

ВПЛИВ ЯБЛУЧНОГО ПЕКТИНУ І ПРЕПАРАТІВ ПОРІВНЯННЯ – КРЕМНІЮ ДІОКСИДУ ТА АКТИВОВАНОГО ВУГІЛЛЯ НА РІВЕНЬ pH У СЕРЕДОВИЩАХ, ЩО ІМІТУЮТЬ УМОВИ ШЛУНКА, ТОНКОЇ ТА ТОВСТОЇ КИШКИ

М.Б. Гайнюк

Івано-Франківський національний медичний університет

Резюме. Пектин на 70% складається із галактуранової кислоти й має кислу реакцію $\text{pH}=3,6-3,7$. Відомо, що пектин будь-якого походження не піддається розщепленню в шлунку та тонкій кишці, але частково метаболізується кишковою мікрофлорою товстої кишки. Крім цього, у товстій кишці відбувається деметоксильовання пектину. Здатність до набухання та драгелетування пектину зберігається і в просвіті кишки за лужної реакції середовища, а розщеплення яблучного пектину в товстій кишці сприяє зниженню pH. За рахунок набухання пектину збільшується його об'єм, а водночас і об'єм хімусу, зростає осмотичний тиск і посилюється моторика кишки. Завдяки цьому яблучний пектин має незначну послаблювальну дію, що також сприяє прискоренню виведення токсикантів з організму. Деякі кишкові бактерії здатні використовувати пектин для росту та розмноження, тому яблучний пектин має властивості пребіотики. Отримані дані показали, що змішування яблучного пектину з алкоголем за умов імітації середовища просвіту шлунка та за різних температурних режимів (20°C і 35°C) показало зростання показника pH до 4,3, а при введенні до цієї суміші дистильованої води спостерігали зниження $\text{pH}=3,6$, що може бути пояснено змінами фізико-хімічних властивостей яблучного пектину і збільшенням активних розчинених залишків галактуранової кислоти. Суміш яблучного пектину з хлороводневою кислотою та алкоголем викликала зсув pH у кислий бік майже вдвічі порівняно з референтними препаратами за обох температурних режимів. Імовірно, реакція нейтралізації відбувається саме за рахунок абсорбції, що і приводить до зменшення концентрації, всмоктування і наступного токсичного впливу алкоголю. За відтворення середовища тонкої кишки поєднання водного розчину яблучного пектину з буфером із $\text{pH}=7,5$ дає слабкокисло-



DOI: 10.31793/2709-7404.2021.2-3.46

© М.Б. Гайнюк

Надійшла до редакції 16.09.2021

Адреса для листування
(Correspondence): Івано-Франківський
національний медичний університет,
вул. Галицька, 2, м. Івано-Франківськ,
76018, Україна. E-mail: zdovado@ukr.net

реакцію — 6,8, і додавання алкоголю цю позицію не змінює за температури 20 °С. Підвищення температури сумішей до 35 °С призводить до суттєвого зміщення рН середовища в кислий бік за наявності яблучного пектину (на 1,5-2,2 одиниці) та зростання рН за наявності активованого вугілля (понад 2,3 одиниці). Водний розчин яблучного пектину за змішування з гідрокарбонатним буфером із рН=8,5, що імітував середовище товстої кишки, викликав різкий зсув реакції в кислий бік.

Ключові слова: яблучний пектин, кремній діоксид, активоване вугілля, рівень рН.

The effect of apple pectin and comparison drugs — silicon dioxide and activated carbon on the pH level in environments that mimic the conditions of the stomach, small and large intestine

