

## Потенциальная возможность применения отходов пищевых производств для получения средств медицинского и косметического применения.

Сообщение 1. Использование одного из видов отхода производства кукурузного зерна кукурузного шёлка (обзор).

Кахетелидзе М.Б.<sup>1</sup>, Кикалишвили Б. Ю.<sup>2</sup>, Габелая М.А.<sup>3</sup>, Явич П.А.<sup>4</sup>, Мсхиладзе Л.В.<sup>5\*</sup>

<sup>1</sup>Доктор фармации, старший научный сотрудник института фармакохимии им. И. Кутателадзе  
Тбилисского Государственного Медицинского Университета

<sup>2</sup>Доктор фармации, главный научный сотрудник института фармакохимии им. И. Кутателадзе  
Тбилисского Государственного Медицинского Университета

<sup>3</sup>Доктор фармации, ассоциированный профессор Грузинского Технического Университета

<sup>4</sup>Доктор фармацевтических наук, профессор, главный научный сотрудник направления бад – ов  
и косметологических средств Института фармакохимии им. И. Кутателадзе  
Тбилисского Государственного Медицинского Университета

<sup>5</sup>Доктор фармации, ассоциированный профессор направления фармакогнозии и  
фармацевтической ботаники департамента фармакогнозии

Тбилисского Государственного Медицинского Университета, \*корреспондирующий автор

Одной из проблем современной технологии переработки продуктов пищевой технологии растительного происхождения становится использование их отходов - кожура, семена, скорлупа, жмых, листья и другие компоненты, содержащие значительное количество в них биоактивных соединений (фенолов, пептидов, каротиноидов, антоцианов, жирных кислот, волокон ферментов и т.п.). Большой интерес представляет производство из них, как потенциальных препаратов для косметической, так и для медицинской промышленности [1]. Решением этой проблемы заняты практически во всех развитых странах [2-5]. Образование отходов во всем мире намного выше в развитых странах. По литературным данным, в США они составляют до 40% от всей цепочки производства продуктов питания, в Европе до 20%, в Северной Африке, Западной и Центральной Азии это значение доходит до 32 % мирового объёма получаемых продуктов [6]. Поэтому, целью проводимых работ является повторное использование подобного сырья в качестве новых продуктов с высокой пользой для здоровья [7-9].

Подобная проблема проявляется и в Грузии. В большом количестве остаются отходы после переработки урожая кукурузы (стебли, листья, кукурузные рыльца), винограда(жмых, семена, листья, стебли), цитрусовых (кожура, жмых), фруктов перерабатываемых для получения соков (в основном жмых) и ряда других, содержащих полифенолы, часто в виде флавоноидов, фитостеролы, витамины, минералы, ненасыщенные жирные кислоты, стероиды, природные антиоксиданты, белки, сахара, каротиноиды, витамины, лигнаны, полисахариды и другие. Решение этой проблемы мы видим в новых научных разработках с дальнейшим внедрением их в производство.

В настоящем сообщении, в основном на основе литературных данных, исследуется проблема использования кукурузных рыльцев (шёлка), желтоватых нитевидных нитей женского цветка кукурузы, отходов выращивания кукурузы, которые доступны в изобилии. Шёлк представляет собой удлиненные рыльца, похожие на пучок волос. Цветки кукурузы однодомные, у которых мужские и женские цветки расположены в разных соцветиях на одном стебле. Мужские цветки на верхушке растения производят желтую пыльцу. При этом женские цветки продуцируют кукурузные рыльца и располагаются в пазухах листьев. Цвет кукурузных рыльцев сначала обычно светло-зеленый, а затем переходит в красный, желтый или светло-коричневый. Функция их заключается в улавливании пыльцы для опыления, они могут быть длиной 30 см и более со слегка сладковатым вкусом. Для медицинских целей их собирают непосредственно перед опылением, можно использовать в свежем или сушеном виде.

Судя по литературным данным [10] влажность порошков из кукурузных рылец составляет до  $7,89 \pm 0,49$  г/100 г сырой массы. Химический состав порошков кукурузных рыльцев показывает содержание углеводов в кукурузных рыльцах  $56,16 \pm 0,66$  г/100, включает пектин, глюкан и глюкоманнан, из нерастворимых - целлюлозу, гемицеллюлозу и лигнин. Общее содержание клетчатки  $14,82 \pm 0,84$  г/100 г., белка 15,29%, зольность может достигать 5,0%. Содержат Na, Mg, K и Ca, в качестве микроэлементов, медь, железо, марганец, цинк. Общее содержание фенолов в порошке кукурузных рыльцев составляет до 94,10 единиц /г., причем, количество флавоноидов варьируется в пределах 0,1% - 3%. Содержат майзин, апиγμαизин, 3-метоксимайзин, акс-4-ОН майзин и изоориентин-2"-ОαL-рамнозид. Описано наличие в гибридах кукурузы 2"-О-α-L-рамнозил-6-C-хинозиллутеолина, 2"-О-α-L-рамнозил-6-C-фукозиллутеолина и 2"-О-α-L-рамнозил-6-C-фукозил-3'-метоксилутеолина. Пять других производных флавоноидов были выделены из этанольного экстракта (80% этанол) кукурузного шелка и идентифицированы как 2"-О-α-L-рамнозил-6-C-3"-дезоксиглюкозил-3'-метоксилутеолин, 6,4'-дигидрокси-3'-метоксифлавоон-7-О-глюкозиды, акс-5"-метан-3'-метоксимайзин, акс-4"-ОН-3'-метоксимайзин и 7,4'-дигидрокси-3'-метоксифлавоон-2"-О-α-L-рамнозил-6-C-фукозид [11-13]. Содержание витамина С составляет до 275 мг/100 г. Активность поглощения свободных радикалов порошком кукурузных рылец достигает  $45,40 \pm 0,92\%$ . Активность по ABTS до  $244,1 \pm 10,2$  мкмоль ТЕ на 100 г сухой массы, активность по FRAP для этанольного экстракта – 58,16 мкг/мл [14].

