

УДК 664

*Виктория Челябинева, Мария Гаврик, Алёна Литвиненко***О БЕЗОПАСНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФРУКТОВО-ЯГОДНОГО СЫРЬЯ  
В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ***Вікторія Челябієва, Марія Гаврик, Олена Литвиненко***ПРО БЕЗПЕКУ ВИКОРИСТАННЯ ФРУКТОВО-ЯГІДНОЇ СИРОВИНИ  
У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ***Viktoriia Cheliabiieva, Maryia Havryk, Alena Lytvynenko***SAFETY USE OF FRUIT AND BERRIES IN FOOD PRODUCTION**

*Представлены данные о характере накопления эссенциальных и токсических макро- и микроэлементов в яблоках, бананах, черной смородине. Проанализировано использование порошков, жома, пюре из фруктов и ягод в технологии продуктов питания.*

*Показано, что использование фруктово-ягодного сырья как источника необходимых пищевых компонентов – пектина, макро- и микроэлементов, полифенолов, витаминов – перспективное направление в разработке оздоровительных продуктов питания, однако должно сопровождаться жестким контролем безопасности сырья.*

**Ключевые слова:** эссенциальные макро- и микроэлементы, фруктово-ягодное сырье, токсические микроэлементы, пектины.

*Табл.: 1. Библ.: 11.*

*Представлено дані про характер накопичення есенціальних і токсичних макро- і мікроелементів у яблуках, бананах, смородині. Проаналізовано використання порошків, жому, пюре з фруктів і ягід у технології продуктів харчування.*

*Показано, що використання фруктово-ягідної сировини як джерела необхідних харчових компонентів - пектину, макро- і мікроелементів, поліфенолів, вітамінів – перспективний напрямок у розробленні продуктів харчування, однак повинно супроводжуватись жорстким контролем безпеки сировини.*

**Ключові слова:** есенціальні макро- і мікроелементи, фруктово-ягідна сировина, токсичні мікроелементи, пектини.

*Табл.: 1. Бібл.: 11.*

*The article presents data on the content and nature of the accumulation of toxic and essential macro- and micronutrients in apples, bananas, black currant. We evaluate the use of powders and extracts from fruits and berries in the production of health products. Selection of research subjects is due to nutritional value, palatability, affordability.*

*Adding fruits and berries in the bread, dairy products, and drinks can not only expand the range of products but also can to improve product quality, to ensure delivery of micronutrients with the products of mass consumption without increasing calories. However, it is necessary to monitor the safety of raw materials.*

**Key words:** essential macro and trace minerals, fruit and berry raw materials, toxic minerals, pectin.

*Табл.: 1. Бібл.: 11.*

**Постановка проблемы.** Продукты питания – важный фактор в формировании здоровья и генофонда человека. Однако большинство современных пищевых продуктов массового потребления обладают низкой биологической ценностью. Это обусловлено неудовлетворительным экологическим состоянием окружающей среды, использованием пленочных покрытий, минеральных удобрений и химических средств борьбы с сорняками и вредителями в сельском хозяйстве; использованием традиционных технологий производства продуктов питания, которые включают рафинирование сырья; применением синтетических пищевых добавок. Поиск путей обогащения пищи витаминами, незаменимыми аминокислотами, пищевыми волокнами, эссенциальными макро- и микроэлементами, другими жизненно необходимыми составляющими – цель, которую ставят перед собой ведущие производители продуктов питания во всех странах.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Проведенные в этом направлении исследования показывают перспективность использования фруктово-ягодных добавок при разработке пищевых продуктов повышенной биологической ценности как источника моно- и дисахаридов, в первую очередь фруктозы, витаминов, минеральных веществ, пищевых волокон, включая пектин и др. [1].

Использование порошков из переработанного растительного сырья, например, яблочного жома в технологиях мучных кондитерских изделий, кроме повышения пищевой ценности изделия, способствует повышению качества: увеличивается пористость,

удельный выход изделий, улучшаются вкусовые свойства, уменьшаются расходы сырья. Доказано [2], что применение фруктовых порошков при изготовлении кондитерских изделий способствует уменьшению содержания муки в изделии на 15–30 % (в зависимости от вида изделия: печенье, кекс и т. п.), сахара-песка – на 10–25 %, сливочного масла – на 10-15%, крахмала картофельного – на 40 %. В свою очередь, за счет введения растительного порошка, достигается увеличение клетчатки в 2–30 раз (в зависимости от того, порошок из каких фруктов был использован), минеральных веществ – в 1,5–2 раза, снижение калорийности изделия на 2–12 % (в зависимости от вида кондитерского изделия).

