

УДК 664.844.002.237

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА КОНЦЕНТРАТА ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН, ПОЛУЧЕННОГО ИЗ ТОПИНАМБУРА

Р.А. Дроздов¹, М.А. Кожухова¹, А.А. Кушнерева², А.В. Шкуро¹

¹ Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар, Россия

² Кубанский государственный медицинский университет, г. Краснодар, Россия

Многими исследованиями показано, что клубни топинамбура являются ценным сырьем для производства продуктов питания, особенно функционального назначения, так как содержат в своем составе инулин и фруктоолигосахариды, обладающие высокой бифидогенной активностью [1, 2].

Вовлечение топинамбура в промышленную переработку имеет экономические предпосылки, так как данная культура отличается высокой урожайностью, неприхотливостью, экологической пластичностью, устойчивостью к неблагоприятным факторам [3].

В настоящее время разработан широкий ассортимент продуктов на основе топинамбура: соки, напитки, икра, пюреобразные продукты для детского питания, соусы, быстрозамороженные овощные смеси и салаты и другие [4].

При получении сока из топинамбура образуется значительное количество отходов в виде выжимок. Ранее проведенные исследования показали, что в основном они состоят из полисахаридов клеточных стенок и могут служить источником пищевых волокон (ПВ). В связи с этим, было предложено получать концентрат пищевых волокон (КПВ) из выжимок путем высушивания [5].

Целью работы являлось определение функциональных свойств и биотехнологического потенциала КПВ, полученного из выжимок топинамбура.

Объектом исследований служили КПВ, полученный после извлечения сока из выжимок клубней топинамбура сорта «Интерес». Сок извлекали из подготовленных и измельченных клубней на лабораторном декантере, полученные выжимки собирали, высушивали в поле инфракрасного излучения при температуре в центре и на поверхности слоя исследуемого продукта 55–58 °С. Процесс сушки считали окончанным по достижению конечного содержания влаги 7–9 %.

В высушенном КПВ определяли: содержание влаги на приборе «Эвлас-2М», pH водного раствора – pH-метром «Mettler Toledo», степень и время набухания, влагоудерживающую и ионсвязывающую способность согласно методикам, приведенных в работах [6–8] соответственно. Биотехнологический потенциал оценивали путем внесения КПВ в молочную основу и сквашивания пробиотической закваской «Бифилакт-Про». При этом варьировали количество КПВ в смеси и степень его дисперсности. В процессе сквашивания контролировали pH и по полученным данным определяли кинетические показатели: максимальную скорость сквашивания (V_{max}) и время достижения pH = 4,6 [9, 10].

Результаты исследований приведены в таблице 1 и на рисунках 1 и 2.

Таблица 1 – Физико-химические и функциональные свойства высушенного КПВ

Наименование показателей	КПВ топинамбура
Массовая доля сухих веществ, %	98,8
Растворимые сахара, %	22,3
Полисахариды (ПВ), %	76,0
Общая площадь поверхности, см ² /г	1535
pH водного раствора	6,9
Степень набухания, г/г	15,0
Время набухания, мин	55
Влагоудерживающая способность, %	58,7 ± 1
Связывающая способность, %	
– Pb ²⁺	52,7
– Ni ²⁺	42,1

Как видно из таблицы 1, основную массу сухих веществ исследуемого порошка составляют полисахариды клеточных стенок, в состав которых входят растворимые и нерастворимые ПВ.

Важное значение имеет размер частиц КПВ, так как от него зависит влагопоглощательная и влагоудерживающая способность, общая площадь поверхности и скорость ферментации ПВ в толстой кишке. Водосвязывающая способность влияет на синергетические свойства ферментированных продуктов, а также на транзит пищи в желудочно-кишечном тракте.

Водные растворы порошков имеют слабокислую реакцию, что обуславливает возможность их внесения в молоко перед пастеризацией без риска вызвать коагуляцию казеина при последующей тепловой обработке.

Время и степень набухания необходимо учитывать при использовании высушенных КПВ в составе жидких пищевых продуктов, в том числе и молочных.

Многими отечественными и зарубежными учеными доказано, что ПВ, благодаря своей пористо-волокнутой структуре, обладают способностью связывать и выводить ионы тяжелых металлов и радионуклиды из организма человека. Так, связывающая способность КПВ топинамбура по отношению к свинцу равна 52,7 % и к никелю 42,1 % соответственно.

Из литературных источников известно, что некоторые виды ПВ обладают бифидогенным эффектом. Это объясняется наличием у бифидобактерий ферментов, способных гидролизовать полисахариды клеточных стенок и превращать их в легкоусвояемые элементы питания. Также показано, что скорость ферментации ПВ будет зависеть от их природы, химического состава и величины частиц.

