

Муратбек кызы Элиза, магистрант,
Ошский технологический университет
Исраилова Гулбарчын Салимовна, к.б.н.,
Ошский технологический университет
г.Ош, Кыргызская Республика
E-mail: muratbek kyzy eliza

О ПЕРСПЕКТИВЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ РАСТЕНИЕВОДСТВА В КЫРГЫЗСТАНЕ

В статье рассматриваются вопросы применения технологии биоконверсии растительных отходов в республике с целью получения ценных веществ. Использование способов биологической переработки растительного сырья позволит создать экономически выгодный процесс производства целевых продуктов и утилизацию потенциальных экологических загрязнителей в Кыргызстане.

Ключевые слова: биоконверсия, отходы, растениеводство, микроорганизмы, переработка.

Муратбек кызы Элиза, магистрант,
Ош технологиялык университети,
Исраилова Гулбарчын Салимовна,
б.и.к., улук окутуучу,
Ошский технологический университет
Ош ш., Кыргыз Республикасы

КЫРГЫЗСТАНДА ӨСҮМДҮК ӨСТҮРҮҮЧҮЛҮКТҮН КАЛДЫКТАРЫН БИОЛОГИЯЛЫК ЖОЛ МЕНЕН КАЙРА ИШТЕТҮҮНҮН ПЕРСПЕКТИВАСЫ ЖӨНҮНДӨ

Макалада республикабыздын шартында өсүмдүк өстүрүүчүлүк чарбаларынан чыккан калдыктарды биологиялык жол менен кайра иштетүү технологиясын колдонуп адам баласынын тиричилигине керектүү максаттуу продуктуларды алуу маселелери жөнүндө баяндалат. Өсүмдүк сырьесун кайра иштетүүдө биоконверсиялык ыкмаларды колдонуу менен Кыргызстанда экономикалык жактан эффективдүү өндүрүш процесстерин түзүүгө жана экологиялык жактан коопсуз технологияларды кийирүүгө шарт түзүлөт.

Ачык сөздөр: биоконверсия, калдыктар, өсүмдүк өстүрүүчүлүк, микроорганизмдер, кайра иштетүү.

Muratbek kyzy Eliza, graduate student,
Osh Technological University,
Israilova Gulbarchyn Salimovna
Candidate of biological sciences, senior lecturer,
Osh Technological University,
Osh city, Kyrgyz Republic

THE PROSPECTS OF BIOLOGICAL PLANT WASTE PROCESSING IN KYRGYZSTAN

The article deals with the application of the technology of bioconversion of plant waste in the republic in order to obtain valuable substances. The use of methods of biological processing of plant raw materials will create an economically profitable process for the production of target products and the utilization of potential environmental pollutants in Kyrgyzstan.

Key words: bioconversion, waste, crop production, microorganisms, processing

Введение. За последние несколько лет в сельскохозяйственной отрасли Кыргызстана произошли изменения, во многом общие для экономик региона. Спад в сельском хозяйстве был не таким объемным и значительным, как в промышленности, а в последние годы можно отметить динамику устойчивого роста, повлекший и рост объемов образующихся отходов.

Наилучшим способом удаления отходов по экономическим и экологическим соображениям является их использование в качестве вторичного сырья. Способы биоконверсии отходов могут дать весьма существенный результат с благоприятными последствиями для развития биотехнологии.

Существует широкий круг микроорганизмов, способных потреблять вторичные продукты сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности с образованием микробной биомассы. Самыми перспективными являются быстрорастущие микроорганизмы, способные усваивать негидролизированные сельскохозяйственные отходы.

Растительная биомасса - возобновляемый и легкодоступный источник сырья. Основные ее компоненты - целлюлоза (2/3), крахмал, гемицеллюлоза, лигнин. Лигнин - высокомолекулярный нерастворимый трехмерный неупорядоченный ароматический полимер. Целлюлоза - высокомолекулярный нерастворимый полимер глюкозы. Она является главным компонентом как растительной биомассы, так и сельскохозяйственных, бытовых отходов, а также отходов деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности [6].

Смысл технологии биоконверсии состоит в следующем: сырьевые компоненты (отходы) содержащие сложные полисахариды - пектиновые вещества, целлюлозу, гемицеллюлозу и пр. подвергаются воздействию комплексных ферментных препаратов, содержащих пектиназу, гемицеллюлазу и целлюлазу. Ферменты способны к глубокой деструкции клеточных стенок и отдельных структурных полисахаридов, т.е. происходит расщепление сложных полисахаридов на простые с последующим построением на их основе легко усвояемого кормового белка.