Авторами [3] использован для производства бисквитного полуфабриката пектинсодержащий порошок айвы и яблок, массовая часть порошка составляла 10 %. Его добавление существенно увеличило содержание пектина в продукте, которое еще больше возросло при повышении дозы порошка до 20 %.

Оценено [4] влияние растительного сырья (из облепихи, яблок) на свойства теста для сахарного печенья и качество готового продукта. Установлено, что введение композиционной смеси из растительного сырья в количестве 7–10 % повышает пластичность теста, улучшает физико-химические показатели готового печенья и положительно влияет на сохранение его свежести, повышение пищевой ценности, а также способствует экономии основного сырья.

Перспективным направлением в создании молочных продуктов является комбинирование белково-углеводного молочного сырья (сыворотки, обезжиренного молока, пахты) и растительного сырья [5]. Комбинирование путем добавления к молочным коктейлям плодово-ягодного сырья позволяет получить напитки с приятными вкусовыми оттенками, способствует расширению их ассортимента, повышению пищевой ценности за счет биологически активных веществ продуктов растительного происхождения. Благодаря особенностям химического состава, плодово-ягодное сырье способствует не только обогащению вкуса и цвета молочных коктейлей, но и участвует в формировании пенных структур, что обусловлено содержанием пектиновых веществ.

Разработаны [6] технология и рецептуры напитков на основе молочной сыворотки для оздоровительного питания. Рецептуры отличались массовой долей молочной сыворотки (соответственно 50 %, 55 %, 60 %) и массовой долей введенного мелкодисперсного замороженного пюре из тыквы (соответственно 7 %, 10 %, 12 %), яблок (соответственно 8 %, 8 %, 10 %), абрикос (10 %, 7 %, 10 %). Показано, что по химическому составу новые тонизирующие напитки на основе молочной сыворотки с использованием мелкодисперсных замороженных пюре находятся на уровне лучших зарубежных аналогов. Так, в 100 г напитка содержится 1,0-1,3 г полноценного белка; 32,5-39,5 мг витамина С; 3,9-4,5 мг бета-каротина. Также в полученных напитках содержится значительное количество Р-активных веществ, например, фенольных соединений (по хлорогеновой кислоте) – 101,3-106,7 мг в 100 г; флавоноловых гликозидов (по рутину) – 49,8-50,5 мг в 100 г; дубильных веществ (по танину) – 57,8-67,9 мг в 100 г, что выше суточной потребности Р-активных веществ.

Среди пищевых продуктов выделяются молочно-растительные десерты, которые пользуются большим спросом у населения всех стран мира. Благодаря большому разнообразию основного и дополнительного сырья, а также особенностям технологического процесса, сформировался широкий ассортимент творожных десертов. Это позволяет удовлетворять самые разнообразные вкусы и запросы потребителей. Творожные десерты относятся к высококалорийным продуктам, которые отличаются низким содержанием биологически активных веществ. В связи с этим актуальным является разра-

ботка низкокалорийных видов творожных десертов с наполнителями из растительного сырья с высоким содержанием биологически активных веществ.

Перспективным направлением является использование традиционного фруктово-ягодного сырья для получения криопродуктов. Показано [7], что криопродукты из ягод смородины проявляют антиоксидантное действие.

Научно обоснована и разработана инновационная технология новых видов плодово-ягодного мороженого и замороженных мелкодисперсных добавок в форме наноструктурированного пюре из растительного сырья (яблок и бананов) [8].

Таким образом, производство криопродуктов из фруктов и ягод, обогащение хлебо-булочных, кондитерских, кисломолочных изделий, напитков фруктово-ягодным сырьем, повышает их пищевую ценность, позволяет расширить ассортимент и улучшить качество продукции, обеспечить поступление микронутриентов с продуктами массового потребления без увеличения калорийности продукта.

