

Литература

1. Цугленок Н.В., Типсина Н.Н. Технология приготовления пюре из мелкоплодных яблок Сибири и его химико-технологическая оценка // Вестн. КрасГАУ. – Красноярск, 2004. – № 5. – С. 191–196.
2. Типсина Н.Н., Цугленок Н.В. Научные основы технологий кондитерских изделий с применением растительного сырья // Вестн. КрасГАУ. – Красноярск, 2005. – № 8. – С. 283–288.
3. Цугленок Н.В., Типсина Н.Н., Катасанова О.Ю. Эффективные технологии производства пектина и его использование в пищевой промышленности // Вестн. КрасГАУ. – Красноярск, 2006. – № 10. – С. 331–334.
4. Типсина Н.Н., Цугленок Н.В. Использование в продуктах питания добавок, содержащих пищевые волокна // Вестн. КрасГАУ. – Красноярск, 2006. – № 11. – С. 245–248.
5. Типсина Н.Н., Цугленок Н.В. Технологии получения пектиносодержащих продуктов из мелкоплодных сибирских яблок: моногр. – Красноярск, 2007. – 191 с.



УДК 602.3:579.8

С.В. Хижняк, И.Р. Илиенц, Л.П. Рубчевская, Л.Н. Меняйло

КАРСТОВЫЕ ПЕЩЕРЫ КАК ИСТОЧНИК ПСИХРОФИЛЬНЫХ ШТАММОВ ДЛЯ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ СЫРЬЯ ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ И ПЛОДОВООВОЩНОЙ ОТРАСЛИ И ПОВЫШЕНИЯ ПИЩЕВОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ПРОДУКЦИИ

Работа посвящена оценке потенциала карстовых пещер как источника штаммов для пищевой биотехнологии.

Показано, что микромицеты холодных карстовых пещер являются психрофилами и могут служить продуцентами ферментов для низкотемпературной переработки сырья в пищевой промышленности.

Ключевые слова: психрофильные ферменты, психрофильные грибы, карстовые пещеры, пищевая биотехнология, низкотемпературная биотехнология.

S.V. Khizhnyak, I.R. Ilents, L.P. Rubchevskaya, L.N. Menyailo

KARST CAVES AS A SOURCE OF THE PSYCHROPHILIC STRAINS FOR ENZYMATIC PROCESSING OF GRAIN AND FRUIT AND VEGETABLE INDUSTRY RAW MATERIAL AND FOR THE PRODUCT NUTRITIONAL BIOLOGICAL VALUE INCREASE

The article is devoted to the estimation of the karst cave potential as a source of strains for food biotechnology.

It is shown that microscopic fungi in the cold karst caves are the psychrophiles and can be used as enzyme producers for raw material low-temperature processing in food industry.

Key words: psychrophilic enzymes, psychrophilic fungi, karst caves, food biotechnology, low-temperature biotechnology.

В последние годы в мире наблюдается всплеск интереса к ферментам, продуцируемым психрофильными и психротолерантными микроорганизмами. В числе прочего, авторы отмечают большой потенциал низкотемпературных ферментов в хлебопечении, пивоварении и виноделии, в экстрагировании и ректификации соков и в других отраслях, связанных с переработкой пищевого сырья растительного и животного происхождения [1, 5, 7, 8, 11]. В качестве главных источников продуцентов подобных ферментов рассматриваются Антарктика и высокогорье [2, 4, 6, 12, 13].

Настоящая работа посвящена оценке возможности использования карстовых пещер в качестве доступного источника психрофильных штаммов, представляющих интерес с точки зрения пищевой и перерабатывающей промышленности.

Объекты и методы. Объектами исследования служили микромицеты, выделенные С.В. Хижняком и И.Р. Илиенц из пещер Средней Сибири и пещеры Сарма (Западный Кавказ). Влияние температуры на скорости роста изучали методом микрокультур на агаровых слайдах в диапазоне температур от +4 до +37°C. В качестве показателей учитывали лаг-фазу, всхожесть и динамику прорастания спор, динамику роста мицелия, динамику закладки новых точек роста, коэффициенты ветвления, способность к образованию репродуктивных структур. Способность к образованию внеклеточных амилаз определяли на минеральной среде с

крахмалом в качестве единственного источника углерода, гидролиз крахмала определяли йодной реакцией. Способность к образованию внеклеточных протеаз определяли по разжижению желатина.

