

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-1-78-85>

УДК 664.872

© 2022

Поступила 31.01.2022

Received 31.01.2022



Принята в печать 03.02.2022

Accepted 03.02.2022

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

БИОКОНВЕРСИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ В КОРМОВЫЕ И ПИЩЕВЫЕ ДРОЖЖЕВЫЕ ПРЕПАРАТЫ

Иван А. Фоменко, Гюлляр М. Керимова*

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»;
Волоколамское шоссе, 11, г. Москва, 125080, Российская Федерация

Аннотация. Недостаток белка в питании человека и животных, наличие большого количества растительных отходов, которые имеют дальнейший потенциал для использования, но сейчас почти не используются, являются серьезными проблемами, требующими незамедлительного решения. Современные методы биотехнологии в состоянии решить этот вопрос. Целью данного обзора было изучение существующих технологий использования дрожжей для получения белка на отходах растительных производств. Отходы растительной биомассы, изначально являющиеся неусвояемыми полисахаридами, при использовании специальных методов обработки распадаются на легко сбраживаемые сахара, которые могут служить хорошим субстратом для накопления полноценного дрожжевого белка, а дрожжевая клеточная стенка способна связывать токсины нежелательных микроорганизмов и выводить их из кишечного тракта человека и животных, позволяя включать их в состав биологически активных добавок функционального назначения. В обзоре рассматриваются преимущества использования дрожжей по сравнению с другими микроорганизмами и технологии проведения процесса. Возможно использование глубинного и твердофазного культивирования, первое из которых технологически предпочтительнее. Рассмотрены продукты и препараты, производимые зарубежными и отечественными производителями. Для кормовых препаратов используются дрожжи: *Candida*, *Saccharomyces*, *Hansenula*, *Torulopsis*, *Rhodotorula* и др.; для пищевой промышленности в основном *Saccharomices cerevisiae*, *Torula*. Полученные продукты, обогащенные белком и компонентами дрожжевых клеток, существенно отличаются от аналогов питательной ценностью. Данный подход к использованию отходов производств на предприятиях может сделать многие производственные циклы замкнутыми, повысить экологичность заводов, уменьшить ненужные траты на утилизацию отходов и увеличить общую выручку.

Ключевые слова: растительные отходы, гидролиз сырья, биоконверсия, кормовые дрожжи, пищевые дрожжевые препараты

Для цитирования: Фоменко И.А., Керимова Г.М. Биоконверсия растительных отходов в кормовые и пищевые дрожжевые препараты // Новые технологии. 2022. Т. 18, № 1. С. 78-85. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-1-78-85>

BIOCONVERSION OF PLANT WASTES INTO FEED AND NUTRITIONAL YEAST PREPARATIONS

Ivan A. Fomenko, Gyullyar M. Kerimova

FSBEI HE «Moscow State University of Food Production»;
11 Volokolamsk highway, Moscow, 125080, the Russian Federation

Abstract. The lack of protein in the diet of humans and animals, the presence of a large amount of plant waste, which have further potential for use, but are now almost not used, are serious problems that require immediate solutions. Modern methods of biotechnology are able to solve this issue. The purpose of this review was to study the existing technologies for using yeast to produce protein from plant waste. Waste of plant biomass, which are initially indigestible polysaccharides, when using special processing methods, break down into easily fermentable sugars, which can serve as a good substrate for the accumulation of full-fledged yeast protein, and the yeast cell wall is able to bind toxins, undesirable microorganisms and remove them from the intestinal tract of humans and animals, allowing them to be included in the composition of biologically active additives for functional purposes. The review examines the advantages of using yeast in comparison with other microorganisms and the technology of the process. It is possible to use deep and solid-phase cultivation, the first of which is technologically preferable. The products and preparations produced by foreign and domestic manufacturers are considered. Yeast is used for feed preparations: *Candida*, *Saccharomyces*, *Hansenula*, *Torulopsis*, *Rhodotorula*, etc.; for the food industry – mainly *Saccharomices cerevisiae*, *Torula*. The resulting products, enriched with protein and components of yeast cells, differ significantly from analogues in nutritional value. This approach to the use of industrial waste at enterprises can make many production cycles closed, increase the environmental friendliness of plants, reduce unnecessary waste disposal costs and increase total revenue.