Таким образом, трудно усваиваемое сырье переходит в легко усваиваемую животными форму путем расщепления неусваиваемой молекулы белка на простые аминокислоты.

Актуальность исследования. Исходными сырьевыми компонентами для биоконверсии могут быть использованы следующие отходы, накапливающиеся в достаточном количестве в регионах:

1. Растительные компоненты сельскохозяйственных культур: стебли зерновых и технических культур, корзинки и стебли подсолнечника, стержни кукурузных початков, картофельная мезга, трава бобовых культур, отходы сенажа и силоса, отходы виноградной лозы, стебли табака.
2. Отходы зерноперерабатывающей промышленности: отруби, отходы при очистке и сортировке зерновой массы (зерновые отходы), зерновая сорная примесь, травмированные зерна, щуплые и проросшие зерна, семена дикорастущих растений, некондиционное зерно.

3. Отходы консервной, винодельческой промышленности фруктовые отходы: кожица, семенные гнезда, дефектные плоды, вытерки и выжимки, отходы винограда, отходы кабачков, обрезанные концы плодов, жмых, дефектные кабачки, отходы зеленого горошка (ботва, створки, россыпь зерен, битые зерна, кусочки листьев, створки), отходы капусты, свеклы, моркови, картофеля.
4. Отходы сахарной промышленности: свекловичный жом, меласса, рафинадная патока, фильтрационный осадок, свекловичный бой, хвостики свеклы.
5. Отходы пивоваренной и спиртовой промышленности: сплав ячменя (щуплые зерна ячменя, мякина, солома и др. примеси), полировочные отходы, частицы измельченной оболочки, эндосперма, битые зерна, солодовая пыль, пивная дробина, меласса, крахмалистые продукты (картофеля и различных видов зерна), послеспиртовая барда, бражка.
6. Отходы эфирно-масличной промышленности: отходы травянистого и цветочного сырья.
7. Отходы масло - жировой промышленности: подсолнечная лузга, хлопковая шелуха.
8. Отходы кондитерской и молочной промышленности.

Любое растительное сырье и его производные, как лигноцеллюлозный источник, доступны для микробиологической биоконверсии в углеводно-белковые корма и кормовые добавки. При биологической переработке сырья растительного происхождения производится ряд ценных для человека соединений, таких как этиловый спирт, глицербетаин, пищевые и кормовые дрожжи, пищевые кислоты (лимонная и молочная), глютаминовая кислота, глютамат натрия, витамин В12. Из хлопковой шелухи и стержней початков кукурузы – кормовые дрожжи, фурфурол, этиловый спирт, тетрагидрофуриловый спирт, фурановые соединения, уксусная кислота, пищевая глюкоза, сухие корма для животных. Из барды (отходов пивоваренного производства) – хлебопекарные дрожжи, глицерин, бетаин, кормовые дрожжи, витамин В12, серноокислый аммоний, глютамат натрия, биализин, корм для скота [1,5].

Цели и задачи. С помощью биологических катализаторов (ферментов) микроорганизмы расщепляют целлюлозу с образованием целого комплекса ценных технических продуктов. В зависимости от поставленной цели такими продуктами могут быть технические ферменты (целлюлазы), глюкоза или биоэтанол.

Промышленное получение технических ферментов является экологически и экономически выгодным. Об этом свидетельствует возрастающий объем продаж технических ферментов на мировом рынке, который увеличивается с ежегодной динамикой в 10%. Лидерами мирового рынка ферментов являются протеазы и амилазы, на долю которых приходится 25% и 15% соответственно. В течении последних пяти лет мировой рынок карбогидраз, включающий в основном амилазы, целлюлазы и ксиланазы, был самым быстрорастущим сегментом рынка с совокупным среднегодовым темпом роста более 7% [3].

Материалы и методы исследования. Наиболее широко используемыми ферментами являются протеазы (45%) и карбогидразы (более 32%), в том числе целлюлазы, глюканызы и гемицеллюлазы (ксиланазы). В настоящее время эти ферментные препараты находят широкое применение в промышленности и сельском хозяйстве - в качестве компонентов моющих средств, для обработки текстильных изделий, в производстве первичной и вторичной целлюлозы; в пищевой промышленности (производстве спирта, пивоварении, кондитерской, хлебопекарной и мясомолочной промышленности), в качестве кормовых добавок.