Результаты и их обсуждение. Выделенные из пещер Красноярского края психрофильные и психротолерантные микромицеты представлены главным образом р.р. *Chrysosporium* и *Mucor*, обнаружены также представители р.р. *Penicillium*, *Paecilomyces*, *Verticillium*, *Doratomyces*. Среди психрофильной и психротолерантной микобиоты пещеры Сарма преобладают представители р. *Mucor*, выявлены также представители р.р. *Penicillium*, *Fusarium* и неидентифицированные мицелиальные и диморфные грибы.

Температурный оптимум роста выделенных изолятов варьирует в пределах +17...+24°C, максимальная температура – в пределах +22...+28°C. Это в целом соответствует температурным характеристикам психрофильных микромицетов, выделяемым из антарктических и высокогорных почв, и подтверждает возможность использования пещер в качестве альтернативного источника штаммов для низкотемпературной биотехнологии. Типичная кинетика роста пещерных изолятов при разных температурах в сравнении с мезофильными грибами, выделенными из почв региона, показана на рисунках 1 и 2. Максимальные скорости роста при температурах +4...+8°C наблюдаются у представителей отдела Zygomycota (1,6–25 мкм в час в пересчёте на 1 точку роста в экспоненциальной фазе). Для представителей отделов Ascomycota и Deuteromycota этот показатель варьирует от 0,8 до 1,6 мкм в час.

В целом между автохтонными изолятами, выделенными из пещер Сибири и из пещеры Сарма, не обнаружено принципиальных различий по кинетике роста на разных температурах, что можно объяснить близкими температурными характеристиками указанных пещер, а также близким таксономическим составом изолятов.

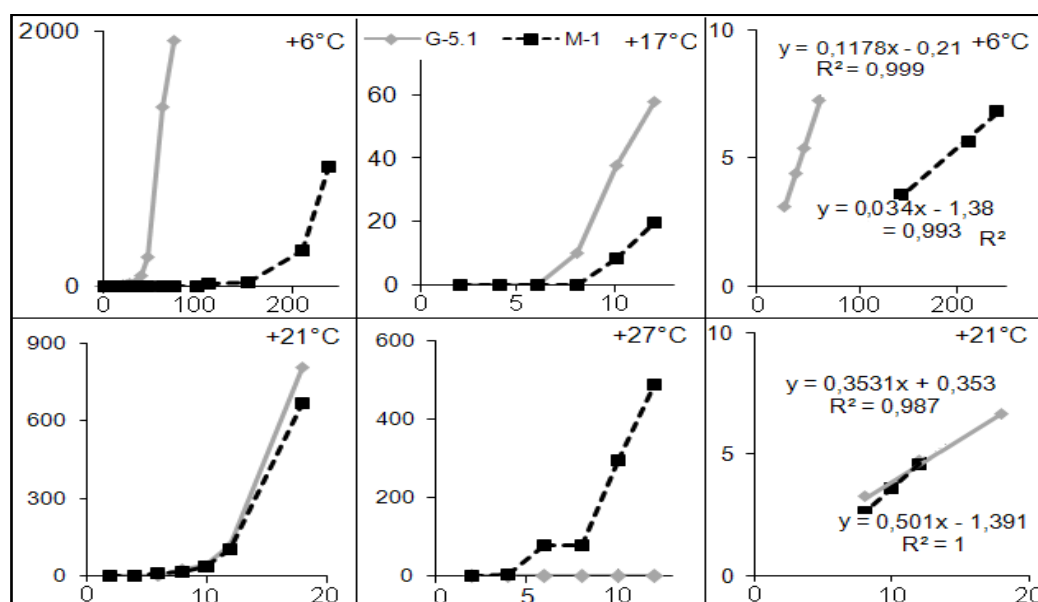


Рис. 1. Типичная динамика роста психрофильных и мезофильных грибов при разных температурах на примере изолятов р. *Mucor*: G-5.1 – психрофильный изолят из пещеры Женеvская, M-1 – мезофильный изолят из почвы ОПХ «Минино». По оси абсцисс – время (час), по оси ординат – длина мицелия (мкм на 1 ростовую трубку). Правые графики – зависимость логарифма длины мицелия от времени в экспоненциальной фазе роста