Keywords: plant waste, hydrolysis of raw materials, bioconversion, feed yeast, food yeast preparations

For citation: Fomenko I.A., Kerimova G.M. Bioconversion of plant wastes into feed and nutritional yeast preparations. *New technologies*. 2022;18(1):78-85. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2022-18-1-78-85>

Введение

По прогнозам, к 2050 году население мира достигнет примерно 9,7 миллиардов человек [19, с. 3]. Такому населению потребуется 1250 миллионов тонн мяса и молочных продуктов в год для нормального обеспечения белком животного происхождения при текущих уровнях потребления. Растущий спрос заставит человечество искать альтернативные источники белка, которые смогут заменить или дополнить растительные белки, которые в настоящее время используются в качестве корма для животных. Следует отметить, что обычные растительные белки, как правило, усваиваются с недостаточной эффективностью: чтобы

получить 1 кг животного белка потребуется примерно 6 кг растительного белка [16, с. 1].

Одним из решений этой проблемы является использование микробных белков, синтезируемых грибами, водорослями или бактериями. Дрожжи являются одними из лучших кандидатов на эту роль. Они быстро растут, накапливают большое содержание белка, по сравнению с мицелиальными грибами имеют низкий риск загрязнения спорами и их легко отделять. Дрожжи хорошо сбалансированы по аминокислотному составу и являются источником витаминов (в основном группы В). Также они содержат меньшее количество нуклеиновых кислот

(5–12%), чем бактерии (8–14%), что упрощает очистку для применения в пищевых продуктах или в качестве ингредиентов для животных кормов. Кроме того, было показано, что некоторые дрожжи могут оказывать положительное воздействие на здоровье свиней, домашней птицы и рыбы за счет наличия биоактивных и иммуностимулирующих соединений, таких как β -глюканы и α -маннан [13, с. 2].

Дрожжи могут превращать легкодоступные и недорогие промышленные органические побочные продукты в высококачественный белок и липиды для дальнейшего использования в животных кормах и даже для потребления человеком [14, с. 1–6]. Растительные отходы содержат большое количество сахаров (целлюлоза, состоящая из остатков молекулы глюкозы; гемицеллюлозы, состоящие из остатков арабинозы, галактозы, маннозы, фруктозы, ксилозы). Большинство агропромышленных отходов не перерабатывается, поэтому в основном они утилизируются либо путем сжигания, либо путем вывоза на свалки. Необработанные отходы создают различные проблемы, в том числе изменение климата, происходящее за счет увеличения количества парниковых газов [17, с. 1]. Поскольку такие побочные продукты богаты целлюлозой, гемицеллюлозой и лигнином и так как дрожжи не обладают ферментами для эффективной переработки этих полимеров, то использование такого сырья требует предварительной обработки для получения сахаров, которые могут быть ассимилированы [15, с. 660–662].

В качестве сырья может использоваться: послеспиртовая барда (отход производства этилового спирта), подсолнечная лузга, хлопковая шелуха, отходы производства лубяных волокон (костра льна и конопля), свекловичный жом, меласса, отходы картофелекрахмального производства, пивоваренной, плодово-овощной, консервной промышленности и др. [3, с. 11–12]. Также возможно получение дрожжей на растительных

источниках сырья: отходы древесины хвойных и лиственных пород и сельского хозяйства [2, с. 1967–1969].

С помощью биоконверсии растительного сырья можно получить следующие виды продуктов: пищевые продукты и корма с высоким содержанием белка, белковые гидролизаты растительной биомассы, обезвреженные продукты и корма. В зависимости от вида растительного сырья меняется и его состав. В основном это полимеры углеводной природы (целлюлоза, лигнин, пектин), а также лигнин и белок. Самые простые субстраты для гидролиза – это крахмал и пектиновые вещества, гидролиз гемицеллюлозы протекает труднее, и, наконец, самые тяжело гидролизуемые субстраты – целлюлоза и лигнин [7, с. 209–216].