Методы предобработки целлюлозосодержащих материалов делятся на физические, механические, химические и биологические. Биологическая предобработка

основана на использовании микроорганизмов, способных продуцировать разрушающие лигнин ферменты [2,4].

Микробиологические методы стали развиваться сравнительно недавно, они основываются в частности, на предположении о принципиальной возможности микробиологической деградации лигнина или частичной деградации целлюлозы по негидролитическому механизму.

Результаты исследования. Для глубокой переработки ЦСМ необходима деструкция полисахаридов до моносахаридов. Поскольку растительное сырье характеризуется сложным компонентным составом, то для его гидролиза требуются комплексные ферментные препараты. В промышленной биотехнологии в качестве продуцентов таких препаратов широкое распространение получили различные микроскопические грибы. Штаммы грибов рода *Trichoderma* играют ведущую роль среди промышленных продуцентов препаратов на основе целлюлаз [7,8,9,10,11].

В последние годы проявляется большое внимание к мицелиальным грибам. Это связано с морфолого-физиологическими особенностями грибов:

- 1) большинство грибов по типу питания сапрофиты;
- 2) гифальное строение и апикальный (верхушечный) рост создают для грибов более благоприятные условия при пространственной колонизации субстрата, что обеспечивает одновременное протекание разнообразных процессов превращения веществ;
- 3) многие виды микромицетов обладают очень активными системами окислительных и гидролитических ферментов, отличаются высокой эффективностью использования органических источников энергии. Как правило, первоначально отмечается незначительный рост гриба на поверхности целлюлозы, при этом гифы приобретают форму, напоминающую сверло и способствующую механическому проникновению гриба в субстрат. Они утончаются, образуя в субстрате мицелий, который поглощает и усваивает растворимые мономеры. На поверхности субстрата может развиваться обильно растущий мицелий, возникающий из утонченных гиф.

Гифы осуществляют превращение целлюлозы в результате двух процессов: механического проникновения гриба к субстрату и его ферментативного гидролиза. Интенсивность роста мицелия внутри и на поверхности целлюлозы зависит от многих факторов – компонентного состава состава целлюлаз способности гриба использовать в обмене веществ продукты ферментативного гидролиза целлюлозы, физико-химических факторов внешней среды. Грибы и актиномицеты активно разрушают целлюлозу в кислой и щелочной средах, но слабее, чем в среде с нейтральной реакцией. Некоторые виды актиномицетов подавляют активность разложения целлюлозы бактериями при их совместном культивировании. Среди почвенных целлюлозоразлагающих грибов наиболее актуальными являются представители рода *Trichoderma*. Комплекс целлюлолитических ферментов грибов этого рода способен гидролизовать как нативную целлюлозу, так и ее растворимые формы. Грибы рода *Trichoderma* активно растут и образуют целлюлолитические ферменты на природных субстратах: рисовой шелухе, растительных отходах, используемых при силосовании (рис.1).