При температуре, близкой к естественной температуре пещер (+4°C), время прорастания спор психрофильных изолятов в 5–40 раз меньше, чем время прорастания спор мезофильных почвенных грибов, способных к росту при низкой температуре. Различия обусловлены главным образом существенно более длинной лаг-фазой у мезофильных грибов, составляющей в среднем более ста часов против 5–15 ч у психрофильных изолятов, а также более дружным прорастанием спор у психрофильных изолятов при низкой температуре. При температуре +17...+21°C лаг-фаза у психрофильных и мезофильных изолятов практически сравнивается, однако при данных температурах для психрофилов характерно более дружное прорастание спор, что находит отражение в более высоких углах наклона соответствующих линий регрессии.

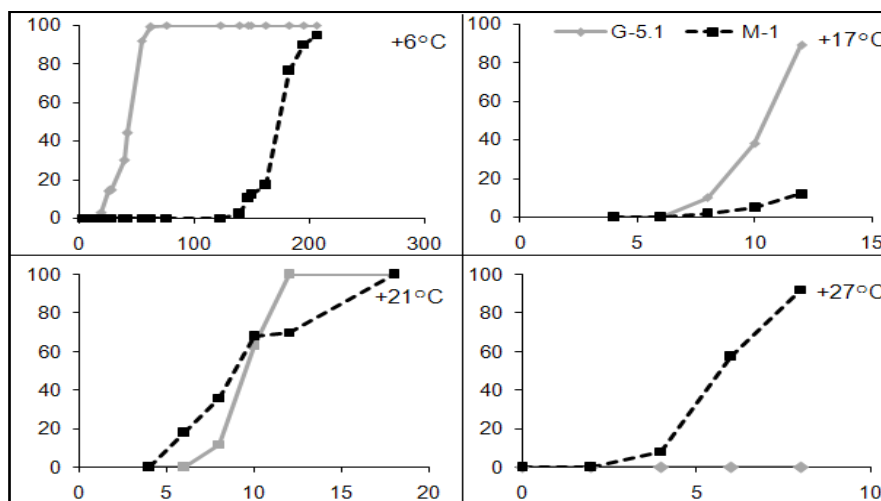


Рис. 2. Динамика прорастания спор у психрофильных и мезофильных грибов при разной температуре на примере изолятов G-5.1 и M-1. По оси абсцисс – время (час), по оси ординат – % проросших спор

Статистически значимое ($p < 0,01$) большинство изолятов, выделенных из сибирских пещер, образуют внеклеточные протеазы и амилазы и только 7% не обладают данными ферментами (рис. 3). По мере снижения температурного оптимума наблюдается закономерное ($p < 0,05$) увеличение доли изолятов, не обладающих амилазной и протеазной активностью. Можно предположить, что в связи с олиготрофностью пещерных местообитаний, часть микромицетов в процессе адаптации к условиям пещер начинает постепенно переходить к использованию альтернативных субстратов, не требующих наличия амило- и протеолитических ферментов. Тем не менее, даже в группе с минимальными температурными оптимумами доля изолятов, способных к синтезу амилолитических и/или протеолитических ферментов, составляет 78 %.



Рис. 3. Распределение пещерных микромицетов по способности к образованию амилолитических и протеолитических ферментов

Между представителями разных таксономических групп выявлены статистически значимые ($p < 0,01$) различия по встречаемости амилолитических и протеолитических изолятов. Так, среди представителей отд.

Zygomycota чаще встречаются амилолитические изоляты, не обладающие протеолитической активностью, а среди представителей отд. Ascomycota и Deuteromycota – изоляты, способные одновременно к синтезу и амилаз, и протеаз.

Интересной с практической точки зрения особенностью ряда пещерных изолятов является накопление жироподобных веществ. Так, в гифах выделенного в пещере Ледяная психрофильного штамма DL-3.2 накапливаются липиды в количестве до 50–60 % от абсолютно сухого веса (рис. 4). Аналогичное накопление внутриклеточных липидов отмечено и для ряда других пещерных изолятов.

