



ВЕТЕРИНАРІЯ, ТЕХНОЛОГІЇ ТВАРИНИЦТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

VETERINARY SCIENCE, TECHNOLOGIES OF ANIMAL HUSBANDRY AND NATURE MANAGEMENT

ISSN 2617-8346 (Print)
ISSN 2663-5542 (Online)

doi: 10.31890/vttp.2019.04.04
<http://ojs.hdzva.edu.ua/>

UDC 602.4:664.2:599.323.4

Testing the acute toxicity of modified starch on linear mice

A. H. Vovkohon

Bila Tserkva National Agrarian University, Ukraine

Article info

Received 27.09.2019

Received in revised form
29.10.2019

Accepted
15.11.2019

*Bila Tserkva National
Agrarian University, Bila
Tserkva, Ukraine
pl. 8/1 Soborna, Bila
Tserkva, 09117,
E-mail: alinavovk1@ukr.net*

Vovkohon, A. H. (2019). Testing the acute toxicity of modified starch on linear mice. *Veterinary Science, Technologies of Animal Husbandry and Nature Management*, 4, 23-27. doi: 10.31890/vttp.2019.04.04.

The safety issues of new and modified foods and food supplements are currently important both in Ukraine and abroad. The adsorption properties of starch make it possible to use it as a matrix for immobilization of microorganisms contained in ferments for fermented milk products. To optimize the adsorption properties, the starch, was modified. The further usage of modified starch requires mandatory toxicological studies. An important part of the system of such studies is the research of acute toxicity of modified starch.

According to the approved methodological guidelines experiments on the detection of acute toxicity of modified starch were performed on linear white mice. The study had an indicative and detailed phase during which the animals were administered intragastrically 500-1000 mg and 3000-6000 mg of modified starch per kilogram of body weight. When the detailed phase was over after anesthesia and decapitation mice's blood was tested for glucose level and liver was tested for protein metabolism (aminotransferase activity and total protein complement). Mice were treated in accordance with the provisions of the European Convention for the Protection of Animals.

It has been proven the injection of 500 to 5,000 mg of modified starch per kg of body weight did not cause any ethological or physiological disturbance among the laboratory animals during the first observation day. When dosed with 6000 mg of modified starch per kg body weight during the first 24 hours of the experiment, mice had digestive disfunction. Throughout the observation period (14 days) the experimental animals showed stable vital signs; mice actively responded to light, touch, noise, and vibration. During the two weeks of the experiment, the maximum dose of modified starch did not cause the death of laboratory animals.

Based on the results of the experiment, it was found that the modified starch belongs to low-toxic compounds (class 4 according to GOST 12.1.007). DL_{50} for modified starch in mice is greater than 6,000 mg/kg. Blood glucose level, aminotransferase activity and total protein complement in mice's liver among the experimental animals were within the physiological standard.

Keywords: *laboratory animals, starch modified, toxicity, biochemical parameters, blood glucose level, aminotransferase activity, total protein.*

Проверка острой токсичности модифицированного крахмала при использовании у линейных мышей

А. Г. Вовкогон

Белоцерковский национальный аграрный университет, Киев, Украина

Вопросы безопасности новых и модифицированных пищевых продуктов и пищевых добавок актуальны как в Украине так и за рубежом. Адсорбционные свойства крахмала дают возможность использовать его как матрицу для иммобилизации микроорганизмов, содержащихся в заквасках для кисломолочных продуктов. Для оптимизации адсорбционных свойств крахмала проводили его модификацию. Дальнейшее использование модифицированного крахмала требует проведения обязательных токсикологических исследований. Важное место среди комплекса таких исследований занимает изучение острой токсичности модифицированного крахмала.

