

УДК 615.322: 582.951.4:547.918.012.07

ПИЩЕВЫЕ ВОЛОКНА СКОРЦОНЕРА И ОВСЯНОГО КОРНЯ И ИХ ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Маршалкин М.Ф., Оробинская В.Н.

Пятигорский государственный технологический университет, Пятигорск

Изучен химический состав нетрадиционного инулинсодержащего сырья *Scorzonera hispanica* L. и *Tragopogon porrifolius* L. Получены полисахаридные концентраты и установлена их антибактериальная и гипогликемическая активности. Прогнозируется их использование в качестве лечебно-профилактических комплексов.

Пищевые волокна (ПВ) представляют собой комплекс биополимеров, включающий полисахариды (целлюлозу, гемицеллюлозы, пектиновые вещества, фруктаны), а так же лигнин и связанные с ними белковые вещества, формирующие клеточные стенки растений. Роль растительных ПВ многообразна. Она состоит не только в частичном снабжении организма человека энергией, выведения из него ряда метаболитов пищи и загрязняющих ее веществ, но и в регуляции физиологических и биохимических процессов в органах пищеварения [2].

В этой связи возникает естественная необходимость анализа содержания ПВ в разнообразных видах растительного сырья и поиска технологических методов их использования в качестве лечебно-профилактического комплекса.

По физическим, химическим и медико-биологическим особенностям ПВ принято различать на растворимые в воде (пектин, альгиновая кислота, фруктаны и др.), а также малорастворимые и нерастворимые (ксиланы, целлюлоза, лигниноуглеводные комплексы и др.) [2].

Как следует из данных литературы, наибольший интерес представляют растворимые ПВ (фруктаны и пектин), отличающиеся большей физиологичностью.

Фруктаны – класс растворимых в воде олигомерных и полимерных углеводов, которые встречаются в растениях и микроорганизмах со степенью полимеризации от 4 до 60. Они построены преимущественно из фруктозы с концевым фрагментом в составе полимера молекулы сахарозы.

В соответствии со строением фруктаны классифицируют на 2 типа:

а) тип инулина - полифруктозил сахарозы с порядком связи – β -(2→1) и инулиды: псеудоинулин, инуленин, гелиантенин, инулоид, синантрин;

б) тип левана (флеина) – β -(2→6)-полифруктозил сахарозы.

Из-за особенностей структурной конформации озидного моста β -(2→1), фруктаны высшего порядка устойчивы к гидролизу человеческими пищевыми ферментами, не расщепляются в желудочно-кишечном тракте человека и попадают непереваренными в ободочную кишку. В ободочной кишке фруктаны подвергаются бактериальному гидролизу при помощи негнилостных бифидобактерий и бактероидов. Преимущество включения фруктанов в пищу обусловлено низким содержанием глюкозы в молекуле (не более 25 %), что делает их альтернативным углеводным источником для диабетиков, кроме того, их позитивное влияние на кишечную бактериальную флору, связано с увеличением перистальтики кишечника, снижением риска возникновения злокачественных новообразований и др. [4, 7].

В настоящее время увеличивается интерес к содержащему фруктаны пищевому растительному сырью. Однако местонахождение фруктанов в пищевых растениях не так хорошо описано по сравнению с крахмалом. Это связано с отсутствием надежного гистохимического испытания на фруктаны, положительная идентификация которого пока проводится хроматографическими методами анализа.

Наиболее ценным компонентом углеводного комплекса фруктансодержащего растительного сырья является инулин – продукт природного происхождения, состав и свойства которого зависят от источника получения, методов очистки и других особенностей технологического процесса. Наряду с высокомолекулярным инулином в корнеплодах растений содержится большое количество инулидов, которые представляют собой продукт деполимеризации инулина под влиянием ферментов: инулин → инулиды → фруктоза.

Наше внимание привлекли представители ранее мало изученного инулинсодержащего сырья: скорцонер (*Scorzonera hispanica* L.) и овсяной корень (*Tragopogon porrifolius* L.).