Методы и результаты

Получение кормовых дрожжей

В основном для производства кормового белка используют микроскопические грибы родов *Candida*, *Saccharomyces*, *Hansenula*, *Torulopsis*, *Rhodotorula* и др. Эти штаммы-продуценты способны расти на растительных субстратах и их гидролизатах и существенно увеличивать содержание белка [11, с. 1–9].

Существует 2 способа культивирования дрожжей на растительных отходах: с непосредственным гидролизом или прямой биоконверсией растительного сырья [1, с. 28–33].

Для осуществления способа с гидролизатами растительного сырья используют следующие стадии:

1. Кислотный гидролиз сырья в кислой среде под действием высоких температур. Идет, как правило, до накопления редуцирующих веществ в количестве 3,5%.

2. Подготовка гидролизата. Очистка его от примесей, негативно влияющих на жизнедеятельность целевых микроорганизмов, и нейтрализация гидролизата известковым молоком и аммиаком.

3. Глубинная ферментация.

Сушка до получения порошка с влажностью не более 10%.

Метод использования кислотного гидролиза имеет существенный недостаток – наличие дополнительных стадий для осуществления гидролиза с добавлением кислоты и ее последующей нейтрализации и удалением токсичных для микроорганизмов соединений.

Поэтому использование прямой биоконверсии представляет больший интерес для промышленности. Для осуществления процесса характерны стадии:

Подготовка растительного субстрата. Например, гидротермической обработкой или механическим путем.

Глубинная или твердофазная ферментация. Однако дрожжи гораздо хуже приспособлены к твердофазному культивированию, чем мицелиальные грибы, из-за наличия нитевидных гиф, пронизывающих весь субстрат и использующих большее количество питательных веществ [8, с. 161–164; 9, с. 7].

3) Отделение дрожжевой биомассы от жидкой фазы (если использовался глутинный метод).

4) Сушка и измельчение.

Примером могут послужить данные источника [10, с. 243–248]. Два отобранных штамма дрожжей *Guehomyces pullulans* KB 1-34 и *Debaryomyces hansenii* H₄₆₅₁ имеют относительно большой выход и способны расти на средах без предварительного гидролиза сырья. Ферментация проводится глубинным способом на пектине свекловичного жома с целью производства кормового белка. Накопление белка дрожжами (наибольшее содержание сырого протеина было 16,57%, из которых 16,20% органического азота) и наличие хитинглюкановых комплексов клеточных стенок, обладающих сорбирующей способностью, представляет интерес для использования этой добавки в рационах моногастричных жвачных животных (для повышения удоев) и свиней. Согласно результатам опытов было установлено, что *Guehomyces pullulans* KB

1-34 проявляет также ксиланазную и целлюлазную активность, что может значительно расширить возможность применения этих дрожжей для других субстратов.

В Швеции применяется прямая биоконверсия отходов переработки картофеля с использованием двух микроорганизмов, которые растут в симбиотической ассоциации, под названием «Симба» [18, с. 6]. На картофеле перерабатывающих заводов общее количество потерь может достигать 40–50% от массы картофеля. Эти отходы могут служить сырьем для получения белка. Так, по данным ряда авторов, на 1 м³ среды, приготовленной из отходов картофелеперерабатывающих заводов, можно получить до 30,4 кг кормовых дрожжей с содержанием сухих веществ около 25%. Это выше, чем при выращивании дрожжей на зерновой или зерно-меласной барде. Процесс осуществляется в два этапа. Его особенность заключается в том, что на первой стадии *Endomycopsis fibuligera* гидролизует крахмал под действием собственных амилолитических ферментов до простых сахаров. Затем питательная среда с простыми сахарами перекачивается во второй ферментер большего размера, где добавляется второй микроорганизм – *Candida utilis*. Однако в конце культивирования среди двух представленных микроорганизмов последний доминирует в суммарной биомассе (90% от конечного продукта). Полученная биомасса с 45% содержанием белка концентрируется центрифугированием и высушивается распылением или в барабанной сушилке. Полученный препарат используется в качестве добавки к корму свиней и птиц.