Эксперименты по установлению острой токсичности модифицированного крахмала проводили на линейных белых мышах согласно утвержденных методических рекомендаций. Исследование имело ориентировочный и

развернутый этап во время которых животным внутрижелудочно вводили 500-1000 мг и 3000-6000 мг модифицированного крахмала на килограмм массы тела. По завершению развернутого этапа у мышей после анестезии и декаптации отбирали кровь для определения содержания глюкозы и печень для становления показателей белкового обмена (активность аминотрансфераз и содержание общего белка). Обращения с мышами проводилось согласно положения Европейской конвенции по защите животных.

Доказано, что ведение от 500 до 5000 мг модифицированного крахмала на кг массы тела не повлекло каких-либо этологических или физиологических нарушений у лабораторных животных в течение первых суток наблюдения. По дозы модифицированного крахмала 6000 мг на кг массы тела в первые 24 часа эксперимента у мышей отмечалось нарушение функции пищеварительного канала. В течение всего срока наблюдений (14 суток) у подопытных животных показатели были стабильными, мыши активно реагировали на свет, прикосновение, шум, и вибрации. В течение двух недель эксперимента максимальная доза модифицированного крахмала не вызывала гибели лабораторных животных.

По результатам эксперимента установлено, что модифицированный крахмал относится к малотоксичным соединениям (4 класс по ГОСТ 12.1.007). DL₅₀ для модифицированного крахмала на мышах является большим 6000 мг / кг. Содержание глюкозы в крови, активность аминотрансфераз и содержание общего белка в печени мышей в опытных животных был в пределах физиологической нормы.

Ключевые слова: лабораторные животные, крахмал модифицированный, токсичность, биохимические показатели, содержание глюкозы, активность аминотрансфераз, общий белок.

Перевірка гострої токсичності модифікованого крохмалю за використання лінійних мишей

А. Г. Вовкогон

Білоцерківський національний аграрний університет, Біла Церква, Україна

Питання безпечності нових та модифікованих харчових продуктів та харчових добавок є актуальними як в Україні так і за кордоном. Адсорбційні властивості крохмалю дають можливість використовувати його як матрицю для іммобілізації мікроорганізмів, які містяться у заквасках для кисломолочних продуктів. Для оптимізації адсорбційних властивостей крохмалю проводили його модифікацію. Подальше використання модифікованого крохмалю потребує проведення обов'язкових токсикологічних досліджень. Важливе місце серед комплексу таких досліджень займає вивчення гострої токсичності модифікованого крохмалю.

Експерименти щодо встановлення гострої токсичності модифікованого крохмалю проводили на лінійних білих мишах згідно затверджених методичних рекомендацій. Дослідження мало орієнтовний і розгорнутий етап під час яких тваринам внутрішньошлунково вводили 500–1000 мг та 3000–6000 мг модифікованого крохмалю на кілограм маси тіла. По завершенню розгорнутого етапу у мишей після анестезії і декапitaції відбирали кров для визначення вмісту глюкози та печінку для становлення показників білкового обміну (активність аминотрансфераз та вміст загального білка). Поводження із мишами проводилось згідно положення Європейської конвенції із захисту тварин.

Доведено, що ведення від 500 до 5000 мг модифікованого крохмалю на кг маси тіла не спричинило будь яких етологічних або фізіологічних порушень у лабораторних тварин протягом першої доби спостереження. За дози модифікованого крохмалю 6000 мг на кг маси тіла у перші 24 години експерименту у мишей відмічалось порушення функції травного каналу. Протягом усього терміну спостережень (14 діб) у піддослідних тварин показники були стабільними, миші активно реагували на світло, дотик, шум, та вібрації. Продовж двох тижнів експерименту максимальна доза модифікованого крохмалю не викликала загибелі лабораторних тварин.

За результатами експерименту встановлено, що модифікованих крохмаль належить до малотоксичних сполук (4 клас за ГОСТ 12.1.007). DL₅₀ для модифікованого крохмалю на мишах є більшим 6000 мг/кг. Вміст глюкози у крові, активність аминотрансфераз та вміст загального білка у печінці мишей у дослідних тварин був в межах фізіологічної норми.