**Выделение не решенных ранее частей общей проблемы.** Однако в исследовательских работах не акцентируется внимание на необходимости контроля безопасности фруктов и ягод, используемых для обогащения пищевых продуктов.

**Цель статьи.** Главная цель представленной работы – исследовать содержание, характер распределения, условия накопления жизненно необходимых и токсических микроэлементов в яблоках, черной смородине, бананах; оценить перспективность использования продуктов их переработки в рецептурах пищевых производств для повышения биологической ценности продуктов питания.

**Изложение основного материала.** Выбор объектов исследования обусловлен пищевой ценностью, ценовой доступностью и популярностью этих плодов и ягод [7; 9].

Яблоки содержат сбалансированный состав полезных веществ, таких как клетчатка, органические кислоты, пектины, витамины и минералы. Пектины выполняют роль детоксикантов, клетчатка нормализует работу кишечника, органические кислоты укрепляют сосуды и предупреждают образование оксалатных камней. Смородина черная [7] богата клетчаткой, бета-каротином, витамином С (для суточной нормы человеку нужно съесть всего 20 ягод), пектиновыми веществами, фосфором, триптофаном, из которого в организме синтезируется серотонин. Яблоки и смородина содержат большое количество флавоноидов и полифенолов – антиоксидантов, влияющих на окислительные процессы в организме человека. Антиоксиданты уменьшают содержание свободных радикалов, ускоряющих окислительные процессы и старение организма. Бананы богаты белком, витамином В6, содержат триптофан [10].

В исследуемых фруктах и ягодах определяли характер распределения и содержание следующих элементов: железа, кадмия, кальция, магния, меди, свинца, цинка.

Подготовка проб фруктов и ягод для анализа включала взятие навески (масса навески 1,5 г), сушку навески, мокрую (с использованием азотной кислоты и перекиси водорода), а затем сухую минерализацию в двухкамерной программируемой печи. Подготовку пробы считали завершенной при получения однородной золы белого, серого или рыжеватого цвета.

Для определения содержания цинка, меди, свинца и кадмия применяли метод инверсионной вольтамперометрии, используя анализатор типа TA-Lab. Перед работой на анализаторе золу растворяли в 1,0 см<sup>3</sup> концентрированной муравьиной кислоты и 9,0 см<sup>3</sup> бидистиллированной воды.

В качестве индикаторного электрода в трехэлектродной электрохимической ячейке анализатора TA-Lab использовали амальгамный электрод. Электрод сравнения и вспомогательный – хлоридсеребряный электрод, заполненный раствором 1М хлорида калия. Пробу каждого образца анализировали в трех параллельных опытах. Определение

## TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

проводили методом добавок с использованием стандартных растворов, содержащих по 1 мг/л или 10 мг/л каждого из определяемых металлов. Расчет концентрации металлов выполняли с помощью специализированной компьютерной программы TA-Lab (версия 3.6.10). Относительная погрешность анализа не превышает 7 %.

Суммарное содержание кальция и магния определяли методом обратного комплексометрического титрования. Отдельно содержание кальция определяли обратным комплексометрическим титрованием в присутствии мурексида. Содержание магния определяли по разнице между суммарным содержанием кальция и магния, и содержанием кальция. Для комплексометрического определения золу растворяли в дистиллированной воде. Титрования выполняли микробюреткой.

Содержание железа определяли фотоэлектроколориметрическим методом (фотометр КФК-3).

Статистическую обработку результатов содержания магния, кальция и железа проводили для уровня вероятности 0,95, число измерений  $n = 3$  [11].

Согласно полученным результатам, сухофрукты – концентраты минеральных веществ, содержание исследуемых микроэлементов в сушеных яблоках в 1,2–2,0 раза больше, чем в свежих (табл.).