Род Скорцонер (*Scorzonera L.*) – козелец насчитывает около 170 видов. Около 80 видов встречается на Кавказе. Наиболее широко используются следующие виды, имеющие пищевую и лекарственную ценность: *S. deliciosa L.* – козелец приятный, *S. hispanica L.* – козелец испанский, *S. laciniata L.* – козелец раздельнолистный, *S. mollis M.B.* – козелец мягкий [1, 5, 8]

Род *Tragopogon L.* – козлобородник включает в себя около 150 видов, которые довольно широко распространены в Евразии и Северной Африки, на Кавказе и Европейской части России. Наибольший интерес в связи с их лекарственным и пищевым использованием имеют: *T. porrifolius L.*, *T. major L.*, *T. prathsis L.* *T. porrifolius L.* (овсяной корень) мало изучен. [6].

В последнее десятилетие во многих странах мира, в том числе и в России, проводится активная селекция этих растений, с целью получения сортов отличающихся большей величиной (по длине и толщине) корнеплодов, их гладкостью, низким ветвлением, хорошими пищевыми качествами и устойчивостью к вредителям [1, 6].

Нами были проведены исследования химического состава опытных образцов наиболее известных отечественных и зарубежных сортов изучаемых видов: скорцонер – сорт *Maxima* (США), *Westlandia* (США), *Flandria* (Нидер-

ланды), *Calypso* (Нидерланды), ТСХА – 1 (Россия); овсяной корень – *Mamoth* (Франция), ТСХА – 1 (Россия), урожаев 1994-1997 годов, выращенных на опытных делянках Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева, коллекционных питомниках в окрестностях станции Бекешевской и г. Пятигорска Ставропольского края [3].

Как следует из данных таблицы 1, основную массу сухого вещества скорцонера и овсяного корня составляют углеводы, главным образом, водорастворимые сахара и олиго- и полисахариды, среди которых клетчатка, пектиновые вещества и инулин. Корнеплоды превосходят листья по содержанию растворимых сахаров, независимо от сорта и района выращивания. Условия выращивания оказывают влияние на содержание в листьях и корнеплодах обеих культур сухих веществ, в том числе растворимых сахаров, полисахаридов и, прежде всего, инулина, белковых и минеральных веществ, органических кислот, витаминов. Более ценными по химическому составу являются корнеплоды, превосходящие листья по содержанию сухих веществ, суммы растворимых сахаров, инулина и пектиновых веществ. Для листьев характерно более высокое содержания сырого белка, витамина С и каротина.

Таблица 1. Содержание веществ в органах скорцонера и овсяного корня в зависимости от места произрастания

Показатель	Овсяной корень		Скорцонер		Район
	корнеплод	лист	корнеплод	лист	
Сухие вещества, %	21,8-26,9	5,1-6,5	25,8-27,7	6,2-6,4	с. Бекешевская
	20,7-26,7	5,0-6,78	26,0-27,0	5,7-6,43	Пятигорск
Белок, % от сухого вещества	8,2-10,8	12,7-13,5	6,3-9,8	7,9-12,0	с. Бекешевская
	9,8-10,0	12,6-13,8	6,26-7,0	10,4-18,0	Пятигорск
Сумма сахаров, % от сухого вещества	50,7-52,2	28,5-34,2	45,6-49,9	46,1-47,5	с. Бекешевская
	50,8-53,0	28,6-34,3	48,7-49,9	46,5-47,5	Пятигорск
Клетчатка, % от сухого вещества	6,4	12,9	3,9	14,8	с. Бекешевская
	5,26	12,78	4,86	10,8	Пятигорск
Инулин, % от сырой массы	3,9-5,7	0,6-0,9	7,9-10,1	1,0-1,5	с. Бекешевская
	4,03-5,02	0,57-0,86	9,68-10,06	1,03-0,47	Пятигорск
Пектиновые вещества, % от сырой массы	2,9-3,1	-	1,5-1,7	-	с. Бекешевская
	2,07-3,09	-	1,57-1,78	-	Пятигорск
Аскорбиновая кислота (витамин С), мг/100 г сырой массы	7,2-8,3	14,9-17,9	8,6-9,1	17,9-20,6	с. Бекешевская
	6,42-9,1	16,4-17,89	8,7-9,0	18,9-21,4	Пятигорск
Каротин, мг/100 г сырой массы	-	5,2-5,4	-	4,3-7,0	с. Бекешевская
	-	5,2	-	4,46	Пятигорск

Для определения оптимальных сроков заготовки сырья нами было проведено исследование динамики накопления полисахаридов в скорцонере и овсяном корне. Исследовались отдельные органы растений (листья и корнеплоды), собран-

ные в разные фазы вегетации скорцонера и овсяного корня, а также из разных районов произрастания. Результаты приведены в таблице 2.