Ключові слова: лабораторні тварини, крохмаль модифікований, токсичність, біохімічні показники, вміст глюкози, активність аминотрансфераз, загальний білок.

Вступ

Актуальність теми. Сучасні вимоги щодо безпечності та якості передбачають створення токсикологічного досьє на нові харчові добавки та добавки із новими фізико-хімічними властивостями. До основних розділів токсикологічного досьє належать: гостра токсичність, хронічна токсичність, підгостра токсичність, сенсibilізація, алергенна, тератогенна, імунотоксична, ембріотоксична, мутагенна, канцерогенна дія тощо.

У харчуванні людини широко використовується крохмаль (Copeland, Blazek, Salmen, & Tang, 2008). Властивості крохмалю надають йому можливість виступати носієм (матрицею) для іммобілізації різноманітних мікроорганізмів та білків в тому числі і ензимів (Gerasymenko et. al., 2006; Mali, Sakanaka,

Yamashita, & Grossmann, 2005; Siti, Othman, Kechik, Shap'ri, & Tawakkal, 2019).

З метою підвищення адсорбційних якостей крохмалю як носія для іммобілізації заквасок для кисломолочних продуктів шляхом фізико-хімічних методів модифікації були проведені зміни цього полісахариду. Набуття нових властивостей крохмалем вимагає виконання токсикологічних досліджень і створення на нього токсикологічного досьє. У той же час не вивчено властивостей гострої токсичності модифікованого крохмалю на лабораторних тваринах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для виробництва крохмалю використовують коріння, плоди, бульби, стебла, листя в тому числі і водоростей, насіння (зерно пшениці, кукурудзи, рису) різних видів рослин (Alcázar-Alay, & AlmeidaMeireles, 2015; Brányiková, Maršálová, Doucha, & Brányik, 2011; Gifunia, Olivieri, Russo Kraussb, D'Erricob, Pollioc, &

Marzocchellaa, 2017; Kim, Choi, Kim, & Lim, 2015; Tesfaye, Wongchaochant, Taychasinpitak, & Leelapon, 2012; Versino, Lopez, Garcia, & Zaritzky, 2016).

У зелених частинах завдяки хлоропластам та у не зелених частинах рослини завдяки амілопластам проходить синтез крохмалю, який включає такий процес як полімеризація глюкози. Синтезований крохмаль накопичується у різних частинах рослин. У перерахунку на натуральну вологу найбільше крохмалю акумулюється у зерні злакових (Alcázar-Alay, & AlmeidaMeireles, 2015).

Традиційно крохмаль різного походження застосовується в харчовій промисловості як згущувач, стабілізатор та наповнювач під час виробництва мармеладу, желе, морозива, хлібобулочних виробів, напоїв та сиропів (Copeland, Blazek, Salmen, & Tang, 2008; Saburov, Barakova, & Samodelkun, 2017).

Промислове використання крохмалю як харчової і не харчової добавки потребує проведення поліпшення його якостей. За модифікації крохмалю деякі його фізико-хімічні властивості змінюються, що вимагає виконання різноманітних досліджень властивостей полісахариду (Chauhan, Kaur, Singh, Sharma, & Chauhan, 2015; Filippov et. al., 2015; Halykov, & Nygamatullyna, 2015).

Згідно вимог управління з контролю за продуктами та лікарськими речовинами (FDA) у Сполучених Штатах Америки перевірка нових молекул або добавок щодо потенціалу токсичності для тварин є важливим дослідницьким процесом. Одним із головних токсикологічних досліджень є встановлення гострої токсичності впливу однієї дози на перший різновид лабораторних тварин. Експерименти щодо гострої токсичності дозволяють визначити 50 % летальної дози (LD 50) продукту, що досліджують (Parasuraman, 2011).

Завдання дослідження – встановити до якого класу небезпечності належить модифікований крохмаль як харчова добавка.

Мета роботи. Вивчення рівня гострої токсичності модифікованого крохмалю на мишах.

