

## Литература

- Gaweda D., Nowak A., Haliniarz M. Yield and economic effectiveness of soybean grown under different cropping systems. *International Journal of Plant Production*. 2020. Vol. 14. P. 475–485. <https://doi.org/10.1007/s42106-020-00098-1>.
- Wijewardana C, Reddy K.R., Bellaloui N. Soybean seed physiology, quality, and chemical composition under soil moisture stress. *Food Chemistry*. 2019. Vol. 278. P. 92–100. doi: 10.1016/j.foodchem. 2018.11.035.
- Ерматова Д.Е., Рахимова Х.М., Ибрагимова С.Ю. Рост и развитие соевых бобов при комбинированном внесении азотных удобрений с инокуляцией. *Молодой ученый*. 2018. Т. 17(203). С. 148–150.
- Кадырбекова Л.К. Биопрепараты в сельском хозяйстве. *Аграрник Казахстана*. <http://abkaz.kz/biopreparaty-v-selskom-hozyajstve>. (опубл. 10.06.2021).
- Pannecouque J., Goormachtigh S., Ceusters J., Debode J. Temperature as a key factor for successful inoculation of soybean with *Bradyrhizobium* spp. under cool growing conditions in Belgium. *Journal of Agricultural Science*. 2018. Vol. 156. P. 493–503. <https://doi.org/10.017/ S0021859618000515>.
- Wiel C.C.M., Linden C.G., Scholten O.E. Improving phosphorus use efficiency in agriculture: opportunities for breeding. *Euphytica*. 2016. Vol. 207. P. 1–22. <https://doi.org/10.1007/s 10681-015-1572-3>.
- Ali W., Nadeem M., Ashiq W. The effects of organic and inorganic phosphorus amendments on the biochemical attributes and active microbial population of agriculture podzols following silage corn cultivation in boreal climate. *Scientific Reports*. 2019. Vol. 9. ID 17297. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-53906-8>.
- Sharma S.B., Sayyed R.Z., Trivedi M.H., Gobi T.A. Phosphate solubilizing microbes: sustainable approach for managing phosphorus deficiency in agricultural soils. *Springerplus*. 2013. Vol. 2. P. 587–591. doi: 10.1186/2193-1801-2-587.
- Alori E.T., Glick B.R., Babalola O.O. Microbial phosphorus solubilization and its potential for use in sustainable agriculture. *Frontiers Microbiology*. 2017. Vol. 2(8). P.971–978. <https://doi.org/10.3389/ fmicb.2017.00971>.
- ГОСТ 17.4.4.02–2017. Охрана Природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. М.: Стандартинформ, 2017. 12 с.
- Mohamed A.E., Nessim M.G., Abou-el-Seoud I.I. Isolation and selection of highly effective phosphate solubilizing bacterial strains to promote wheat growth in Egyptian calcareous soils. *Bulletin of the National Research Centre*. 2019. Vol. 43. P. 203. <https://doi.org/10.1186/s 42269-019-0212-9>.
- Stiles W. Trace Elements in Plants. New York: Cambridge University Press, 2013, 249 p. doi:10.1017/cbo9781316530412.
- Нетрусов А.И., Котова И.Б. Микробиология: теория и практика. М.: Юрайт, 2019. 315 с.
- Сеги Ю. Методы почвенной микробиологии. М.: Колос, 1983. 162 с.
- Das S, De T.K. Microbial assay of N<sub>2</sub> fixation rate, a simple alternate for acetylene reduction assay. *Methods X*. 2018. Vol. 5. P. 909–914. doi: 10.1016/j.mex.2017.11.010.
- Боровиков В.П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA. М.: Stat Soft, 2013. 268 с.

УДК 664

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЙОГУРТНОГО ПРОДУКТА С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ЭКЗОПОЛИСАХАРИДОВ****Е.А. Пожидаева, Л.В. Голубева, Я.А. Дымовских, Е.С. Попов***Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, Россия*

Экзополисахаридам, синтезируемым пробиотическими микроорганизмами в процессе ферментации молочных или безмолочных систем, отводится важная физиологическая и технологическая роль. Данные биообъекты могут выступать не только в качестве эффективного альтернативного заменителя пищевых добавок, улучшающего потребительские свойства продуктов, но и выступить в роли фактора, расширяющего спектр их функциональных свойств, например, повышения адгезионной активности лакто- и бифидобактерий на слизистых поверхностях желудочно-кишечного тракта [1, 2]. Имеются данные об антиканцерогенных, противовирусных, пребиотических, иммуномодулирующих и гипохолестеринемических свойствах экзополисахаридов [3, 4]. В результате синтеза микробных экзополисахаридов происходит их накопление в ферментируемой системе одновременно с накоплением кислоты, что сопровождается дополнительным связыванием влаги.