**Токсичность.** Учитывая интерес к использованию растительных лекарственных средств, которые традиционно используются во многих странах, необходимо их фармакологическое исследование. Соответствующее изучение проведено и с экстрактами из кукурузных рыльцев [15-17]. Согласно полученным данным, исследования, проводимые в тестируемых режимах (100, 200 и 400 мг/кг массы тела) не оказывали значимого ( $p > 0,05$ ) влияния на гемоглобин (Hb), гематокрит (HCT), эритроциты (RBC), средний объём эритроцитов (MCV), средний корпускулярный гемоглобин (MCH), среднюю концентрацию корпускулярного гемоглобина (MCHC) и средний объём тромбоцитов (MPV). Исходя из полученных данных, биохимический анализ гематологических параметров, использованных для определения профиля безопасности экстрактов, свидетельствует о их нетоксичности для основных параметров крови. Незначительное влияние экстракта на эритроциты и гемоглобин, является, по мнению авторов, отражением практически неизменного эритропоэза. Это также показывает тот факт, что после введения экстракта не было изменений в кислородной ёмкости крови и количестве кислорода, доставленного в ткани, возникновения анемического состояния. Увеличение уровней лимфоцитов является фактом его стимулирующего действия на эффекторные клетки иммунной системы в испытанных дозах. т.е. экстракт в исследованных дозах не оказывает вредного воздействия на эффекторные клетки иммунной системы, что дополнительно подтверждает отсутствие гематотоксического действия экстракта. Это означает, что экстракт может стимулировать тромбопоэз, восстанавливать незначительные повреждения сосудов, возникающие в повседневной жизни, и в определенной степени контролировать тромбоцитопению у животных. Снижение сывороточных уровней основных липидов в процессе исследования свидетельствовало, что использование экстракта не приводит к риску сердечно-сосудистых заболеваний, при этом он обладает антилипидемическим действием.

Исследование острой токсичности показало, что экстракт кукурузных рыльцев в дозе до 5,0 мл/кг безопасен, причём полученные результаты подтверждают отсутствие у экстракта кукурузных рыльцев органотропизма. При острых и подострых исследованиях не наблюдалось летальных исходов или отклонений от нормы, а тест на подострую токсичность с использованием 500 мг/кг экстракта кукурузных рылец для лечения самцов мышей ICR в течение 4 недель, не привёл к токсикологическим изменениям. Полученные данные свидетельствуют, что экстракт кукурузных рылец можно использовать для разработки соответствующего вида лекарств при лечении ряда заболеваний [15-17].

Антиоксидантная активность [18 -20]. Экстракты рыльцев кукурузы, проявляют достаточно высокую антиоксидантную активность, что связано с наличием в них значительного количества антоцианов. Так, изучение антиоксидантной активности анализом методом DPPH показало, что экстракты полученные экстракцией 40% этанолом, проявляли более высокую активность по удалению радикалов DPPH, чем водные экстракты. Эти результаты позволяют предположить, что активные соединения, поглощающие свободные радикалы, лучше экстрагируются этанолом. Так, 95% -ный этанольный экстракт зрелых кукурузных рыльцев, по данным ряда исследователей, проявлял среднюю антиоксидантную активность со значением  $EC_{50} 163,45 \pm 6,34$  мкг/мл.

Аналогичные результаты были получены при использовании анализа методом FRAP. Несмотря на то, что по сравнению с аскорбиновой кислотой с аналогичной концентрацией, в обоих случаях была получена несколько меньшая активность, авторы считают более перспективным применение экстрактов кукурузных рыльцев полученных при использовании 40 % этанола. Некоторые авторы изучали антиоксидантную активность экстракта 70%-ным ацетон-водным раствором (1:1) методом FRAP. По их данным так же антиоксидантная активность экстракта коррелируется с общим содержанием полифенолов (фенолов и флавоноидов).