Матеріал і методи дослідження

Для проведення експериментів щодо гострої токсичності модифікованого крохмалю використовували самок білих мишей із масою тіла 20-21 г. Дослідні тварини проходили обов'язковий карантин. Від мишей за пів доби до початку експерименту забирали корм (Kocjumbas, 2006).

Дослідження мало орієнтовний і розгорнутий етап. Для орієнтовного етапу формували три групи по три голови у кожній. Першій групі вдали 100 мг крохмалю на кілограм маси тіла тварин. Тварини II і III дослідної групи отримували по 500 та 1000 мг модифікованого крохмалю на кілограм маси тіла.

За розгорнутого дослідження було сформовано п'ять груп лабораторних тварин по п'ять голів у кожній. Мишам із першої дослідної групи вдали по 2000 мг крохмалю на кілограм маси тіла. У II, III та VII групах тваринам вдали, відповідно, по 3000, 4000 та 5000 мг досліджуваної речовини у розчині. Миші із V групи отримували по 6000 мг модифікованого крохмалю на кілограм маси тіла.

Ведення розчину модифікованого крохмалю внутрішньошлунково проводили за допомогою спеціального металевого зонда.

Через 4-5 годин після ведення розчинів крохмалю піддослідним тваринам давали корм. Вода залишалась біля тварин постійно. Перших 24 години нагляд за лабораторними тваринами проводили

постійно. Наступних 13 днів спостереження проводилось періодично з інтервалом 4-5 годин.

Показники токсичності модифікованого крохмалю проводили керуючись нормативним документом (GOST 12.1.007-76.SSBT).

По завершенню розгорнутого експерименту після анестезії лабораторних тварин забивали і відбирали проби тканин для встановлення ряду біохімічних показників.

Із проб печінки виготовляли гомогенат у якому вивчали вміст загального білка – за методикою О.Н. Lowry (Lowry, Rosenbrough, & Farr, 1951) та активність аспаратамінотрансферази та аланінамінотрансферази – за S. Reitman, S. Ffrancel (Reitman, & Frankel, 1957). У крові мишей визначали вміст глюкози з використанням орто-толуїдинового реактиву згідно методики описаної в інструкції (Instrukciia do naboru reaktiviv, 2003).

Усі операції та процедури, які були виконані із лабораторними мишами повністю відповідали положенням Європейської конвенції із захисту тварин (Страсбург, 1986).

Результати та їх обговорення

За орієнтованого дослідження внутрішньошлункове введення модифікованого крохмалю у дозах 100-1000 мг на кілограм маси тіла мишей протягом перших 24 годин не вплинуло на загальну поведінку піддослідних тварин. Миші через 4-5 годин після ведення розчинів активно споживали корм, періодично пили воду і адекватно реагували на зовнішні подразники. Розладів шлунково-кишкового каналу у тварин не відмічалось. Як у першу добу так і продовж двох тижнів загибелі мишей не було (табл. 1).

Таблиця 1

Результати орієнтовного дослідження

Кількість мишей у групі, гол	Кількість модифікованого крохмалю на кг маси тіла	Кількість тварин, які загинули		
		всього	у %	середній час загибелі
3	100	0	0	0
3	500	0	0	0
3	1000	0	0	0

Ведення мишам від 2000 до 4000 мг модифікованого крохмалю на кілограм маси тіла не вплинуло на етологічні показники тварин протягом першої доби експерименту. Порушень травлення мишей не фіксувалось. Споживання води і корму було регулярним. Протягом 14 днів у тварин із цих груп клінічні показники були стабільними загибелі мишей не було зафіксовано (табл. 2).

Ведення лабораторним тваринам модифікованого крохмалю у дозі 6000 мг на кг маси тіла зумовило у перші 24 години спостережень порушення функціонування травного каналу. На другу добу тварини відновили споживання корму. Функціонування шлунково-кишкового каналу набуло фізіологічної норми. Миші активно реагували на шум, світло, дотик та вібрації. Продовж двох тижнів експерименту максимальна доза модифікованого крохмалю не викликала летальних наслідків. Миші мали фізіологічно нормальні клінічні показники.