M.B. Hainiuk

Ivano-Frankivsk national medical university

Abstract. Pectin consists of 70% galacturonic acid, it naturally has an acidic reaction pH=3.6-3.7. It is known that pectin of any origin is not broken down in the stomach and small intestine, but is partially metabolized by the intestinal microflora of the colon. In addition, pectin is demethoxylated in the colon. The ability to swell and gem pectin is preserved in the lumen of the intestine by the alkaline reaction of the environment, and the breakdown of apple pectin in the colon helps to lower the pH. Swelling of pectin increases its volume, and at the same time, the volume of chyme, increases the osmotic pressure and increases intestinal motility. Due to this, apple pectin has a slight laxative effect, which also accelerates the excretion of toxicants from the body. Some intestinal bacteria are able to use pectin for growth and reproduction, so apple pectin has prebiotic properties. The obtained data showed that the mixing of apple pectin with alcohol under conditions of simulation of the environment of the gastric lumen and at different temperatures (20 °C and 35 °C) showed an increase in pH to 4.3, and when introduced into this mixture of distilled water observed a decrease in pH=3.6, which can be explained by changes in the physicochemical properties of apple pectin and an increase in the active dissolved residues of galacturonic acid. The mixture of malic pectin with hydrochloric acid and alcohol caused a shift of pH to the acidic side almost twice, compared with reference drugs at both temperatures. Presumably, the neutralization reaction occurs precisely due to absorption, which leads to a decrease in concentration, absorption and subsequent toxic effects of alcohol. When reproducing the environment of the small intestine, the combination of an aqueous solution of apple pectin with a buffer with pH=7.5 gives a weakly acidic reaction — 6.8 and the addition of alcohol does not change this position at 200. Increasing the temperature of mixtures to 35 °C leads to a significant shift in pH. acidic side in the presence of apple pectin (1.5-2.2 units) and pH increase in the presence of activated carbon (more than 2.3 units). Aqueous solution of apple pectin when mixed with bicarbonate buffer with pH=8.5, which mimicked the environment of the colon, caused a sharp shift of the reaction to the acidic side.

Keywords: apple pectin, silicon dioxide, activated carbon, pH level.

Актуальність теми. У пектині міститься близько 70% галактуронової кислоти. Точна хімічна структура пектину досі остаточно не встановлена, але були виділені й ідентифіковані три основні полісахариди пектину з рослинної стінки. Це — гомогалактуронани, яких міститься близько 65%, рамногалактуронани — 20-35% і заміщені галактуронани.

В організмі людини пектин як дієтичне волокно ферментативно не перетравлюється в тонкому кишечнику, але розщеплюється мікробіотою товстої кишки. Утворюючи гелі з водою, зберігає гелюючі властивості в ШКТ, чим уповільнює травлення. У процесі гідролізу пектину відбувається поступове відщеплення метоксильних груп (деметоксилювання).

Таблиця 1

Показники рН води, алкоголю 40%, 0,1 Н розчину HCl та їх сумішей з яблучним пектином і препаратами порівняння — кремнію діоксидом і активованим вугіллям

Речовини та їх суміші	рН, 20 °С	рН, 35 °С
Вода дистильована	5,8	5,8
Алкоголь 40%	5,5	5,5
0,1 Н розчин HCl	1,0	1,0
Яблучний пектин + вода	3,7	3,4
Яблучний пектин + 0,1 Н розчин HCl	2,0	2,0
Яблучний пектин + вода + алкоголь 40%	3,6	3,2
Яблучний пектин + алкоголь 40%	4,3	4,1
Яблучний пектин + 0,1 Н розчин HCl + алкоголь 40%	2,17	2,0
Активоване вугілля + 0,1 Н розчин HCl + алкоголь 40%	4,2	4,2
Кремнію діоксид + 0,1 Н розчин HCl + алкоголь 40%	4,4	4,5

Повністю деме́токсильований пектин має назву «пектова кислота». Між пектином і пектовою кислотою є чимало проміжних продуктів розпаду різного ступеня деме́токсильовання, що наявні в природній суміші пектинових речовин. Зрозуміло, що пектин має кислу реакцію — $\text{pH}=3,3\text{--}3,7$, яка зберігається при змішуванні з дистильованою водою, котра також має слабкокислу реакцію.

Мета дослідження: визначити вплив яблучного пектину на рівень рН у середовищах, що імітують умови шлунка, тонкої та товстої кишки.

Матеріали та методи

0,1 Н розчин хлороводневої кислоти, яблучний пектин, кремнію діоксид, активоване вугілля, етанолу розчин 40%, вода дистильована [1].

Результати та їх обговорення

рН етанолу за концентрації 40% становить 4,5–8,2 залежно від температури [2]. Реакція дистильованої води залежить від певних чинників, але не виходить за межі 5,6–5,9 [3].

Співвідношення води, алкоголю та хлороводневої кислоти у всіх пробах було однаковим, а кількість яблучного пектину і препаратів порівняння — кремнію діоксиду й активованого вугілля відповідне з дозуванням за досліджень *in vivo*, з урахуванням загального об'єму сумішей.

Проведене дослідження показало таке (табл. 1).

Змішування яблучного пектину з дистильованою водою показує рівень рН самого яблучного пектину і встановлює показник 3,7 за 20 °С та знижується до 3,4 за 35 °С, що узгоджується з літературними даними [4, 5]. Поєднання яблучного пектину з хлороводневою кислотою викликає зрозуміле збільшення кислотності до $\text{pH}=2,0$ за обох температурних режимів.