### **Эффект диуреза и калиуреза [21-23].**

Мочегонные и урикозурические свойства традиционно приписывались кукурузным рыльцам Zea mays L. Хотя мочегонный эффект был подтвержден, исследований влияния на функцию почек или выведение растворенных веществ, не проводилось. Подобные исследования начаты только в последнее время, были изучены влияние водного экстракта кукурузных рыльцев на экскрецию с мочой воды,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  и мочевой кислоты. Также изучалась функция клубочков, проксимальных канальцев и обращение с  $\text{Na}^+$  в канальцах. Экстракт кукурузных рыльцев на объем мочи плюс экскреция  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$ , изучали у крыс, находящихся в сознании при водной нагрузке (2,5 мл/100 г массы тела) в течение 5 ч. Калиурез наблюдали при дозах 350 мг/кг (100,42 +/- 22,32-120,28 +/- 19,70 микроэкв/5 ч/100 г массы тела; n = 13) и 500 мг/кг массы тела. (94,97 +/- 29,30-134,32 +/- 39,98 микроэкв/5 ч/100 г массы тела; n = 12; p < 0,01), причем последняя доза также вызывала диурез (1,98 +/- 0,44-2,41 +/- 0,41 мл/5 ч/100 г массы тела; n = 12; p < 0,05). Некоторые из авторов изучали влияние эффекта дозы 500 мг/кг массы тела. Ориентировались на объем мочи, экскрецию  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  и мочевой кислоты, а также функцию клубочков и проксимальных канальцев, измеряли соответственно по клиренсу креатинина (Cler) и  $\text{Li}^+$  (CLi) и обработке  $\text{Na}^+$  канальцев у крыс, получавших воду в течение 3 ч. Исходя из полученных результатов, сделан вывод, что у находящихся в сознании крыс с водной нагрузкой (2,5 мл на 100 г масс тела), водный экстракт кукурузных рылец оказывает мочегонное действие в дозе 500 мг на 1 кг массы тела, калиуретик в дозах 350 и 500 мг/кг массы тела. У находящихся в сознании крыс с водной нагрузкой 5,0 мл/100 г массы тела, водный экстракт кукурузных рылец оказывает калиуретическое действие в дозе 500 мг/кг массы тела. Антидепрессивную активность этанолового экстракта исследовали с помощью тестов силового плавания (FST) и тестов подвешивания за хвост (TST) на мышах в течение 6 и 5 мин соответственно через 1 ч после обработки экстрактом в дозе 125, 250, 500, 1000, 1500 мг/сут, кг. Экстракт обладал хорошей антидепрессивной активностью и сокращал период иммобилизации при тестах FST и TST. Экстракт в концентрации 1500 мг/кг показал активность, аналогичную активности положительного стандарта имипрамина (10 мг/кг) с продолжительностью неподвижности 57,6 секунды в FST. Тем не менее, при дозировке до 4000 мг/кг не наблюдалось смертности, и это открытие показало, что экстракт CS может быть важным природным антидепрессантом.

**Онкологическая активность [27-30].** По данным авторов, использованный экстракт кукурузных рыльцев имеет противораковую активность, не только ингибируя рост опухоли, но и продлевая

время выживания мышей с опухолью. Авторы считают, что механизм действия экстракта можно рассмотреть учитывая действие каспаз - семейства протеаз, играющих важную роль в процессе апоптоза. Так, каспаза-9, участвует в верхних стадиях каскада передачи сигнала апоптоза. После высвобождения цитохрома С из митохондрий, каспаза-9 активируется, образуя комплекс с цитохромом С, что в дальнейшем активирует каспазу-3, облегчая последующую передачу сигналов апоптоза. В данном случае, каспаза-3 -ключевой фермент апоптотического каскада, играющий существенную роль в конденсации хроматина, фрагментации ДНК и других ядерных апоптотических процессах. По мнению исследователей, решающую роль в апоптозе также играют белки семейства Bcl-2. Так, изменение проницаемости митохондриальной наружной мембраны, может приводить к апоптозу, и это изменение может быть непосредственно связано с белками этого семейства. Экстракт кукурузных рыльцев индуцирует признаки апоптоза клеток LoVo, включая ядерную конденсацию, фрагментацию ДНК, дисфункцию митохондрий, продукцию  $Ca^{2+}$  и активацию каспаз.

На основании результатов исследования предполагается, что экстракт кукурузных рыльцев может ингибировать пролиферацию клеток LoVo посредством остановки S-фазы и индуцировать апоптоз посредством митохондриально-опосредованного пути.

После обработки экстрактом кукурузных рылец, наблюдались определённые явления, связанные с апоптозом, включая ингибирование клеточной пролиферации, потерю потенциала митохондриальной мембраны ( $\Delta\Psi_m$ ), высвобождение  $Ca^{2+}$  и высвобождение цитохрома С из митохондрий в *ЦИТОЗОЛЬ*.

**Антидиабетические эффекты** [31-32]. В современной литературе сообщается о биологической активности кукурузных рылец в качестве антидиабетического средства.

По данным авторов,на основании результатов исследования подтверждено традиционное их использование для лечения сахарного диабета и диабетической нефропатии, причем это тоже связано с антиоксидантной активностью. Препараты на основе фракций кукурузного шелка могут быть потенциальным средством для профилактики и лечения сахарного диабета и диабетических осложнений.Кукурузный шелк (рыльца) во многих странах имеется в изобилии и легко доступен. Следует учитывать растущее число больных диабетом. По литературным данным, приём экстракта в дозе менее 500 мг/кг, не оказывает неблагоприятного воздействия на нормальных мышей и обладает значительным антидиабетическим потенциалом, сопровождающимся антиоксидантной и антигиперлипидемической активностью. Так, при введении его в течение четырех недель, симптомы полидипсии, полифагии и потери веса у мышей с диабетом, уменьшались, т.е. доза даже 500 мг/кг оказывает влияние на предотвращение потери веса у мышей с диабетом. Экстракты кукурузных рыльцев могут быть дополнительно разработаны в качестве потенциального средства для профилактики и лечения сахарного диабета и диабетических осложнений.

**Снижение нефротоксичности** [33 - 35]. Нефротоксичность — это термин, используемый для классификации любых неблагоприятных функциональных или структурных изменений в почках. Эффекты этих изменений могут быть связаны с химическими или биологическими

продуктами, которые вводятся, проглатываются, вдыхаются или абсорбируются, что приводит к образованию токсичных метаболитов с неблагоприятным воздействием на почки. Авторы указывают на благоприятное влияние использования в этих случаях экстракта кукурузных рылец.