Содержание инулина в скорцонере по нашим наблюдениям (в течение 3 лет), существенно за-

висит от фазы вегетации. Оно постепенно возрастает от 26,4% до 38,4% в фазу плодоношения (в пересчете на воздушно-сухой вес), а содержание пектина остается примерно постоянным.

Содержание инулина в овсяном корне также возрастает от 15,2% до 20,6% в фазу плодоноше-

ния (в пересчете воздушно-сухой вес). При этом содержание пектина увеличивается (в основном за счет перехода протопектина в пектин) от 2,1% до 2,8%.

Таблица 2. Содержание полисахаридов в скорцонере и овсяном корне на второй год вегетации

Фаза вегетации	скорцонер				овсяной корень			
	листья		корнеплоды		листья		корнеплоды	
	инулин	пектин	инулин	пектин	инулин	пектин	инулин	пектин
стеблевание	2,4-3,1	0,5-0,8	-	-	0,4-0,6	0,4-0,6	-	-
бутонизация	1,4-2,3	0,5-0,7	2,5-3,1	0,9-1,1	0,57-0,81	0,5-0,7	1,9-2,7	1,4-1,9
цветение	1,1-1,9	0,4-0,7	16,6-18,5	1,0-1,3	0,85-1,1	0,4-0,7	12,6-14,7	1,8-2,2
плодоношение	0,5-0,8	0,5-0,7	29,9-34,0	1,2-1,5	0,43-0,6	0,5-0,7	18,5-20,6	2,3-2,8
хранение:								
1 месяц	-	-	25,7-28,4	1,2-1,4	-	-	15,4-17,8	2,2-2,6
2 месяц	-	-	21,1-22,5	1,1-1,3	-	-	14,1-15,9	2,0-2,4
3 месяц	-	-	16,2-19,4	1,1-1,4	-	-	11,2-13,0	2,1-2,4
4 месяц	-	-	14,6-16,3	1,0-1,3	-	-	8,9-10,1	2,0-2,2

На основании изучения динамики накопления инулина и пектина в сырье скорцонера и овсяного корня, а также изучения органолептических признаков и биологической массы сырья, нами установлены оптимальные сроки заготовки: фаза плодоношения во второй год вегетации для обоих видов.

В процессе хранения содержание сухих веществ в корнеплодах снижается, в виду использования основных компонентов на дыхание. Потери при хранении, в среднем, составляют от 10 – 15%, в зависимости от различных условий хранения. Корнеплоды скорцонера, убранные осенью, отличались более высоким содержанием сухих веществ, чем перезимовавшие в грунте.

На следующем этапе нами был получен биологически активный комплекс, представляющей собой сухой инулин – пектиновый концентрат.

Биологическое изучение водорастворимого полисахаридного комплекса из скорцонера методом “колодцев” позволило установить его высокую антибактериальную активность в отношении *Staphylococcus aureus* 20% p-p, *St. aureus* (Макаров), *St. aureus* Type, *St. epidermidis* Wood-46, *Escherichia coli* 675, *E. coli* 055, *E. paracoli*, *Salmonella typhimurium*, а также незначительную активность в отношении *Shigella flexneri* 266, *Bacillus subtilis* L2, *B. anthracoides*-96, *B. anthracoides*-1.

Вещество	Тест – культуры											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Водорастворимый полисахаридный комплекс <i>S. hispanica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	±	±	±	±

Примечание: тест-культуры: 1 – *Staphylococcus aureus* 20% p-p; 2 – *St. aureus* (Макаров); 3 – *St. aureus* Type; 4 – *St. epidermidis* Wood-46; 5 – *Escherichia coli* 675; 6 – *E. coli* 055; 7 – *E. paracoli*; 8 – *Salmonella typhimurium*; 9 – *Shigella flexneri* 266; 10 – *Bacillus subtilis* L2; 11 – *B. anthracoides*-96; 12 – *B. anthracoides*-1.