В связи с этим представляло интерес исследовать кинетику сквашивания молочно-растительных смесей с добавлением КПВ топинамбура. На рисунках 1 и 2 приведены графические зависимости максимальной скорости сквашивания (V_{max}) и времени достижения $T_{pH} = 4,6$ от количества и степени дисперсности КПВ.

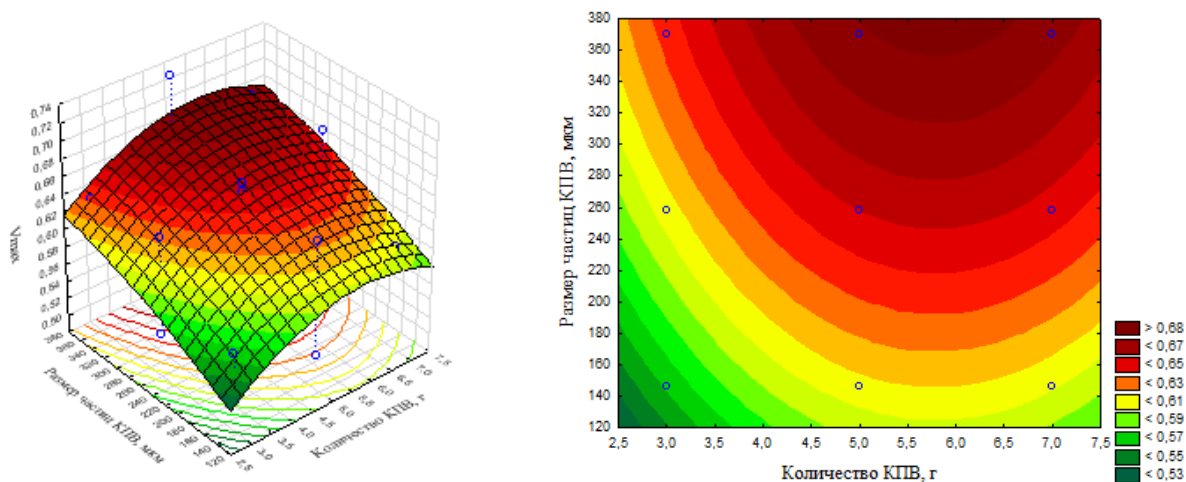


Рисунок 1 – Графики поверхности и контуров, отражающие зависимость максимальной скорости сквашивания (V_{max}) от количества КПВ топинамбура и размера частиц

Как видно из представленных данных, максимальная скорость сквашивания находится в прямой зависимости от количества вносимого КПВ топинамбура. Это объясняется наличием дополнительного количества сбраживаемых сахаров, которые изначально содержатся в растительной добавке, а также образуются в результате гидролиза полисахаридов пробиотическими культурами. При этом приемлемой величиной максимальной скорости считается $V_{max} \geq 0,65$ [9,10]. Из рисунка 1 можно сделать вывод, что при внесении КПВ в количестве 5 г / 200 мл при размере частиц 220 мкм и выше достигается данная скорость сквашивания.

Результаты, представленные на рисунке 2, показывают, что время сквашивания уменьшается с увеличением количества вносимого КПВ. Следует отметить, что при дисперсности 200–340 мкм и увеличение количества КПВ от 3 до 5 г / 200 мл продолжительность сквашивания сокращается с 8 до 6 часов.