Противовоспалительная активность [36 - 37]. Воспалительные процессы могут быть вызваны различными раздражителями, такими как взаимодействие антиген-антитело, термическое или физическое повреждение, инфекционные агенты и др. Боль, ощущаемая при воспалении, вызвана высвобождением анальгетических медиаторов. По данным авторов, этанольный экстракт кукурузных рылец проявляет значительную активность при воспалительных процессах. Спиртовой экстракт в концентрации 9–250 мкг/мл эффективно ингибировал TNF и LPS-индуцированную адгезию эндотелиальных клеток, водный экстракт улучшал гиперпролиферацию эпителиальных тканей кожи, индуцированных УФ-В, и образование морщин, а также сохранял содержание эпидермального коллагена у бесшерстных мышей SKH-1, облученных УФ-излучением. Экстракт также был эффективен в изменении генов-мишеней воспаления Nrf2 и NF-κB, на которые влияет окислительный стресс, в клетках кожи мыши и кожи человека. Эти анти-UVB-эффекты связаны с антиоксидантным и противовоспалительным действием экстрактов. Так, изменения кожи, вызванные действием УФ-В, включая толщину кожной складки, объём углубления морщин и толщину эпидермиса, заметно улучшились в группах, получавших экстракты. Пероральное введение экстракта заметно уменьшало гиперпролиферацию и повреждение ДНК. Коллагеновые волокна, которые значительно сократились у мышей, подвергшихся воздействию УФ-В, значительно восстанавливались после лечения экстрактами.

**Косметология.** Согласно отчёту об оценке безопасности косметических ингредиентов [38], полученных из Zea Mays, продукты, получаемые из растения, в том числе и из кукурузных рылец и уже нашедшие широкое применение в косметологии, практически безопасны для использования в косметике, судя по проведённым исследованиям на животных.

*В настоящее время из кукурузы получают следующие ингредиенты [39]:*

Абразивы, абсорбенты - связывающие вещества, наполнители - мука из початков ZeaMays (кукуруза), порошок початков ZeaMays (кукуруза), мука из ядер ZeaMays (кукуруза), мука из семян ZeaMays (кукуруза), крахмал ZeaMays (кукуруза), белок глютена ZeaMays.

Кондиционеры для волос - ZeaMays (кукурузный) глютенный протеин, ZeaMays (кукурузное) масло, неомыляемые вещества, гидролизованный кукурузный протеин, кукурузные глицериды. Средства для ухода за кожей – разное в том числе – белок глютена ZeaMays (кукуруза), неомыляемые масла ZeaMays (кукуруза), гидролизованный белок кукурузы, масло зародышей ZeaMays (кукурузное), экстракт шёлка ZeaMays.

Поверхностно-активные вещества – очищающие вещества – кукурузная кислота, кукурузный калий.

Поверхностно-активные вещества – эмульгаторы – масло ZeaMays (кукурузное), кукурузные глицериды, кукурузный крахмал.

Рекламируются ряд косметических средств содержащих экстракты кукурузных рыльцев [40] - маска для детоксикации и очищения кожи, питательная и регенерирующая маска для кожи, маска для чувствительной и проблемной кожи, омолаживающая и повышающая тонус маска для кожи, освежающая и бодрящая маска для кожи.

Безопасность применения в косметике экстрактов рыльцев (шёлка) кукурузы подтверждают, и патенты разных стран, некоторые из которых приводятся в данной статье .

Композиция для отбеливания кожи [41], которая содержит экстракт кукурузных **рыльцев** в качестве активного ингредиента, безопасно ингибирует меланогенез в меланоците не цитотоксична, ингибирует экспрессию тирозиназы, которая участвует в биосинтезе меланина

Композиция для увлажнения кожи, содержащая майзин или экстракт кукурузных рыльцев [42] способствует синтезу гиалуроновой кислоты, а также росту кератиноцитов, не вызывая раздражения кожи. Рекомендуются для использования в фармацевтических или косметических композициях для лечения ороговевшей кожи, укрепления кожных барьеров и увлажнения кожи.

Лекарственное средство, содержащее кукурузные рыльца и фосфатидилсерин и способ получения [43]. Рекомендуются для применения в косметологии.

Об этом свидетельствуют и другие соответствующие статьи по применению кукурузного шёлка в косметике [44-49].

### **Заключение:**

В этом обзоре описывается потенциал кукурузных рыльцев (шёлка) и его экстрактов, как растительного лекарственного средства перспективного для применения в медицине и фармации. Фармакологические исследования (*in vitro* и *in vivo*) показали практическое отсутствие токсичности, способность к стимуляции тромбопоэза, к восстановлению малых повреждений сосудов, обладанию антилипидной активностью. Наряду с этим показана биологическая активность в качестве антиоксиданта, антидепрессанта, антидиабетического средства, для снижения чувства усталости, при эффектах диуреза и калиуреза, для снижения уровня гиперклемии, для предупреждения и лечения онкологических заболеваний, снижения нефротоксичности, противовоспалительная активность. Активно используются в косметологии. Всё это свидетельствует о возможности создания новых активных препаратов.