Известно, что для психрофильных микроорганизмов характерно высокое содержание в липидах полиненасыщенных жирных кислот. В настоящее время подобные микроорганизмы рассматриваются как потенциальный источник ненасыщенных жирных кислот для пищевой и фармацевтической промышленности [9, 10]. В этой связи психрофильные микромицеты карстовых пещер могут представлять интерес не только как продуценты ферментов для низкотемпературных биотехнологических процессов, но и как возможный источник биологически ценных липидов.

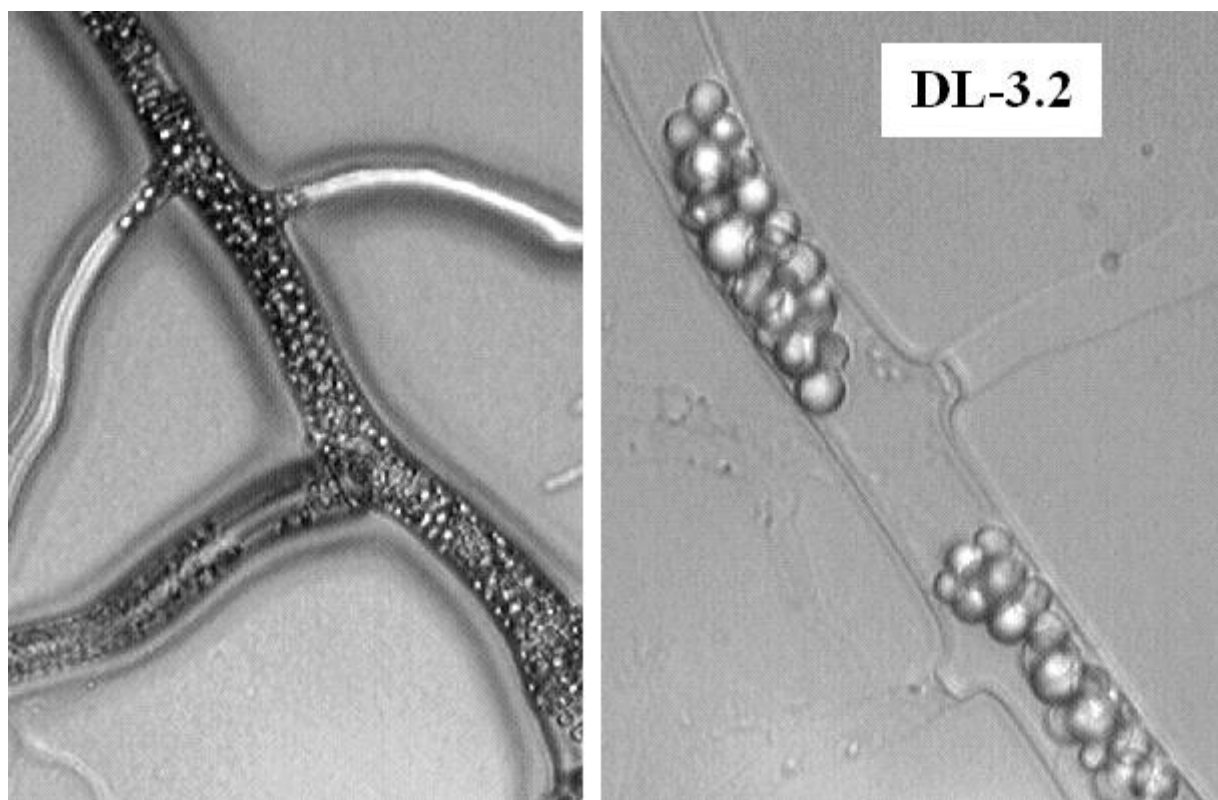


Рис.4. Липидные включения в гифах пещерного изолята DL-3.2

Выводы

1. В карстовых пещерах Сибири и Западного Кавказа присутствует богатая в таксономическом отношении психрофильная микобиота, представляющая интерес в качестве продуцентов ферментов для низкотемпературных процессов в пищевой и перерабатывающей промышленности.
2. Наибольшая встречаемость штаммов, способных к образованию внеклеточных гидролаз, характерна для представителей отделов Ascomycota и Deuteromycota.
3. Некоторые изоляты микромицетов, выделенные из карстовых пещер, могут служить потенциальным источником полиненасыщенных жирных кислот для пищевой промышленности.