Таблиця 2
Результати орієнтовного дослідження

Кількість мишей у групі, гол	Кількість модифікованого крохмалю на кг маси тіла	Кількість тварин, які загинули		
		всього	у %	середній час загибелі
6	2000	0	0	0
6	3000	0	0	0
6	4000	0	0	0
6	5000	0	0	0
6	6000	0	0	0

За патолого-анатомічного дослідження мишей, що були задіяні у розгорнутому досліді було виявлено, що внутрішні органи травлення, легені, серце, нирки, печінка тварин не мали морфологічних відхилень від норми.

Експериментально доведено, що модифікований крохмаль за токсичністю можливо віднести до добавок, які є малотоксичними сполуками. Згідно нормативного документу (ГОСТ 12.1.007) це сполуки 4 класу. Показник DL₅₀ для модифікованого крохмалю на лабораторних тваринах (білі миші) становить більше 5000 мг/кг маси тіла.

Науковий інтерес представляє вивчення деяких показників білкового та вуглеводного обміну у організмі мишей за встановлення токсичного впливу різних доз модифікованого крохмалю (табл. 3).

У крові мишей, яким водили модифікований крохмаль у кількості 2000 мг/кг маси тіла вміст глюкози становив 510,3 мг/л. Не мало вірогідного впливу ведення модифікованого крохмалю у дозі 3000 мг/кг на зниження глюкози у організмі тварин.

Таблиця 3
Вміст глюкози в крові тварин, M±m, n=5

Група	Показник, мг/л
I	510,3±19,55
II	496,2±19,76
III	531,5±26,31
IV	489,7±20,16
V	500,5±15,83

За ведення лабораторним тваринам по 4000 мг/кг крохмалю вміст глюкози у крові був меншим на 4,0 % у порівнянні із даними, що отримані від тварин, яким водили 2000 мг крохмалю на кг маси тіла. Різниця не мала вірогідного характеру. Використання найбільшої дози модифікованого крохмалю вірогідно не зменшувало вміст глюкози у крові мишей у порівнянні із аналогічними даними, що отримані від тварин, яким вводили менші дози полісахариду.

Виявлено, що у тварин яким вводили 2000 мг модифікованого крохмалю на кг маси тіла активність аспартатамінотрансферази у печінці була на рівні 8,8 мкмоль/год/г. Застосування підвищених доз крохмалю від 3000 до 6000 мг/кг не супроводжувалось вірогідним зростанням або зменшенням активності АсАт відносно даних отриманих у I групі.

Таблиця 4
Деякі показники білкового обміну в печінці тварин за дії крохмалю, M±m, n=5

Група	Активність ензиму АсАт, мкмоль/год/г	Активність ензиму АлАт, мкмоль/год/г	Масова частка загального білка, г/кг
I	8,8±0,87	11,7±0,56	55,2±3,42
II	9,8±0,77	12,3±0,64	53,6±4,16
III	9,2±0,76	11,6±0,28	49,7±3,78
IV	9,0±0,83	12,0±0,98	54,7±1,19
V	8,9±0,54	11,9±0,74	50,3±3,55

Не виявлено вірогідної розбіжності щодо активності аланінамінотрансферази у печінці лабораторних мишей між групами. Активність ензиму була в межах фізіологічної норми.

Внутрішньошлункове введення високих роз модифіковано крохмалю (5000 та 6000 мг/кг маси тіла) вірогідно не знижувало вміст загального білка у печінці тварин у порівнянні із мишами, яким водили по 2000 мг крохмалю на кг маси тіла.