## Использованная литература:

1. Castrica M., Rebucci R., Giromini C., Tretola M. and etc. Total phenolic content and antioxidant capacity of agri-food waste and by-products. *Ital. J. Anim. Sci.* 2019, 18:336–341. doi: 10.1080/1828051X.2018.1529544.
2. Van der Werf P., Gilliland J.A. A systematic review of food losses and food waste generation in developed countries. *Proc.Inst. Civ. Eng. Waste Resour. Manag.* 2017, 170:66–77. doi: 10.1680/jwarm.16.00026.
3. Ziolkowska J.R. Economic and Environmental Costs of Agricultural Food Losses and Waste in the US. *Int. J. Food Eng.* 2017, 3 doi: 10.18178/ijfe.3.2.140-145.
4. Hoehn D., Laso J., Cristóbal J., Ruiz-Salmón I., Butnar I., Borrion A., Bala A., Fullana-i-Palmer P., Vázquez-Rowe I., Aldaco R., et al. Regionalized Strategies for Food Loss and Waste Management in Spain under a Life Cycle Thinking Approach. *Foods*. 2020, 9:1765. doi: 10.3390/foods 9121765.
5. Brenes-Peralta L., Jiménez-Morales M.F., Freire Junior M., Belik W., Basso N., Polenta G., Giraldo C., Granados S. Challenges and Initiatives in Reducing Food Losses and Waste: Latin America and the Caribbean. BurleighDodds Science Publishing; Cambridge, UK: 2020.
6. Bilali H.E., El Bilali H. Food loss and waste study in North Africa. *N. Afr. J. Food products. Res.in Europe* up to 20% of those produced in the world.2018, 2:51–57.
7. Jimenez-Moreno, N.; Esparza, I.; Bimbela, F.; Gandia, L.M.; Ancin-Azpigueta, C. Valorization of selected fruit and vegetable wastes as bioactive compounds: Opportunities and challenges. *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* 2020, 50, 2061–2108.
8. DiDonato, P.; Taurisano, V.; Poli, A. Vegetable wastes derived polysaccharides as natural Eco-friendly plasticizers of sodium alginate. *Carbohydr.Polym.* 2020, 229, 115427.
9. Barbulova, A.; Colucci, G.; Apone, F. New Trends in Cosmetics: By-Products of Plant Origin and Potential use as Cosmetic Native Ingredient. *Cosmetics* 2015, 2, 82–92.
10. Wan Rosli W.I., Nurhanan A.R., Mohsin S.S.J., Farid C.G. and etc. Phytochemical Analysis and Characterization of Corn Silk (*Zea mays*, G5417). *Agronomy* 2022, 12(4), 777-786.; <https://doi.org/10.3390/agronomy12040777>
11. Ren S.C., Liu Z.L., Ding X.L. Isolation and identification of two novel flavone glycosides from corn silk (*Stigma maydis*) *J. Med. Plants Res.* 2009, 32:1009–1015.
12. El-Ghorab A., El-Massry K.F., Shibamoto T. Chemical Composition of the Volatile Extract and Antioxidant Activities of the Volatile and Nonvolatile Extracts of Egyptian Corn Silk (*Zea mays* L.) *J. Agric. Food Chem.* 2007, 55:9124–9127.
13. Kan A., Orhan I., Coksari G., Sener B. *In-vitro* neuroprotective properties of the maydis stigma extracts from four corn varieties. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 2011, 63:1–4.
14. Khairunnisa Hasanudin, Puziah Hashim, and Shuhaimi Mustafa. Corn Silk (*Stigma Maydis*) in Healthcare: A Phytochemical and Pharmacological Review. *Molecules*. Aug 2012, 17(8): 9697–9715.

15. AeWha Ha, Hyun Jong Kang, Sung Lim Kim, Myung Hwan Kim, Woo Kyung Kim Acute and etc. Toxicity Evaluation of Corn Silk Extract March 2018, Preventive Nutrition and Food Science 23(1):70-76 DOI:10.3746/pnf.2018.23.1.7015.
16. Zead Helmi Abudaye, Uliana Karpiuk, Victoria Kislichenko, Qays Aboualassand et al. Optimization of extractability, phytochemistry, acute toxicity and hemostatic action of corn stigma liquid extract. Natural Bioactive Compounds: Chemistry, Extraction and Applications. 2022, Volume | Article ID 3059725 | <https://doi.org/10.1155/2022/3059725>
17. Sabiu Saheed, Ajani E. Oladipipo, Abubakar A. Abdulazeez, Sulyman A. Olarewaju and et al. Toxicological evaluations of *Stigmamaydis* (corn silk) aqueous extract on hematological and lipid parameters in Wistar. Toxicol Rep. 2015, 2: 638–644
18. Sladana Žilić, Marijana Janković, Zorica Basić, Jelena Vančetović, Vuk Maksimović. Antioxidant activity, phenolic profile, chlorophyll and mineral matter content of corn silk (*Zea mays* L): Comparison with medicinal herbs. Journal of Cereal Science May 2016, Volume 69, P. 363-370
19. Chutima Limmatvapirat, Chutipanateesathittarn, Kamol Dechasathian and et al. Phytochemical analysis of baby corn silk extracts. J. Ayurveda Integr Med. 2020, Jul-Sep, 11(3):P.344-351. Doi: [10.1016/j.jaim.2019.10.005](https://doi.org/10.1016/j.jaim.2019.10.005)
20. Ratchada Tangwongchai, Khundej Suriharn. Relationships between phytochemicals and antioxidant activity in corn silk. International Food Research Journal January 2013, 20(5):2073-2079
21. Solihah M.A., Nurhanan A.R., Wan Amir Nizam W.A., Wan Rosli W.I. Aqueous Extract of Corn Silk Confers Mild Diuretic Activity in Normal Rats (Ekstrak Akues Sutera Jagung Cetus Aktiviti Diuretik Sederhana dalam Tikus Normal). 2015, 44(8). 1167–1174
22. Velazquez D. V. O., Xavier H. S., Batista J.E.M., de Castro-Chaves C. Zea mays L. extracts modify glomerular function and potassium urinary excretion in conscious rats. Phytomedicine, 2005 May, 12(5):363-9. doi: [10.1016/j.phymed.2003.12.010](https://doi.org/10.1016/j.phymed.2003.12.010).
23. Khairunnisa Hasanudin, Puziah Hashim. Corn Silk (*Stigma Maydis*) in Healthcare: A Phytochemical and Pharmacological Review. Molecules, 2012, 17(8):9697-715. DOI: [10.3390/molecules17089697](https://doi.org/10.3390/molecules17089697)
24. Ila Maratush Shalihah, Vega Pamela. Corn silk tea extract as antidiabetic: A Review. Food Science and Technology Journal. 2022, (2):66. DOI: [10.33512/fsj.v2i2.9647](https://doi.org/10.33512/fsj.v2i2.9647)
25. Septariawulan Kusumasari, Fatma Al-Qudsi and Dema Alsudairi. Effect of Corn Silk Aqueous Extract on Brown Adipose Tissue of Embryos and Neonates of Diabetic Pregnant Mice: A Histological Study J. Microsc Ultrastruct. Jul-Sep 2022, 10(3): 133–139. [10.4103/jmau.22.21](https://doi.org/10.4103/jmau.22.21)
26. Khairunnisa Hasanudin<sup>1</sup>, Puziah Hashim, Shuhaimi Mustafa. Corn silk (*Stigma maydis*) in healthcare: a phytochemical and pharmacological review. Molecules. Aug 13 2012, 17(8):9697-715. doi: [10.3390/molecules17089697](https://doi.org/10.3390/molecules17089697).