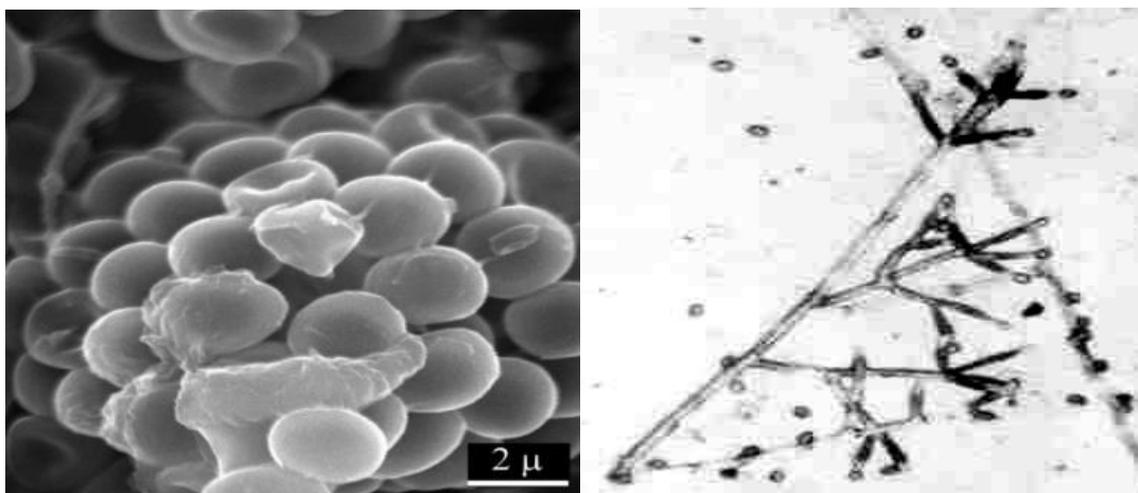


Рис. 1. Споры и конидиеносцы *Trichoderma asperellum*

Род *Penicillium*. Основной группой *Penicillium*, с которой связано разложение целлюлозосодержащих субстратов, считают виды секции *Biverticillata symmetrica* и *Biverticillata asymmetrica*. Довольно активно разрушают целлюлозу некоторые представители секции *Monoverticillata* (особенно *P.thomii*) (рис.2).

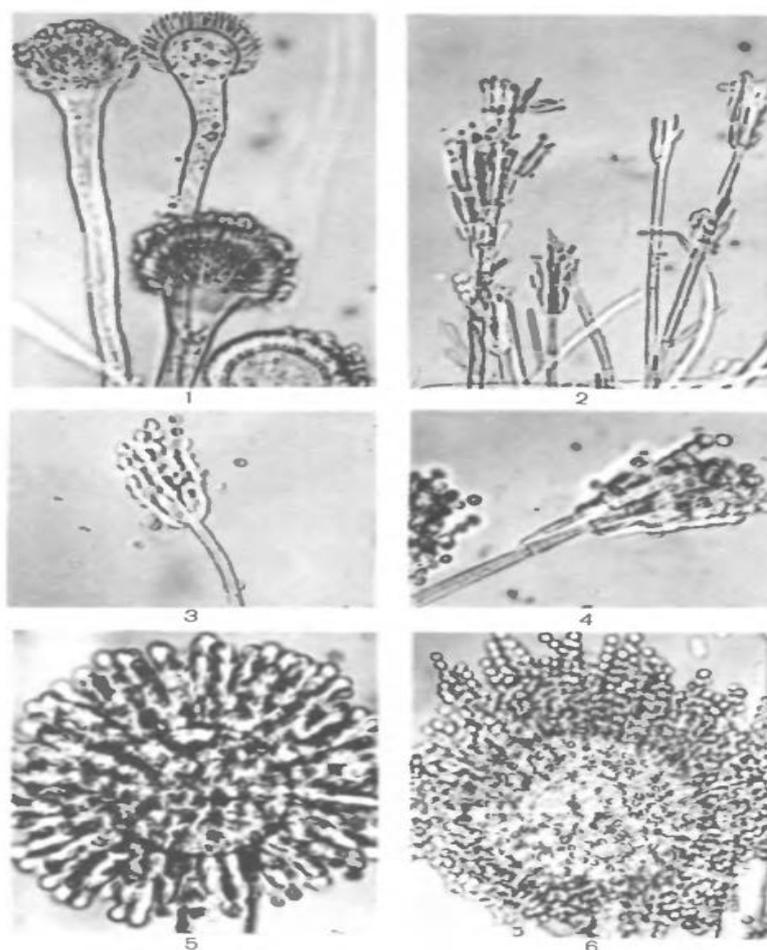


Рис.2. Строение аспергиллов и пенициллов: 1- *Aspergillus fumigatus*, 2-*Penicillium purpurogenum*, 3- *P.thomii*, 4- *P.viridicatum*, 5- *Aspergillus ochraceus*.

Под *Aspergillus*. Целлюлазы *Asp.terreus*, *Asp. Niger* и *Asp.flavus* гидролизуют нативную целлюлозу и ее производные, а также многие природные целлюлозо- и гемицеллюлозосодержащие субстраты. Ферментный комплекс этих грибов обладает активностями экзо- и эндоглюканаз, β -глюкозидаз.

Также необходимо отметить функциональную важность **темноцветных гифомицетов**, отдельные виды являются облигатными или факультативными термофилами. Темный цвет гифомицетам придают меланиноподобные пигменты. К этой группе относятся виды наиболее распространенных родов: *Alternaria*, *Torula*, *Chaetomium* (хетомиум), *Cladosporium* (кладоспориум), *Pullularia* (пулулария) и др. Им свойственна высокая активность гидролиза нативных и видоизмененных форм целлюлозы.

