

4. Handbook of Hydrocolloids / Ed. by G.O.Phillips, P.A.Williams, Woodhead Publishing, 2000. 450 P.

5. Mort A.J. Interactions between pectins and other polymers // Pectins and Their Manipulation / G.Seymour, J.Knox (eds). – Oxford: Blackwell Publishing, 2002. – p. 30-47.

6. Imeson A. Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents: Wiley-Blackwell, 2010. – 368 p.

7. Поверхневі явища та дисперсні системи (Колоїдна хімія): Лабораторний практикум для студентів за напрямом 6.051301

«Хімічна технологія» денної форми навч. / уклад. О.В.Грабовська, О.В.Подобій, Н.І.Сабадаш. – К.: НУХТ, 2013. – 48 с.

8. Водоросли морские, травы и продукты их переработки. Методы анализа: ГОСТ 26185-84. – [Введ. в дію 01.01.1985] – М.: Стандартиформ, - 2010. – 35с. – (Межгосударственный стандарт)

9. Еркебаев М.Ж. Основы реологии пищевых продуктов при производстве кондитерских изделий с железной структурой / М.Ж.Еркебаев, Т.К.Кулажанов, Е.Б.Медведков: АТУ – Алматы: Издательский отдел АТУ, 2006. – 300 с.

10. Патент 86346 UA, МПК A23L 1/32. Спосіб виготовлення сирцевого білкового крему / Камбулова Ю.В., Соколовська І.О., Матяс Д.С.; заявник Національний університет харчових технологій. - № 2013 08430; заявл. 04.07.2013; Опубл. 25.12.2013, Бюл. №24.

11. Структура и текстура пищевых продуктов. Продукты эмульсионной природы / под ред. Б.М.МакКенна; пер. с англ. Ю.Г.Базарновой. Санкт-Петербург: Профессия, 2008. – 475 с.

#### **Аннотация**

### **ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ КОМПЛЕКСОВ ПЕКТИНА И АЛЬГИНАТА НАТРИЯ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ БЕЛКОВОГО КРЕМА**

*В статье приведены результаты исследований физико-химических свойств пектинов и альгината натрия (их гидрофильности и степени набухания), температуры застудновения и структурно-механические свойства образуемых ими гелей, как основных показателей, которые играют роль в фиксировании структуры белкового крема. Установлено, что комплексное воздействие добавок существенно меняет исследуемые показатели по сравнению с их одиночным применением.*

#### **Abstract**

### **EXPLORING THE POSSIBILITY FORMING PECTIN AND SODIUM ALGINATE COMPLEXES TO STABILIZE PROTEIN CREAM STRUCTURE**

*The results of studies of pectin and sodium alginate physical and chemical properties (their hydrophilicity and swelling degree), gelling temperature and structural and mechanical properties of the gels formed by them as key indicators that play a role in fixing the structure of the protein cream. The combined additives effect on investigated parameters changes significantly in comparison with their single application was established.*