27. Mai M Al-Oqail<sup>1</sup>, Ebtesam S Al-Sheddi<sup>1</sup>, Nida N Farshori<sup>1</sup>, Shaza M Al-Massarani<sup>1</sup> and etc. Corn Silk (*Zea mays L.*) Induced Apoptosis in Human Breast Cancer (MCF-7) Cells via the ROS-Mediated Mitochondrial Pathway. Oxid Med Cell Longev. 2019, doi: [10.1155/2019/9789241](https://doi.org/10.1155/2019/9789241)
28. Hao Guo, Hong Guan, Wenqin Yang, Han Liu, Huiling Hou, Xue Chen, Zhenyan Liu, Chuangang Zang, Yuchao Liu, and Jicheng Liu. Pro-apoptotic and anti-proliferative effects of corn silk extract on human colon cancer cell lines. Oncol Lett. Feb 2017, 13(2): 973–978.
29. Poorahong, W., Innajak, S., Ungsurungsie, M., Watanapokasin, R. Purple Corn Silk Extract Attenuates UVB-Induced Inflammation in Human Keratinocyte Cells. Sci. Pharm. 2022, 90, 18. <https://doi.org/10.3390/scipharm90010018>
30. Tian J., Chen H., Chen S., Xing L., Wang Y., and etc. Comparative studies on the constituents, antioxidant and anticancer activities of extracts from different varieties of corn silk. Food Funct. 2013, 4:1526–1534. doi: [10.1039/c3fo60171d](https://doi.org/10.1039/c3fo60171d).
31. Wang K.-J., Zhao J.-L. Corn silk (*Zea mays L.*), a source of natural antioxidants with  $\alpha$ -amylase,  $\alpha$ -glucosidase, advanced glycation and diabetic nephropathy inhibitory activities. Biomed. Pharmacother. 2019, 110:510–517. doi: [10.1016/j.biopha.2018, 11.126](https://doi.org/10.1016/j.biopha.2018.11.126).
32. Yan Zhang, Liyang Wu, Zhongsu Ma, Jia Cheng, and Jingbo Liu. Anti-Diabetic, Anti-Oxidant and Anti-Hyperlipidemic Activities of Flavonoids from Corn Silk on STZ-Induced Diabetic Mice. Molecules. Jan 2016, 21(1):7–12. doi: [10.3390/molecules21010007](https://doi.org/10.3390/molecules21010007)
33. Nader Tanideh, Fariba Zarifi, Shima Rafiee, Maryam Khastkhodaei and etc. Effect of Methanolic Extract of Corn Silk on Cisplatin-Induced Nephrotoxicity in Rats. Galen Med J. 2018, 7: e1258. . doi: [10.22086/gmj.v0i0.1258](https://doi.org/10.22086/gmj.v0i0.1258)
34. Parakh Basist, Mohammad Umar Kha, Bisma Jan, Gaurav Mohammad, Ahmed Khan and etc. Metabolite Profiling and Nephroprotective Potential of the *Zea mays L.* Silk Extract against Diclofenac-Induced Nephrotoxicity in Wistar Rats. ACS Omega 2022, 7, 41, 36519–36534 <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c04396>
35. Nader Tanideh, Fariba Zarifi, Shima Rafiee, Maryam Khastkhodaei, Omid Koohi Hosseinabadi and etc. Effect of Methanolic Extract of Corn Silk on Cisplatin-Induced Nephrotoxicity in Rats. Galen Med J. 2018, Nov 29;7: e1258. doi: [10.22086/gmj.v0i0.1258](https://doi.org/10.22086/gmj.v0i0.1258)
36. Amy Cho, Sang-Ah Kwon, Minju Kim, Mina Song and etc. Potential Photoprotective Effect of Dietary Corn Silk Extract on Ultraviolet B-Induced Skin Damage. Molecules. Jul 2019, 24(14): 2587 – 2597. doi: [10.3390/molecules24142587](https://doi.org/10.3390/molecules24142587)
37. Watcharaporn Poorahong, Sukanda Innajak, Malyn Ungsurungsie, Ramida Watanapokasin. Purple Corn Silk Extract Attenuates UVB-Induced Inflammation in Human Keratinocyte Cells. Journals Sci. Pharm. 2022, 90(1), 18; <https://doi.org/10.3390/scipharm90010018>