Среди отечественных технологий производства кормовых дрожжей и добавок на их основе является пребиотик «Фервистим» (изготовитель ООО «ПИК-III», ТУ 9290-006-49910370-04). Так как данный продукт не является пробиотиком, его намного легче хранить и применять. Это высокобелковый продукт, представленный инактивированной

культурой штамма *Debaryomyces hansenii* (ВКПМ Y-3090) на твердофазной питательной среде из пшеничных отрубей, содержащий незаменимые лимитирующие аминокислоты, пектиновые вещества, витамины В, К, РР и микроэлементы. Имеются результаты подтвержденных исследований эффективности включения препарата в рационы цыплят-бройлеров, норки и собак [5, с. 95; 6, с. 10; 9, с. 20].

Пищевые дрожжевые препараты

Дрожжевые культуры на растительных отходах могут использоваться и для питания человека. Это могут быть как белковые концентраты и изоляты, добавляемые в продукты питания, так и биологически активные добавки (БАД), применяемые с пищей.

Среди БАД имеются функциональные добавки пребиотического действия. В настоящее время из их ассортимента, представленного на рынке, можно выделить: Фервитал, Эубикор, Рекицен-РД. Рекицен-РД – БАД на основе пшеничных отрубей, прошедших ферментативную обработку культурой винных дрожжей (*Saccharomyces cerevisiae vini*). Фервитал и Эубикор производятся по похожей технологии и обладают схожим действием. Однако в отличие от Рекицен-РД и Эубикора, для производства Фервитала используют штамм дрожжей *Saccharomices cerevisiae* (ВКПМ Y-511), выделенный из ягод винограда [9, с. 15; 4, с. 94; 7, с. 463–466].

Дрожжи после накопления биомассы инактивируют термической обработкой, они остаются в готовом продукте и повышают суммарное количество белка до 20%. Благодаря наличию клеточных стенок дрожжей, препараты сорбируют токсичные вещества, выводя их из организма, а пшеничные отруби участвуют в восстановлении кишечной микрофлоры и усилении ее перистальтики. В связи с чем они находят широкое применение при гастроэнтерологических, стоматологических, инфекционных заболеваниях и действии неблагоприятных производственных факторов [9, с. 18–20].

Отработанные пивные дрожжи (*Saccharomyces cerevisiae*) уже более века продаются в виде дрожжевых экстрактов, таких как Marmite® (Unilever и Sanitarium Health Food), Vegemite® (Bega Cheese Ltd.), Cenovis® (Gustav Gerig AG) и Vitam-R® (VITAM Hefe-Продукт GmbH). Дрожжевые экстракты являются хорошим источником пяти важных витаминов группы В и белка.

Другие дрожжи – *Torula (Candida utilis)* – переименованные в *Pichia jadinii*, в качестве пищевого продукта для коммерческого производства впервые были предложены немецкими рабочими в Институте ферментации и биотехнологии (Берлин) во время Первой мировой войны. Этот вид дрожжей может расти на недорогих субстратах, таких как меласса или жидкие отходы целлюлозно-бумажной промышленности. Биомасса микроорганизма после обработки может использоваться в пищевой промышленности. Из-за большого содержания белка (и большого содержания глутаминовой кислоты) находят применение в качестве замены глутамата натрия и в качестве ароматизатора [16, с. 3–4; 12, с. 521–543].