Змішування яблучного пектину з алкоголем показало зростання показника рН до 4,3, а при введенні до цієї суміші дистильованої води спостерігали зниження $\text{pH}=3,6$ за 20 °С та 3,2 за 35 °С, що може бути пояснено змінами фізико-хімічних властивостей яблучного пектину і збільшенням активних розчинених залишків галактуронової кислоти.

Додавання до суміші хлороводневої кислоти й алкоголю препарату порівняння активованого вугілля змінювало реакцію до 4,2, а за введення до суміші кремнію діоксиду — до $\text{pH}=4,4$, і ці показники не змінювались за збільшення температури досліджуваних зразків.

Суміш яблучного пектину з хлороводневою кислотою та алкоголем викликала значний зсув рН у кислий бік: змінилась лужна реакція алкоголю з 5,5 до 2,17 (20 °С) і 2,0 (35 °С), тобто більше ніж удвічі, порівняно з препаратами порівняння. Можливо, завдяки реакції нейтралізації зменшується концентрація, абсорбція і наступний токсичний вплив алкоголю.

Оскільки основна маса прийнятого всередину алкоголю всмоктується в тонкій кишці, то нам було цікаво дізнатись про вплив яблучного пектину на рН у тонкій і товстій кишці. З метою імітації середовища тонкої кишки використали гідрокарбонатний буфер із рН 7,5.

Відзначено, що при попаданні суміші яблучного пектину з водою та хлороводневою кислотою до «тонкої кишки» з $\text{pH}=7,5$ за 20 °С відбувався суттєвий зсув реакції в лужний бік, хоча реакція все ж була слабкокислою і залишалась такою за введення алкоголю (табл. 2). Поєднання водного розчину яблучного пектину з буфером із $\text{pH}=7,5$ також дало кислу реакцію — 6,8 за кімнатної температури, і додавання алкоголю цю позицію не змінило. Водночас зростання температури суміші до 35 °С викликало істотний зсув рН у кислий бік, як із додаванням HCl, так і без неї: 4,26 і 4,69 відповідно.

Слід зазначити, що в сумішах гідрокарбонатного буфера з водою та активованим вугіллям і кремнію діоксидом рН не змінювалась за

20 °С, а за додавання до них алкоголю незначно зростала — до 7,6. Водночас підвищення температури досліджуваних сумішей до 35 °С викликало різкий зсув рН у сумішах з активованим вугіллем у лужний бік — до 9,85 та 9,94 за введення алкоголю. У сумішах із кремнію діоксидом відзначали деяке зниження показника рН, що можна пояснити слабкокислою реакцією цього препарату порівняння.

За змішування буферного розчину, водного розчину яблучного пектину, 0,1 Н розчину HCl, 40% розчину етанолу отримано найбільш кислу реакцію за обох температурних режимів (табл. 2).

Імовірно, різкий зсув рН у кислий бік у досліджуваних зразках із яблучним пектином за температури 35 °С пояснюється збільшенням розчинності та плинності, зменшенням в'язкості та зростанням кількості вільних аніонних груп галактуронової кислоти.

Цікавими виявились і результати вивчення змін рН за відтворення умов середовища просвіту товстої кишки (табл. 3).

Водний розчин яблучного пектину за змішування з водою та гідрокарбонатним буфером, що імітував середовище товстої кишки з рН=8,5, викликав різкий зсув реакції в кислий бік за обох температурних режимів (табл. 3).

Водночас за поєднання того самого буферного розчину з водою та препаратами порівняння реакція залишалась лужною і майже не змінилась за введення в суміш кремнію діоксиду та стала більш лужною у комбінаціях гідрокарбонатного буфера з водою та активованим вугіллем і при введенні до цієї суміші алкоголю.

За введення до вказаних вище водних розчинів алкоголю спостерігали зростання рН у пробі з яблучним пектином — до 4,3 (проти 3,85 за відсутності алкоголю) за 20 °С і за 35 °С — до 4,0.

Висновки

Отримані дані показали, що змішування яблучного пектину з алкоголем за умов імітації середовища просвіту шлунка та за різних температурних режимів (20 °С і 35 °С) показало зростання показника рН до 4,3, а при введенні до цієї суміші дистильованої води спостерігали зниження рН=3,6, що може бути пояснено змінами фізико-хімічних властивостей яблучного пектину і збільшенням активних розчинених залишків галактуронової кислоти.