38. Alan Andersen F., Wilma F. Bergfeld, Donald W. Belsito, Curtis D. Claassen and etc., Final Report of the Safety Assessment of Cosmetic Ingredients Derived from Zea Mays (corn) International Journal of Toxicology 30(Supplement1) 2011, 3017S-39S DOI: 10.1177/1091581811403832 <http://ijt.sagepub.com>
39. Zea Mays (Corn) starch – Cosmetics info [cosmetics info. org...https://www.cosmeticsinfo.org](https://www.cosmeticsinfo.org)
40. [Alibaba.com](https://www.alibaba.com) <https://www.alibaba.com> › C...
41. Composition for skin whitening containing corn silk extract. Classifications **KR102247965B1** \*2014-10-17 2021-05-04.
42. Skin moisturizing composition containing maysin or corn stigma extract. Classifications KR1020150116305A 2015-08-18 2015-08-18.
43. Corn stigma and phosphatidylserine-containing drug and preparation method thereof. Classifications Application CN201610214198.2A events
44. Mohsin S., Akhtar N., Mahmoud T., Khan H., Mustafa R. Composition and stability of topical water-in-oil emulsion containing corn stigma extract. Trop J Pharm Res 2016, 15(6): 1115-1121 doi: 10.4314/tjpr.v15i6.1
45. Nessa Nessa, Noni Rahayu Putri, Eka Fitrianda, Elmitra Elmitra, Ridho Asra. Effect of Gel Formulation of Corn Silk Extract (Stigma Maydis) On Burn Wound Healing In Male White Rat Home Archives 2020, V. 8 Issue 6 Nov. - Dec.
46. Yeon-hee K, Amy C, Sang-Ah K, Minju K, Song M, Han HW. Potential photoprotective effect of dietary corn silk extract on ultraviolet B-induced skin damage. Molecules. 2019, 24: 2587. DOI: 10.3390/molecules24142587
47. Hasanudin, Khairunnisa *Proximate composition and bioactivities of corn silk (Stigma maydis) for potential cosmoceutical application*. Masters thesis, Universiti Putra Malaysia. (2014), December. P.1-36
48. Zea Mays silk extract S - Cosmetics Ingredient INCI. [specialchem.co](https://specialchem.co). <https://cosmetics>.
49. Nessa Nessa, Ifmaily Ifmaily, Yeliza Putri, Ridho Asra. Hepatoprotector Effect of Corn Silk Ethanol Extract (Stigma maydis) on Paracetamol-Induced White Male Rats Asian Journal of Pharmaceutical Research and Development: 2021, Vol 9 No 5, p. 214-221.

## Potential use of food production waste to obtain medical and cosmetic products.

Message 1. The use of one of the types of waste from the production of corn grain corn silk (review).

***Kakhetelidze M. B<sup>1</sup>., Kikalishvili B. Yu<sup>2</sup>., Gabelaia M.A.<sup>3</sup>, Yavich P. A.<sup>4</sup>, \* Mskhiladze L. V<sup>5</sup>.,***

*<sup>1</sup>Kakhetelidze Mzia Bondoevna, Doctor of Pharmacy, Senior Researcher, Institute of Pharmacochimistry I. Kutateladze Tbilisi State Medical University*

*<sup>2</sup>Kikalishvili B. Yu., Doctor of Pharmacy, Chief Researcher, Institute of Pharmacochimistry I. Kutateladze Tbilisi State Medical University*

*<sup>3</sup>Gabelaia Margarita Arkadievna, Doctor of Pharmacy, associate professor Georgian Technical University*

*<sup>4</sup>Yavich Pavel Abramovich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Chief Researcher, Direction of BAA and Cosmetological Means Institute of Pharmacochimistry I. Kutateladze Tbilisi State Medical University*

*<sup>5</sup>\*Mskhiladze Lasha Vasilyevich, Doctor of Pharmacy, Associate professor, Direction of Pharmacognosy and Pharmaceutical Botany Department of Pharmacognosy Tbilisi State Medical University \*Corresponding author.*

**Abstract.** One of the problems of modern technology for processing food technology products of plant origin is the use of their waste - peel, seeds, shells oilcake, leaves and other components, containing a significant amount of bioactive compounds (phenols, peptides, carotenoids, anthocyanins, fatty acids, enzyme, fibers etc.), which in most cases are not utilized and are burned, or go to dumps, worsening the environmental situation. The production of potential drugs for the cosmetic and medical industries from them is of great interest. A similar problem takes place also in Georgia. A large amount of waste remains after processing the corn crop - stems, leaves, corn stigmas. In this review, that is mainly based on literature data, the problem of using corn stigmas (silk), which is available in abundance, is considered. Judging by the chemical composition, corn stigma powder contains a number of phenolic compounds, pectin, glucan, glucomannan, cellulose, hemicellulose, lignin and others. It also contains Na, Mg, K, Ca, copper, iron, manganese, zinc. Many scientists have studied antioxidant, anti-cancer, anti-inflammatory, acute and chronic activities. Their studies and a number of other tests have shown the pharmacological activity of extracts from the powder and their safety for use, when they are taken in certain doses.