Выводы

В данной работе был проведен анализ растительного сырья и продуцентов, способных, сбраживая его, накапливать белково-витаминные концентраты как для кормовых, так и для пищевых целей. Это снизит необходимость увеличения поголовья скота, и количество растительных отходов значительно сократится, что поспособствует сохранению пахотных земель и уменьшит экологический след человека. Более того, дрожжевые клеточные стенки обладают функциональными свойствами, что увеличивает их потенциал для использования в составе лекарственных препаратов и БАДов. С экономической точки зрения методы утилизации отходов с помощью дрожжей могут помочь предприятиям получать прибыль с отходов производства и избежать затрат на их утилизацию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Болтовский В.С. Биоконверсия полисахаридов растительного сырья в белок: альтернативы промышленной реализации // Труды БГТУ. Серия, 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология. 2020. № 2 (235).
2. Губанова Ю.В., Попов В.П., Зинюхин. Г.Б. Исследование технологии производства кормовых дрожжей. Оренбург: Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры, 2018.
3. Иванова Е.П., Скалозуб О.М. Биотехнология кормов: учебное пособие. Уссурийск: ПГСХА, 2015.
4. Кулемин Л.М., Кузнецов В.Ф., Уланова Т.С. Рекицен – РД (состав, некоторые механизмы действия и клинические аспекты использования): материалы III Конференции иммунологов Урала (Челябинск, 16–17 окт. 2003 г.). Челябинск, 2003.
5. Олива Т.В. Применение пребиотика фервистим для откорма цыплят-бройлеров // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 5.
6. Перминов П.М. Эффективность применения препарата «фервистим» в кормлении норок: 06.02.02 «Ветеринарная микробиология, вирусология, эпизоотология, микология с микотоксикологией и иммунология»: автореф. ... дис. на соиск. уч. степ. канд. с.-х. наук. Родники, 2004. 23 с.
7. Иванова Л.А., Войно Л.И., Иванова И.С. Пищевая биотехнология: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 24.09.02 «Пищевая биотехнология». М.: КолосС, 2008.
8. Смирнов К.А., Алашкевич Ю.Д., Решетова Н.С. Особенности твердофазной ферментации // Химия растительного сырья. 2009. № 3.
9. Солдатова С.Ю. Разработка технологии биологически активного полуфабриката пищи и корма на основе растительного сырья и дрожжей: 05.18.10 «Технология чая, табака и биологически активных веществ и субтропических культур»: автореф. ... дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. М., 2004. 24 с.
10. Ферментативная активность и эффективность синтеза белка дрожжами *Debaryomyces Hansenii* и *Guehomyces Pullulans* при глубинной твердофазной ферментации свекловичного жома / Туан Ле Ань [и др.] // Вестник технологического университета. 2015. Т. 18, № 15.
11. Costa W.A. [et al.] Oil-lipids, carotenoids and fatty acids simultaneous production by *rhodotorula mucilaginosa* cct3892 using sugarcane molasses as carbon source. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2020;23.
12. Kurtzman C.P., Fell J.W. Teun Boekhout. *The Yeasts: A Taxonomic Study*. Fifth Edition. Elsevier Science. 1st April 2011.
13. Lapeña D. [et al.]. Production and characterization of yeasts grown on media composed of spruce-derived sugars and protein hydrolysates from chicken by-products. *Microbial Cell Factories*. 2020;1(19).
14. Øverland M. [et al.]. Evaluation of *Candida utilis*, *Kluyveromyces marxianus* and *Saccharomyces cerevisiae* yeasts as protein sources in diets for Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*. 2013;402–403.
15. Pimentel D., Pimentel M.H. Sustainability of meat-based and plant-based diets and the environment. *The American journal of clinical nutrition*. 2003;78.
16. Ritala A. [et al.]. Single cell protein-state-of-the-art, industrial landscape and patents 2001-2016. *Frontiers in Microbiology*. 2017;8.
17. Sadh P.K., Duhan S., Duhan J.S. Agro-industrial wastes and their utilization using solid state fermentation: a review. *Bioresources and Bioprocessing*. 2018;5(1).
18. Ugalde U.O., Castrillo J.I. Single cell proteins from fungi and yeasts. *Applied Mycology and Biotechnology*. 2002;C(2).

19. United Nations United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2017). World Population Prospects: The 2017 Revision, Key Findings and Advance Tables. ESA/P/WP/248. 2017.

REFERENCES:

1. Boltovsky V.S. Bioconversion of plant raw material polysaccharides into proteins: alternatives for industrial implementation. Proceedings of BSTU. Series, 2: Chemical technologies, biotechnology, geocology. 2020;2(235). (In Russ.)
2. Gubanova Yu.V., Popov V.P., Zinyukhin. G.B. Study of fodder yeast production technology. Orenburg: University complex as a regional center of education, science and culture, 2018. (In Russ.)
3. Ivanova E.P., Skalozub O.M. Feed biotechnology: a textbook. Ussuriysk: PGSHA; 2015. (In Russ.)
4. Kulemin L.M., Kuznetsov V.F., Ulanova T.S. Rekitsen – RD (composition, some mechanisms of action and clinical aspects of use): materials of the III Conference of Immunologists of the Urals (Chelyabinsk, October 16–17, 2003). Chelyabinsk; 2003. (In Russ.)
5. Oliva T.V. The use of Fervistim prebiotic for fattening broiler chickens. Modern problems of science and education. 2011;(5). (In Russ.)
6. Perminov P.M. The effectiveness of the use of «Fervistim» preparation in feeding minks: 06.02.02 «Veterinary microbiology, virology, epizootology, mycology with mycotoxicology and immunology»: abstract of the dis. for. ...Candidate of Agricultural Sciences. Rodniki; 2004. (In Russ.)
7. Ivanova L.A., Voino L.I., Ivanova I.S. Food biotechnology: a textbook for students of higher educational institutions studying in the specialty of 24.09.02 «Food biotechnology». Moscow: KolosS; 2008. (In Russ.)
8. Smirnov K.A., Alashkevich Yu.D., Reshetova N.S. Features of solid-phase fermentation. Chemistry of vegetable raw materials. 2009;(3). (In Russ.)
9. Soldatova S.Yu. Development of technology for biologically active semi-finished food and feed based on vegetable raw materials and yeast: 05.18.10 «Technology of tea, tobacco and biologically active substances and subtropical crops»: abstract of dis. for ... Cand. of Tech. Sciences. Moscow; 2004. (In Russ.)
10. Tuan Le Anh [et al.] Enzymatic activity and efficiency of protein synthesis by *Debaryomyces Hansenii* and *Guehomyces Pullulans* yeast during deep solid-phase fermentation of beet pulp. Bulletin of the Technological University. 2015;18(15). (In Russ.)
11. Costa W.A. [et al.] Oil-lipids, carotenoids and fatty acids simultaneous production by *Rhodotorula mucilaginosa* cct3892 using sugarcane molasses as carbon source. Brazilian Journal of Food Technology. 2020;23.
12. Kurtzman C.P., Fell J.W. Teun Boekhout. The Yeasts: A Taxonomic Study. Fifth Edition. Elsevier Science. 1st April 2011.
13. Lapeña D. [et al.]. Production and characterization of yeasts grown on media composed of spruce-derived sugars and protein hydrolysates from chicken by-products. Microbial Cell Factories. 2020;1(19).
14. Øverland M. [et al.] Evaluation of *Candida utilis*, *Kluyveromyces marxianus* and *Saccharomyces cerevisiae* yeasts as protein sources in diets for Atlantic salmon (*Salmo salar*). aquaculture. 2013;402–403.
15. Pimentel D., Pimentel M.H. Sustainability of meat-based and plant-based diets and the environment. The American Journal of Clinical Nutrition. 2003;78.
16. Ritala A. [et al.]. Single cell protein-state-of-the-art, industrial landscape and patents 2001-2016. Frontiers in Microbiology. 2017;8.
17. Sadh P.K., Duhan S., Duhan J.S. Agro-industrial wastes and their utilization using solid state fermentation: a review. Bioresources and Bioprocessing. 2018;5(1).

18. Ugalde U.O., Castrillo J.I. Single cell proteins from fungi and yeasts. Applied Mycology and Biotechnology. 2002;C(2).

19. United Nations United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2017). World Population Prospects: The 2017 Revision, Key Findings and Advance Tables. ESA/P/WP/248. 2017.

Информация об авторах / Information about the authors

Иван Андреевич Фоменко, старший преподаватель кафедры «Биотехнология и технология продуктов биоорганического синтеза» ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»

fomenkoia@mgupp.ru

Гюлляр Мехмановна Керимова, студентка 4 курса ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»

gulya.kerimova.99@mail.ru

Ivan A. Fomenko, a senior lecturer of the Department of Biotechnology and Technology of Bioorganic Synthesis Products, FSBEI HE «Moscow State University of Food Production»

fomenkoia@mgupp.ru

Gyullyar M. Kerimova, a 4th year student of FSBEI HE «Moscow State University of Food Production»

gulya.kerimova.99@mail.ru