Таблица

*Содержание микроэлементов в исследуемых образцах, мг на 100г продукта*

Образец	Элемент						
	Zn	Cu	Pb	Cd	Ca	Mg	Fe
Яблоко с кожурой	0,49±0,08	0,040±0,006	–	–	8,00±0,08	9,60±0,06	3,78±0,04
Яблоко без кожуры	0,30±0,06	–	–	–	8,00±0,10	9,60±0,06	2,87±0,04
Яблоко сушеное	0,83±0,08	0,070±0,006	–	–	12,00±0,08	13,20±0,10	5,08±0,06
Банан	0,14±0,02	0,063±0,004	0,190±0,004	–	8,00±0,08	14,40±0,08	4,50±0,06
Смородина	2,30±0,12	0,033±0,004	0,062±0,004	–	32,00±0,12	24,00±0,10	1,75±0,04

Исследованные микроэлементы распределяются в яблоках следующим образом, кожура преимущественно накапливает элементы цинк и медь, а мякоть – кальций, магний, железо. Связано такое распределение микроэлементов с особенностями строения кожуры и мякоти яблок. В кожуре яблок содержится 4,7–5,2 % (по сухому веществу) пектиновых веществ, в мякоти – 1,8–1,9 %. При этом наибольшее количество протопектина содержится в кожуре, а водорастворимого пектина – в мякоти. Протопектин – нерастворимый в воде природный пектин, комплекс полигалактуронової кислоты с клетчаткой, гемицеллюлозой, ионами металлов. Ионы многовалентных металлов (цинка, меди и др.) с -COOH группами полигалактуронової кислоты образуют ионные мостики. Катионы определяемых микроэлементов по «активности» к полигалактуронової кислоте размещаются в ряд  $\text{Cu}^{2+} > \text{Zn}^{2+} > \text{Pb}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{Cd}^{2+}$ . Такая последовательность объясняется тем, что катионы двухвалентных ионов меди, цинка, свинца, кроме соединений типа  $\text{R}(\text{COO})_2\text{Me}$ , могут образовывать комплексные соединения за счет взаимодействия с оксогруппами полигалактуронової кислоты, а также соли типа  $\text{R}(\text{COO})\text{Me}(\text{OOCCH}_3)$ . Поэтому при формировании кожуры яблока во время роста плода, в ней накапливаются элементы медь, цинк, а при неблагоприятных экологических условиях могут накапливаться свинец и кадмий.

Мякоть яблока содержит преимущественно растворимый пектин, который состоит из частично или полностью метоксилированных остатков полигалактуронової кислоты. При этом молекулы пектина взаимодействуют между собой за счет свободных карбоксильных групп, которые связываются ионами кальция и магния в каркас. То есть при росте яблок элементы магний, кальций принимают участие в формировании мякоти плода.

Таким образом, токсические микроэлементы накапливаются преимущественно кожурой яблок. Поэтому рекомендуется при отсутствии достоверной информации о содержании в яблоках опасных микроэлементов перед употреблением удалять кожуру.

Черная смородина содержит пектина больше (до 2,7 %), чем яблоки (до 1,8 %) и бананы (до 0,5 %), и микроэлементов кальция и магния (табл.) содержится в черной смородине в 2–4 раза больше. Можно сказать, что содержание таких микроэлементов, как магний, кальций, цинк, медь в плодах и ягодах растений прямо пропорционально содержанию пектиновых веществ.

Следует отметить, что в исследуемых образцах смородины и бананов наряду с жизненно необходимыми микроэлементами наблюдалось высокое содержание токсичного микроэлемента свинца, который поступил из почвы во время роста плодов и ягод, и был связан в комплексные соединения пектиновыми веществами. Согласно результатам исследования содержание свинца в образце смородины превышает предельно допустимую концентрацию в 1,55 раза, в образце банана – в 4,75 раза. Поэтому контроль качества сырья и готовых к употреблению продуктов – одно из определяющих условий здорового питания. Приоритетным направлением в технологии производства продуктов повышенной биологической ценности должно быть использование высококачественного, экологически чистого сырья.

**Выводы и предложения.** Представленные нами данные позволяют предположить, что накопление как жизненно необходимых, так и токсичных микроэлементов в плодах непосредственно связано с содержанием пектиновых веществ. Протопектин преимущественно связывает цинк, медь, свинец, кадмий. При неблагоприятных экологических условиях плоды и ягоды могут активно накапливать такие токсичные микроэлементы, как свинец и кадмий, а концентрация этих элементов в порошках, сухофруктах, пюре, полученных из таких плодов и ягод, будет почти в 2 раза выше, чем в свежих. Использование фруктово-ягодного сырья (порошков, пюре, жома и т. д.) в производстве продуктов питания повышенной биологической ценности – перспективное направление, однако должно сопровождаться жестким контролем безопасности сырья.