According to available data, products, obtained from corn production waste, have found wide application in cosmetology. They are used as absorbents, fillers, proteins, emulsifiers, surfactants. All this confirms the need of using waste products from the production of corn grain - corn stigmas (silk), for further purposes.

**Keywords.** Corn, waste, corn silk, pharmacology, cosmetics

# საკვების წარმოების ნარჩენი პროდუქტების გამოყენების პოტენციური შესაძლებლობა სამედიცინო და კოსმეტიკური პროდუქტების მისაღებად

შეტყობინება 1. წარმოების ნარჩენი პროდუქტების ერთერთი სახეობის - სიმინდის ულვაშის გამოყენება (მიმოხილვა).

კახეთელიძე მ.ბ.<sup>1</sup>, კიკალიშვილი ბ.ი.<sup>2</sup>, გაბელაია მ.ა.<sup>3</sup>, იავიჩი პ.ა.<sup>4</sup>, მსხილაძე ლ.ვ.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>კახეთელიძე მ.ბ., ფარმაციის დოქტორი, თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ი.ჭუთათელაძის ფარმაცოქიმიის ინსტიტუტის უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი

<sup>2</sup>კიკალიშვილი ბ.ი., ფარმაციის დოქტორი, თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ი.ჭუთათელაძის ფარმაცოქიმიის ინსტიტუტის მთავარი მეცნიერ თანამშრომელი

<sup>3</sup>გაბელაია მ.ა., ფარმაციის დოქტორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი

<sup>4</sup>იავიჩი პ.ა., ფარმაცევტულ მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ი.ჭუთათელაძის ფარმაცოქიმიის ინსტიტუტის ბად-ის და კოსმეტოლოგიურ საშუალებათა მიმართულების მთავარი მეცნიერ თანამშრომელი

<sup>5</sup>მსხილაძე ლ.ვ., ფარმაციის დოქტორი, თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ფარმაცოგნოზიისა და ფარმაცევტული ბოტანიკის მიმართულების, ფარმაცოგნოზიის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი

**რეზიუმე.** მცენარეული წარმოშობის საკვები პროდუქტების გადამუშავების თანამედროვე ტექნოლოგიის ერთ-ერთი პრობლემაა მათი ნარჩენების გამოყენება - კანი, თესლი, ნაჭუჭი, კოპტონი, ფოთლები, რომლებიც შეიცავს ბიოაქტიური ნაერთების მნიშვნელოვან რაოდენობას (ფენოლები, პეპტიდები, კაროტინოიდები, ანთოციანები, ცხიმოვანი მჟავები, ბოჭკოები და ფერმენტები), რომელთა უტილიზაცია უმეტეს შემთხვევაში არ ხდება, გადადის ნაგავსაყრელებზე, რაც აუარესებს გარემოს ეკოლოგიურ მდგომარეობას. მსგავსი პრობლემა საქართველოშიც დგას. დიდი რაოდენობით ნარჩენი პროდუქტი რჩება სიმინდის მოსავლის გადამუშავების შედეგად (ღეროები, ფოთლები, სიმინდის ულვაში). როგორც კოსმეტიკური, ისე სამედიცინო ინდუსტრიისთვის, დიდ ინტერესს წარმოადგენს მათგან პოტენციური პრეპარატების წარმოება. წინამდებარე ნაშრომში, ძირითადად ლიტერატურული მონაცემების საფუძველზე, განიხილება სიმინდის ულვაშის გამოყენების შესაძლებლობა.

ქიმიური შემადგენლობით თუ ვიმსჯელებთ, სიმინდის ულვაში შეიცავს რიგ ფენოლურ ნაერთს, პექტინს, გლუკანს, გლუკომანანს, ცელულოზას, ჰემიცელულოზას, ლიგნინს და სხვა. შეიცავს Na, Mg, K და Ca, სპილენძს, რკინას, მანგანუმს, თუთიას. ანტიოქსიდანტური, კიბოს

საწინააღმდეგო, ანთების საწინააღმდეგო, მწვავე და ქრონიკული მოქმედების მიმართულებით მრავალი მეცნიერის მიერ ჩატარებულმა კვლევებმა და სხვა რიგმა ტესტმა აჩვენა სიმინდის ულვაშის ფხვნილის ექსტრაქტების ფარმაკოლოგიური აქტივობა და გარკვეული დოზებით გამოყენებისას, მათი უსაფრთხოება. არსებული მონაცემების მიხედვით, სიმინდის წარმოების ნარჩენებისგან მიღებულმა პროდუქტებმა ფართო გამოყენება ჰპოვა კოსმეტოლოგიაში. ისინი გამოიყენება როგორც აბრაზივები, შთანთქმელები, შემავსებლები, ემულგატორები. ყოველივე ზემოთ აღნიშნული ადასტურებს სიმინდის მარცვლის წარმოებიდან ნარჩენი პროდუქტის - სიმინდის ულვაშის შემდგომი გამოყენების შესაძლებლობას.

**საკვანძო სიტყვები.** სიმინდი, ნარჩენები, სიმინდის ულვაში, ფარმაკოლოგია, კოსმეტიკა