" - " - отсутствие роста микробов; " ± " - слабый рост.

Инулин - пектиновый концентрат скорцонера обладает рядом положительных свойств: является фактором, регулирующим концентрации вредных веществ в организме и проявляющим защитные функции; не требует выработки гормона инсулина для своей переработки; обогащает продукты БАВ.

Изучение влияния инулинпектинового концентрата на уровень сахара в крови представлено в таблице 3.

Опыты проводили на крысах-самцах линии Wistar, массой 190-220 г. В первой серии опытов участвовали контрольные (здоровые) и диабетические крысы. Экспериментальный диабет вызывали однократной внутривенной инъекцией стрептозотоцина (60 мг/кг массы тела). За ходом

развития диабета следили по появлению в моче глюкозы и кетоновых тел, по повышению уровня

глюкозы в крови, по увеличению потребления воды и диуреза, по снижению массы тела.

Таблица 3. Изменение ряда биохимических показателей крови и мочи у диабетических крыс, по сравнению с контрольными (здоровыми животными) (1 -я серия эксперимента)

Группа животных	Исследуемые показатели				
	n	Глюкоза в крови (ммоль/л)	Глюкоза в моче (%)	Кетоновые тела в моче (ммоль/л)	Вес тела
Контрольные (здоровые крысы)	5	6±0,5	0,08±0,02	0	236±23
Диабетические (стрептозотоциновые) крысы на 5-6-е сутки после введения стрептозоцина	5	20±1	2,2±0,2	9±1,6	208±13

Результаты проведенных экспериментов свидетельствуют об отчетливой гипогликемической активности инулин-пектинового концентрата из скорцонера, что дает основание для дальнейшего углубленного изучения его свойств и разработки на его основе нового гипогликемического препарата.

Таким образом, экспериментальные данные свидетельствуют, что инулинсодержащие продукты из скорцонера и овсяного корня положительно влияют на регуляцию обмена веществ при заболеваниях сахарным диабетом, атеросклерозом, ожирением.

Список литературы:

1. Брянский О.В, Толстихина В.В., Семенов А.А. Гликозид сирингарезинол из тканевой культуры *Scorzonera hispanica* // Химия природн. соед. 1992. Т. 28, N5. С. 591-592.
2. Дудкин М.С., Щелкунов Л.Ф. Новые продукты питания. – М.: «Наука» - 1998г. 304 с.
3. Орбинская В. Н., Молчанов Г.И., Коновалов Д.А. Скорцонер – перспективное лекарственное и пищевое растение // Регион. конф.

по фармации, фармакологии и подготовке кадров (51; 1996; Пятигорск): Материалы тезисов - Пятигорск, 1996. – С. 13.

4. Incoll L.D., Bonnett G.D. The occurrence of fructan in food plants // Inulin and inulin-containing crops. Proceedings of the international congress on food and non-food applications of inulin and inulin-containing crops, Wageningen, 1990. Vol. 51, N2. P. 523B.

5. Markova T.A., Gamburg K.Z., Gamanets L.V., Enikeev A.G. Indoleacetamide hydrolase activity in transformed scorzonera and carrot cells // J. Plant. Physiology. 1995. Vol. 42, N5. P. 595-600.

6. Muller-Lemans H. Tragopogon porrifolium, salsifi a literature review // Gartenbauwissnschaft. 1991, Vol. 56, № 2, P.

7. Spollen W.G. Fructan composition and physiological roles in wheat, tall fescue, and timothy. // Dissertation Abstracts International. B. Sciences and Engineering.

8. Vulsteke G., Callewaert D., Seynaeve M., Calus A. Onderzoek 1994. Schorseneer. Wortelen. [1994 Research. Scorzonera. Carrots.] // 1995a. 76 pp

Alimentary fibers of scorzonera hispanica and tragopogon porrifolius and their preventive usage

Marshalkin M.F., Orobinskaya V.N.

The elemental composition a nonconventional inulin-containing vegetative raw *Scorzonera hispanica* L. and *Tragopogon porrifolius* L. is studied. The polysaccharide concentrates are obtained and their antibacterial and hypoglycemic activity is established. Their usage is forecasted as preventive complexes.