Суміш яблучного пектину з хлороводною кислотою та алкоголем викликала зсув рН у кислий бік майже вдвічі порівняно з референтними препаратами за обох температурних режимів. Імовірно, реакція нейтралізації відбувається саме за рахунок абсорбції, що і приводить до зменшення концентрації, всмоктування й наступного токсичного впливу алкоголю. За відтворення середовища тонкої кишки поєднання водного розчину яблучного пектину з буфером із рН=7,5 дає слабкокислу реакцію — 6,8, і додавання алкоголю цю позицію не змінює за температури 20 °С. Підвищення температури сумішей до 35 °С призводить до суттєвого

Таблиця 2

Вплив яблучного пектину і препаратів порівняння на рН за умов імітації середовища тонкої кишки і введення 40% розчину етанолу

Речовини та їх суміші	рН, 20 °С	рН, 35 °С
Буферний розчин рН 7,5 + вода + яблучний пектин + 0,1 Н розчин HCl	6,64	4,26
Буферний розчин рН 7,5 + вода + яблучний пектин	6,8	4,69
Буферний розчин рН 7,5 + вода + активоване вугілля	7,5	9,85
Буферний розчин рН 7,5 + вода + кремнію діоксид	7,5	6,59
Буферний розчин рН 7,5 + вода + пектин + 0,1 Н розчин HCl + алкоголь	6,0	4,35
Буферний розчин рН 7,5 + вода + яблучний пектин + алкоголь	6,8	4,73
Буферний розчин рН 7,5 + вода + активоване вугілля + алкоголь	7,6	9,94
Буферний розчин рН 7,5 + вода + кремнію діоксид + алкоголь	7,6	7,03

Таблиця 3

Вплив яблучного пектину і препаратів порівняння на рН за умов імітації середовища товстої кишки і введення 40% розчину етанолу

Речовини та їх суміші	рН, 20 °С	рН, 35 °С
Буферний розчин рН 8,5 + вода + яблучний пектин	3,85	3,6
Буферний розчин рН 8,5 + вода + активоване вугілля	8,4	8,9
Буферний розчин рН 8,5 + вода + кремнію діоксид	8,4	8,2
Буферний розчин рН 8,5 + вода + яблучний пектин + розчин етанолу	4,3	4,0
Буферний розчин рН 8,5 + вода + активоване вугілля + розчин етанолу	8,5	9,3
Буферний розчин рН 8,5 + вода + кремнію діоксид + розчин етанолу	8,5	8,2

зміщення рН середовища в кислий бік за наявності яблучного пектину (на 1,5-2,2 одиниці) та зростання рН за наявності активованого вугілля (понад 2,3 одиниці). Водний розчин яблучного пектину за змішування з гідрокарбонатним буфером із рН=8,5, що імітував середовище

товстої кишки, викликав різкий зсув реакції в кислий бік. Водночас за поєднання того самого буферного розчину з водою та препаратами порівняння реакція залишалась лужною і майже не змінилась за обох температурних режимів.

Список використаної літератури

1. Шлунковий сік. Вікіпедія. [Інтернет]. Доступно з: https://uk.wikipedia.org/wiki/шлунковий_сік
2. Концентрація — етиловий спирт. Технічна енциклопедія TechTrend. [Інтернет]. Доступно з: <http://techtrend.com.ua/index.php?newsid=26002757>.
3. Бугров ОД, Мартинюк ІМ. Динаміка показників рН у дистильованій, бідистильованій і апірогенній воді в процесі зберігання [Інтернет]. Доступно з: <http://stattionline.org.ua/agro/109/20603-dinamika-pokaznikiv-ph-u-distilovanij-bidistilovanij-i-apirogennij-vodi-v-procesi-zberigannya.html>
4. Caffall KH, Mohnen D. The structure, function, and biosynthesis of plant cell wall pectic polysaccharides. *Carbohydrate Research*. [Інтернет]. 2009; Доступно з: [http://plantometrics.com/files/biblio_attachments/Caffall_K_\(2009\)_Pectin-review.pdf](http://plantometrics.com/files/biblio_attachments/Caffall_K_(2009)_Pectin-review.pdf)
5. Dongowski G, Lorenz A, Proll J. The Degree of Methylation Influences the Degradation of Pectin in the Intestinal Tract of Rats and In Vitro. *J. Nutr.* 2002; 132:1935-1944.