#### Список использованных источников

1. *Дробот В. И.* Использование нетрадиционного сырья в хлебопекарной промышленности / В. И. Дробот. – К. : Урожай, 1988. – 152 с.
2. *Костюк В. С.* Совершенствование технологий мучных кондитерских изделий на основе использования новых рецептурных компонентов [Электронный ресурс] / В. С. Костюк // Сб. науч. тр. SWorld, 2013. – Режим доступа : <http://www.sworld.com.ua/index.php/en/technical-sciences-413/technology-of-food-products-413/20540-413-1251>.
3. *Якименко Т. П.* Возможность использования нетрадиционного растительного сырья в производстве бисквитных изделий / Т. П. Якименко, Т. С. Гвасалия, С. С. Луста // Материалы науч.-практ. конф. «Инновационные направления в пищевых технологиях». – Пятигорск, 2012. – С. 364–367.
4. *Амантаева А. А.* Сахарное печенье повышенной пищевой ценности с использованием композитной смеси из плодово-ягодного сырья / А. А. Амантаева, Н. Е. Джерембаева // Материалы науч.-практ. конф. «Пищевые технологии и биотехнологии». – Казань, 2009. – С. 6.
5. *Липатов Н. Н.* Совокупное качество технологических процессов молочной промышленности и количественные критерии его оценки / Н. Н. Липатов, С. Ю. Сажинов, О. И. Башкиров // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. – № 4. – С. 33–34.
6. *Новые напитки на основе молочной сыворотки с использованием плодовоовощных пюре и фитоэкстрактов для оздоровительного питания* / Р. Ю. Павлюк, Т. С. Абрамова, А. А. Берестова и др. // Материалы науч.-практ. конф. «Инновационные технологии в пищевой промышленности и ресторанном хозяйстве». – Х., 2014. – С. 155–157.

## TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

7. Симахина Г. А. Перспективы комплексного использования черной смородины для получения криопродуктов / Г. А. Симахина, Н. В. Науменко // Продукты и ингредиенты. – 2007. – № 4. – С. 72–74.
8. Павлюк Р. Ю. Інноваційні технології вітамінного плодово-ягідного морозива з використанням заморожених дрібнодисперсних добавок з рослинної сировини / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарська, А. А. Берестова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. – Т. 4, № 10 (64). – С. 57–62.
9. Погарская В. В. Разработка молочно-растительных десертов на основе творога для оздоровительного питания / В. В. Погарская, Г. В. Кипенко, Н. Е. Гужвинская // Материалы науч.-практ. конф. «Инновационные технологии в пищевой промышленности и ресторанном хозяйстве». – Х., 2014. – С. 185–187.
10. Тележенко Л. Н. Биологически активные вещества фруктов и овощей и их сохранение при переработке / Л. Н. Тележенко, А. Т. Безусов. – О. : OPTIMUM, 2004. – 268 с.
11. Gordon A., Ford R. The chemist's companion. – New York, 1972. – 541 p.