Литература

1. Low-temperature extremophiles and their applications / R. Cavicchioli [et al.] // Curr. Opin. Biotechnol. – 2002. – № 13. – P. 253–261.
2. *Arthrobacter livingstonensis* sp. nov. and *Arthrobacter cryotolerans* sp. nov., salt-tolerant and psychrotolerant species from Antarctic soil / L. Ganzert [et al.] // Int J Syst Evol Microbiol. – 2011. – 61(Pt 4). – P. 979–984.
3. Some like it cold: Biocatalysis at low temperatures / D. Georlette [et al.] // FEMS Microbiol. Rev. – 2004. – № 28. – P. 25–42.
4. Kamakshi, J. Study of multi enzymes producing *Acinetobacter* sp. KJ02 isolated from Badrinath region of Uttarakhand Himalaya / J. Kamakshi [et al.] // Asian. J. Microbiol. Biotechnol. Environ. Sci. – 2010. – № 12. – P. 15–21.
5. Extremophiles: A Novel Source of Industrially Important Enzymes / L. Kumar [et al.] // Biotechnology – 2011. – № 10. – P. 121–135.
6. Characterization of a highly stable cysteine protease of a newly isolated *Bacillus* sp. LK-11 from Uttarakhand Himalaya / L. Kumar [et al.] // J. Pharm. Res. – 2011. – № 4 – P. 854–858.
7. Margesin R., Schinner F. Properties of cold-adapted microorganisms and their potential role in biotechnology // Journal of Biotechnology. – 1994. – Vol. 33. – Issue 1. – P. 1–14.
8. Cold-Adapted Microorganisms: Adaptation Strategies and Biotechnological Potential / R. Margesin [et al.] // The Encyclopedia of Environmental Microbiology, Bitton, G. (Ed.). – New York: John Wiley and Sons. – 2002. – P. 871–885.
9. Russell N.J. Molecular adaptations in psychrophilic bacteria: potential for biotechnological applications // Adv. Biochem. Eng. Biotechnol. – 1998. – Vol. 61. – P. 1–21.
10. Russell N.J. Membrane Components and Cold Sensing // Psychrophiles: from biodiversity to biotechnolog. – 2008. – Vol. 3. – P. 177–190.
11. Siddiqui K.S., Cavicchioli R. Cold-adapted enzymes // Annual Review of Biochemistry. – 2006. – Vol. 75. – P. 403–433.
12. *Arthrobacter psychrochitiniphilus* sp. nov., a psychrotrophic bacterium isolated from Antarctica / F. Wang, Y. Gai, M. Chen [et al.] // International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology – 2009. – № 59. – P. 2759–2762.
13. *Arthrobacter alpinus* sp. nov., a psychrophilic bacterium isolated from alpine soil / D.C. Zhang [et al.] // Int J Syst Evol Microbiol. – 2010. – 60(9). – P. 2149–2153.



УДК 581.5.582.734

О.А. Стародуб, Л.Н. Меняйло

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАКОПЛЕНИЯ ВИТАМИНОВ В ПЛОДАХ РОЗЫ МАЙСКОЙ (*R. MAJALIS HERRM.*) И РОЗЫ ИГЛИСТОЙ (*R. ACICULARIS L.*) РАЗНЫХ МЕСТ ПРОИЗРАСТАНИЯ

Изучено влияние абиотических экологических факторов на накопление витаминов в плодах шиповников двух видов, произрастающих в разных климатических условиях Красноярского края. Обсуждаются защитные свойства витаминов аскорбиновой кислоты, дегидроаскорбиновой кислоты, рутина, токоферола и каротина в формировании устойчивости растений к неблагоприятным факторам окружающей среды.

Ключевые слова: роза майская, роза иглистая, химический состав, биологически активные вещества, аскорбиновая кислота, дегидроаскорбиновая кислота, рутин, каротин, токоферол, природные антиоксиданты.