Використання нових препаратів та харчових добавок потребує проведення ряду токсикологічних досліджень (Reitman, Frankel, 1957). Встановлення показників гострої токсичності модифікованого крохмалю дозволяє розширювати сферу його використання. За внутрішньошлункового введення малих (100-1000 мг/кг маси тіла) доз модифікованого крохмалю мишам ніяких порушень у поведінці дослідних тварин не було встановлено. Миші активно споживали корм пили воду і адекватно реагували на подразники. Найвища введена доза модифікованого крохмалю 6000 мг/кг викликала лише тимчасовий (не більше однієї доби) розлад функції шлунково-кишкового каналу. За введення модифікованого крохмалю не відмічалось летальних випадків із дослідними тваринами. Отже, модифікований крохмаль можливо віднести до малотоксичних сполук, що дає змогу використовувати його в харчуванні людини.

Відсутність токсичного ефекту модифікованого крохмалю також підтверджується показниками патологоанатомічних досліджень. Внаслідок яких не виявлено морфологічних змін у внутрішніх органах мишей. За встановлення гострої токсичності модифікованого крохмалю не виявлено порушень білкового обміну в організмі білих мишей.

Висновки

1. Експериментально доведено, що модифікований крохмаль відноситься до 4 класу небезпечності (малотоксичні сполуки).
2. Через 14 діб після ведення високих доз модифікованого крохмалю вміст глюкози в крові, вміст загального білка та активність амінотрансфераз у печінці мишей відповідали фізіологічним нормам.

Перспективним напрямом дослідження є встановлення потенційних можливостей модифікованого крохмалю як носія для іммобілізації ензимів та клітин мікроорганізмів.

References

Alcázar-Alay, S. C., & AlmeidaMeireles, M. A. (2015). Physicochemical properties, modifications and