**References**

1. Drobot, V.I. (1988). *Ispolzovanie netraditsionnogo syria v khlebopekarnoi promyshlennosti [The use of non-traditional raw materials in the baking industry]*. Kyiv: Urozhai (in Russian).
2. Kostiuk, V.S. (2013). Sovershenstvovanie tekhnologii muchnykh konditerskikh izdelii na osnove ispolzovaniia novykh retsepturnykh komponentov [Improvement of technologies of pastry products by using new prescription components]. *SWorld – Scientific World*. Retrieved from <http://www.sworld.com.ua/index.php/en/technical-sciences-413/technology-of-food-products-413/20540-413-1251>.
3. Yakimenko, T.P., Gvasaliia, T.S., Lusta, S.S. (2012). Vozmozhnost ispolzovaniia netraditsionnogo rastitelnogo syria v proizvodstve biskvitnykh izdelii [The ability to use non-traditional vegetable raw materials in the production of biscuits]. Proceedings from *Innovatsionnye napravleniia v pishchevykh tekhnologiakh – Innovative trends in food technologies*. Piatigorsk, pp. 364–367 (in Russian).
4. Amantaeva, A.A., Dzherembaeva, N.E. (2009). Sakharnoe pechene povyshennoi pishchevoi tsennosti s ispolzovaniem kompozitnoi smesi iz plodovo-iagodnogo syria [Sugar Cookies increased nutritional value, using a composite mixture of fruits and berries]. Proceedings from *Pishchevye tekhnologii i biotekhnologii – Food Technology and Biotechnology*. Kazan, pp. 6 (in Russian).
5. Lipatov, N.N., Sazhinov S.Yu., Bashkirov, O.I. (2001). Sovokupnoe kachestvo tekhnologicheskikh protsessov molochnoi promyshlennosti i kolichestvennyye kriterii ego otcenki [The total quality of production processes of the dairy industry and quantitative criteria for its evaluation]. *Khranenie i pererabotka selkhozsyria – Storage and processing of farm products*, no. 4, pp. 33–34 (in Russian).
6. Pavliuk, R.Yu., Abramova, T.S., Berestova, A.A. et al. (2014). Novye napitki na osnove molochnoi syvorotki s ispolzovaniem plodoovoshchnykh piure i fitoekstraktov dlia ozdorovitel'nogo pitaniia [The new drink based on milk whey with fruit puree and phytoextracts for health food]. *Innovatsionnye tekhnologii v pishchevoi promyshlennosti i restorannom khoziaistve – Innovative technologies in the food industry and catering sector*. Kharkov, pp. 155–157 (in Russian).
7. Simakhina, G.A., Naumenko, N.V. (2007). Perspektivy kompleksnogo ispolzovaniia chernoi smorodiny dlia polucheniia krioproductov [Prospects for the integrated use of black currant for cryogenic]. *Produkty i ingrediety – Products and Ingredients*, no. 4, pp. 7–274 (in Russian).
8. Pavliuk, R.Yu., Poharska, V.V., Berestova, A.A. (2013). Innovatsiini tekhnologii vitaminnoho plodovo-yahidnogo morozyva z vykorystanniam zamorozhenykh dribnodispersnykh dobavok z roslinnoi syrovyny [Innovative technologies of vitamin fruitberry ice-cream production using frozen fine-dispersed additives made of plant raw materials]. *Vostochno-Evropeiskii zhurnal peredovykh tekhnologii – Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, vol. 4, no. 10 (64), pp. 57–62 (in Ukrainian).
9. Pogarskaia, V.V., Kipenko, G.V., Guzhvinskaia, N.E. (2014). Razrabotka molochno-rastitelnykh desertov na osnove tvoroga dlia ozdorovitel'nogo pitaniia [The development of milk-based desserts, vegetable cheese for health food]. *Innovatsionnye tekhnologii v pishchevoi promyshlennosti i*

*restorannom khoziaistve – Innovative technologies in the food industry and catering sector*. Kharkov, pp. 185–187 (in Russian).

10. Telezhenko, L.N., Bezusov, A.T. (2004). *Biologicheski aktivnye veshchestva fruktov i ovoshchei i ikh sokhranenie pri pererabotke [Biologically active substances of fruit and vegetables and their conservation in the processing]*. Odessa: OPTIMUM (in Russian).

11. Gordon A., Ford R. (1972). *The chemist's companion*. New York.

**Челябиева Виктория Николаевна** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры пищевых технологий, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14027, Украина).

**Челябієва Вікторія Миколаївна** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри харчових технологій, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна).

**Cheliabiieva Viktoriia** – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Food Technology Department, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14027 Chernihiv, Ukraine).

**E-mail:** vika.chl@mail.ru

**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-5364-4633>

**ResearcherID:** F-7305-2014

**Scopus Author ID:** 6505851894

**Гаврик Мария Валериевна** – студентка, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14027, Украина).

**Гаврик Марія Валеріївна** – студентка, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна).

**Havryk Maryia** – student, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14027 Chernihiv, Ukraine).

**E-mail:** gavrik\_1997@list.ru

**Литвиненко Елена Олеговна** – студентка, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна).

**Литвиненко Алёна Олеговна** – студентка, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14027, Украина).

**Lytvynenko Alena** – student, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14027 Chernihiv, Ukraine).

**E-mail:** Nonochka96@i.ua