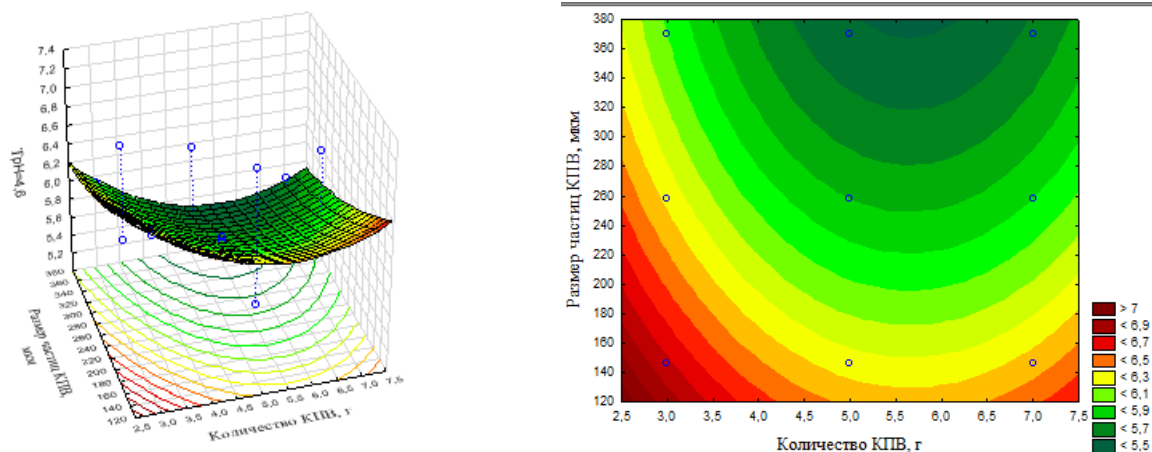


Рисунок 2 – Графики поверхности и контуров, отражающие зависимость продолжительности сквашивания ($TrH = 4,5$) от количества КПВ топинамбура и размера частиц

На основании полученных экспериментальных данных было предложено использовать КПВ топинамбура в производстве пробиотических кисломолочных напитков в количестве 2,5 % с дисперсностью 250 ± 30 мкм, что позволяет обеспечить продолжительность сквашивания молочной основы при $37 \pm 2^\circ\text{C}$ 6 часов и получить продукт с хорошими вкусовыми качествами и функциональными свойствами. Для выявления потенциального бифидогенного эффекта высушенного КПВ в сквашенных образцах определяли количество бифидобактерий на конец срока хранения (10 суток при температуре $4-6^\circ\text{C}$), которое составляло не менее 6×10^{10} КОЕ/г.

Таким образом, в результате проведенных исследований изучены физико-химические и технологические свойства высушенного КПВ топинамбура, подтвержден его ростостимулирующий эффект, оказываемый на пробиотические культуры в процессе ферментации молочно-растительной смеси. Полученные результаты легли в основу разработки рецептуры и технологии пробиотического кисломолочного напитка, обогащенного КВП топинамбура [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Кочнев, Н.К. Топинамбур – биоэнергетическая культура XXI века/ Н.К. Кочнев, М.В. Каменечева. – М.: Типография «Арес», 2002. – 76 с.
2. Назаренко М.Н. Исследование процесса ферментации инулина при производстве фруктозно-глюкозного сиропа / М.Н. Назаренко, Т.В. Бархатова, М.А. Кожухова, Р.А. Дроздов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – № 04(098). – IDA [article ID]: 0981404057. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/47.pdf>, 0,813 у.п.л.;
3. Barkhatova T.V. Obtaining and identification of inulin from jerusalem artichoke (helianthus tuberosus) tubers / T.V. Barkhatova, M.N. Nazarenko, M.A. Kozhukhova, I.A. Khripko // Foods And Raw Materials. – 2015. – № 2. – P. 13–22
4. Кожухова М.А. Разработка технологии продуктов функционального питания на основе топинамбура/ М.А. Кожухова, Т.В. Бархатова, М.К. Алтуньян, И.А. Хрипко, Л.А. Рыльская // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. Изд.: КубГТУ», г. Краснодар. – 2005. – № 2–3. – С. 21–23
5. Дроздов Р.А. Оптимизация рецептуры пробиотического кисломолочного напитка с добавлением пищевых волокон топинамбура / Р.А. Дроздов, М.А. Кожухова, Т.В. Бархатова, А.М. Маренич // Ползуновский вестник. – Барнаул: Изд. Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова». – 2016. – № 4 (Т2). – С. 4–11
6. Zhang Y., Gao P., Zhao L., Chen Y. Preparation and swelling properties of a starch-g-poly(acrylic acid) / organo-mordenite hydrogel composite // Frontiers of Chemical Science and Engineering – 2016. – Volume 10. – Issue 1. – P. 147–161
7. Грек Е., Красуля Е. Исследование влияния пищевых волокон на формы связи влаги в смесях с молочной сывороткой // Maisto Chemija Ir Technologija. – 2013. – Том 47. – № 1. – С. 15–21.

8. Комплексные соединения в аналитической химии / Умланд Ф., Янсен А., Тириг Д. и др. // – М.: Мир, 1975. – 531 с.

9. Kristo E., Biliaderis C.G., Tzanetakis N. Modelling of the acidification process and rheological properties of milk fermented with a yogurt starter culture using response surface methodology // Food Chemistry – 2003. – Volume 83. – P. 437–446

10. Kristo E., Biliaderis C.G., Tzanetakis N. Modelling of rheological, microbiological and acidification properties of a fermented milk product containing a probiotic strain of *Lactobacillus paracasei* // International Dairy Journal – 2003. – Volume 13. – P. 517–528