- applications of starches from different botanical sources. *Food Sci. Technol* (Campinas) vol. 35 no. 2. 215-236. doi.org/10.1590/1678-457X.6749.
- Brányiková, I., Maršálková, B., Doucha, J., & Brányik, T. (2011). Microalgae-novel highly efficient starch producers. *Biotechnology and Bioengineering*, 108 (4), 766-776. [doi: 10.1002/bit.23016](https://doi.org/10.1002/bit.23016).
- Chauhan, K., Kaur, J., Singh, P., Sharma, P., Sharma, P., & Chauhan, G.S. (2015). An Efficient and Regenerable Quaternary Starch for Removal of Nitrate from Aqueous Solutions. *Industrial and Ingegnering Chemistry Research*, 55 (9), 2507-2519. doi.org/10.1021/acs.iecr.5b03923.
- Copeland, L., Blazek, J., Salmen, H., & Tang, M. C. (2008). Form and functionality of starch. *Food Hydrocolloids*, 23, 1527-1534. doi.org/10.1016/j.foodhyd.2008.09.016.
- Filippov, S.K., Sergeeva, O.Y., Vlasov, P.S., Zavyalova, M.S., Belostotskaya, G.B., Garamus, ... Domnina, N.S. (2015). Modified hydroxyethyl starch protects cells from oxidative damage. *Carbohydrate Polymers*, 134, 314-323. doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.07.062.
- Gerasymenko, V. G., Gerasymenko, M. O., Cvilihovskiy M. I., Kociumbas, I. Ja., Verbyckiy, P. i., Zaharenko, M. O. ... Golovko, A. M. (2006). *Biotehnologija*. K.: Firma "Inkos". (in Ukrainian).
- Gifunia, I., Olivieri, G., Russo Kraussb, I., D'Erricob, G., Pollioc, A., & Marzocchellaa, A. (2017). Microalgae as New Sources of Starch: Isolation and Characterization of Microalgal Starch Granules. *Chemical engineering transactions*, 57, 1423-1428. [doi: 10.3303/CET1757238](https://doi.org/10.3303/CET1757238).
- GOST 12.1.007-76.SSBT. Vrednye veshhestva. Klassifikacija i obshhie trebovanija bezopasnosti. Vved. 01.01.77. Proveren 01.10.81; Izmenjon № 1; Pereizda 01.12.81. M.: Izd-vo standartov, 1982. 6. (in Russian).
- Halykov, R.M., & Nygamatullyna, G.B. (2015). Transformacyu makromolekul amylozy u amylopektyna pry tehnologicheskoj pererabotke krahmal'nyh granul rastytel'nogo syr'ja v pyshhevoj yndustryu. *Nauka-rastudent.ru*. № 01 (013-2015). (in Russian).
- Kim, S.R.B., Choi, Y.-B., Kim, J.-Y., & Lim, S.-T. (2015). Improvement of water solubility and humidity stability of tapioca starch film by incorporating various gums. *LWT – Food Science and Technology*. Vol. 64, no. 1. 475-482. <http://dx.doi.org/10.1016%2Fj.lwt.2015.05.009>
- Kocjumbas, I.Ja., Malyk, O.G., Paterega, I.P., Tishyn, O.L., Kosenko, Ju.M., Chura, D.O., ... Kozhem'jakin, Ju.M. (2006). Doklinichni doslidzhennja veterynarnyh likars'kyh zasobiv. Za red. I.Ja. Kocjumbasa. L'viv: Triada pljus, 207-268. (in Ukrainian).
- Lowry, O.H., Rosenbrough, N.I., & Farr, A.L. (1951). Protein meashurement with the Folin phenol refgent. *J. Biol. Chem*. Vol. 193, 265-315.
- Mali, L.S., Sakanaka, F., Yamashita, M., & Grossmann, V. E. (2005). "Water sorption and mechanical properties of cassava starch films and their relation to plasticizing effect," *Carbohydrate Polymers*, vol. 60, no. 3, 283-289. <https://doi.org/10.1155/2019/3843949>
- Parasuraman, S. (2011). Toxicological screening. *Pharmacol Pharmacother*. 2 (2), 74-79. [doi: 10.4103/0976-500X.81895](https://doi.org/10.4103/0976-500X.81895).
- Reitman, S., & Frankel, S. (1957). A colorimetric method for the determination of serum glutamic oxalacetic and glutamic pyruvic transaminases. *Amer. J. Clin. Pthol*. Vol. 28, 56. doi.org/10.1093/ajcp/28.1.56
- Sabyrov, A.A., Barakova, N.V., & Samodelkyn, E.A. (2017). Obosnovanye prymerenyja udarno-aktyvatorno-dezygratornoj obrabotky v tehnologyjah poluchenyja syropov yz krahmalsoderzhashhego syr'ja. *Vestnyk JuUrGU. Seryja «Pyshhevyje y byotehnologyu»*. T. 5, № 2. S. 60-66. [doi: 10.14529/food170208](https://doi.org/10.14529/food170208) (in Russian)
- Siti, H., Othman, Nurul R.A., Kechik, Ruzanna A., Shapi'i, Rosnita A.Talib, & Intan S.M.A. Tawakkal. (2019). Water Sorption and Mechanical Properties of Starch/Chitosan Nanoparticle Films. *Journal of Nanomaterials*. 1-12. doi.org/10.1155/2019/3843949.
- Tesfaye, A., Wongchaochant, S., Taychasinpitak, T., & Leelapon, O. (2012). Dry a matter content, starch content and starch yield variability and stability of potato varieties in Amhara Region of Ethiopia. *Kasetsart J. (Natural Sci.)* 46(5), 671-683.
- Versino, F., Lopez, O.V., Garcia, M.A., & Zaritzky, N.E. (2016). Starch-based films and food coatings: an overview. *Starch/Staerke*. Vol. 68, no. 11-12, 1026-1037. [doi:10.1002/star.201600095](https://doi.org/10.1002/star.201600095).
- Instrukciia do naboru reaktiviv dlja viznachennia gliukozi v biologichnih ridynah po kolorovii reakcii z orto-toluidinovim reaktivom (kat. № NR009.01). Zatverdzhena Instytutom hirurgii ta transplantologii AMN Ukrainy vid 10 zhovtnia 2003 r. Kyiv. (in Ukrainian).