Исследуемые объекты – обезжиренные ферментированные пробиотические молочные продукты, содержащие лиофилизированные бактериальные заквасочные культуры прямого внесения YF-L812, YO-PROX 501, YO-PROX 753, YO-PROX 777. В состав заквасочных культур входили определенные штаммы микроорганизмов: *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*. Перед внесением заквасочных культур обезжиренное молоко подвергалось пастеризации при 85<sup>0</sup> С в течении 3–5 с и охлаждению до 38–40<sup>0</sup> С. В подготовленную молочную среду вводили заквасочные культуры с последующей ферментацией в течении 4,5–5 часов до достижения в системе рН=4,6–4,7 и охлаждением до 4–6<sup>0</sup> С.

Для определения количества вырабатываемых экзополисахаридов микроорганизмами заквасочных культур применяли фенол-серный метод. В ходе проведения исследований получены экспериментальные данные по оптической плотности растворов (табл. 1).

Таблица 1 – Показатели оптической плотности

Наименование заквасочной культуры	Оптическая плотность, А			
	Опыт № 1	Опыт № 2	Опыт № 3	Опыт № 4
YO-PROX 777	640	640	643	644
YO-PROX 501	474	473	476	475
YF-L 812	450	448	451	448
YO-PROX 753	561	560	557	561

На основе данных оптической плотности и концентрации раствора глюкозы получен калибровочный график (рис. 1), позволяющий идентифицировать концентрацию полисахаридов в растворе, согласно которому определена концентрация экзополисахаридов в ферментированных системах (табл. 2).

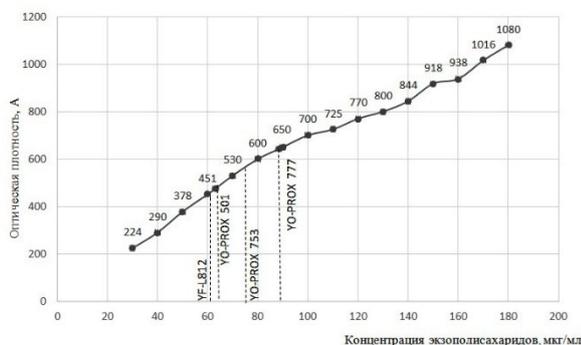


Рисунок 1 – Калибровочная кривая раствора глюкозы

Таблица 2 – Содержание экзополисахаридов в ферментированных системах

Заквасочная культура	Концентрация экзополисахаридов, мкг/мл
YO-PROX 777	89
YO-PROX 501	64
YF-L 812	61
YO-PROX 753	75

Установлено, что наибольшая концентрация экзополисахаридов содержится в ферментированной системе с использованием заквасочной культуры «YO-PROX 777» – 89 мкг/мл.

Таким образом, показана возможность применения бактериальных заквасочных культур YF-L812, YO-PROX 501, YO-PROX 753, YO-PROX 777 в технологии ферментированных систем функционального назначения. Полученные данные подтверждают позволяют констатировать наличие выраженной экзополисахаридной активности у исследуемых заквасочных культур и перспективность включения ферментированных продуктов в рационы питания биокорректирующего, профилактического и лечебного действия для различных групп населения.

**Работа выполнена при поддержке Гранта Президента Российской Федерации (регистрационный номер – МД-5536.2021.5).**

#### Литература

1. Артюхова С.И., Моторная Е.В. Об актуальности использования при производстве биопродуктов для функционального питания молочнокислых бактерий, синтезирующих экзополисахариды // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 5–1. – С. 76.
2. Дифференциально-термический анализ в оценке экзополисахаридной активности консорциумов пробиотических микроорганизмов / Родионова Н.С., Попов Е.С., Родионов А.А., Разинкова Т.А. // Известия Вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2018. – Т. 8. – № 4. – С. 95–105.
3. Хамагаева, И.С., Хазагаева С.Н., Замбалова Н.А. Создание консорциума пробиотических микроорганизмов с высокой биохимической активностью и экзополисахаридным потенциалом // Вестник ВСГУТУ, Улан-Удэ. – 2014. – № 1 (46). – С. 97–102.
4. Factors affecting exocellular polysaccharide production by *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* grown in a chemically defined medium / S. Petry [et al.] // Appl. Environ. Microbiol. – 2000. – Vol. 66. – P. 3427 -3431.