Термофильные грибы представляют собой эволюционно и экологически обособленную группу, насчитывающую в настоящее время 30 видов, принадлежащих в основном к классу сумчатых (Ascomycetes) и несовершенных (Deuteromycetes) грибов. Характерной особенностью этих грибов является способность расти и развиваться при температуре 45-55°C (min t° развития 20-24°C, max t° 60-61°C). К активным целлюлозоразрушающим грибам относятся *Sporotrichum thermophile*, *Aspergillus fumigatus*, *Asp. terreus*, *Chrysosporium lignorum*.

Заключение. Ежегодно в сельском хозяйстве накапливаются тонны растительной массы: это солома, кукурузные початки, ботва овощей (картофеля, капусты, и пр.), растительные отходы плодовоовощной продукции. В основном вся эта масса скармливается животным, либо сжигается или накапливается в огромных масштабах, подвергаясь гниению и загрязняя окружающую среду. При решении вопросов утилизации отходов растениеводства следует отметить важность использования технологии биоконверсии, как способа естественной утилизации целлюлозосодержащих отходов, основанного на разрушении органического субстрата микроорганизмами. Технологии биоконверсии позволят решить две основные задачи: создание экономически выгодного процесса производства целевых продуктов и утилизацию потенциальных экологических загрязнителей в Кыргызстане.

Литература:

1. **Карпунин И.И.** Научн-технические основы ресурсосберегающих экологически состоятельных технологий переработки растительного целлюлозосодержащего сырья: автореф. дисс. ...докт.техн.наук. [Текст] // Минск, 2004. -42 с.
2. **Клесов А.А.** Биотехнология ферментативного превращения целлюлозы [Текст] / А. Клесов // Итоги науки и техники, Сер. Биотехнология. -1988.-№12.- С. 53-59.
3. **Толкачева А.** Ферменты промышленного назначения – обзор рынка ферментных препаратов и перспективы его развития [Текст] / А. Толкачева, Д. Черенков, О. Корнеева, П. Пономарев // Вестник ВГУИТ. Т.79, 2017.-№4. С.197-201.
4. **Фенгел Д.** Древесина (химия, ультраструктура, реакции): [Текст] Пер. с англ. / Д.Фенгел, Г. Вегенер // М.: Лесная промышленность, 1988. - 512 с.
5. **Хусид С.Б.** Использование отходов переработки растительного сырья для получения функциональных кормовых добавок [Текст] / С.Б. Хусид, И.С. Жолобова, С. Н. Дмитриенко, Е. Е. Нестеренко // Научный журнал КубГАУ.-2014.-№98(04). – URL: <http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/1010.pdf>.
6. Целлюлоза и ее производные / Под ред. И. Байклз, Л. Сегал. М., Мир, 1974, в 2-х томах, т.1 – 500 с., т.2 – 510 с.
7. **Чекушина А.В.** Сравнение эффективности процессов биоконверсии растительного сырья с использованием биокатализаторов на основе ферментных препаратов *Trichoderma* и *Penicillium verruculosum* [Текст] / А. В. Чекушина, Г. С. Доценко, А.П. Сеницын // Катализ в промышленности. – 2012. – Т. 6. – С. 68-76.

8. **Gusakov A.V.** Design of highly efficient cellulose mixtures for enzymatic hydrolysis of cellulose [Text] / T. N. Salanovich, Antonov A. I., B. B. Ustinov, O. N. Okunev, R. Burlingame, M. Emalfarb, M. Baez, A. P. Sinitsyn // *Biotechnology and Bioengineering*. – 2007. – V. 97. – P. 1028-1038.
9. **Häkkinen M.** Screening of candidate regulators for cellulase and hemicellulase production in *Trichoderma reesei* and identification of a factor essential for cellulase production [Text] M.J. Valkonen, A. Westerholm-Parvinen, N. Aro, M. Arvas, M. Vitikainen, M. Penttilä, M. Saloheimo, T.M. Pakula // *Biotechnology for Biofuels*. – 2014. – V. 7, № 14. – DOI: 10.1186/1754-6834-7-14.
10. **Merino S.T.** Progress and challenges in enzyme development for biomass utilization [Text] / J. Cherry // *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*. – 2007. – V. 108. – P. 95-120.
11. **Skomarovsky A.A.** Studies of hydrolytic activity of enzyme preparations of *Penicillium* and *Trichoderma* fungi [Text] / A.V. Gusakov, O.N. Okunev, I.V. Solov'eva, T.V. Bubnova, E.G. Kondrat'eva, A.P. Synitsyn // *Applied Biochemistry and Microbiology*. – 2005. – V. 41. – P. 182-184.