

ganonspecific autoantibodies contents in relation to different tissue and organ antigens allowed to determine autoimmune type of immune pathology as one of the leading mechanisms of inflammation of psoriasis disease.

УДК 615.322: 582.951.4:547.918.012.07

Пищевые волокна скорцонера и овсяного корня и их лечебно-профилактическое использование

М.Ф.Маршалкин, В.Н.Оробинская

Пятигорский государственный технологический университет,
Пятигорск, Россия

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

няющих 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 (кисланы, 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 фруктан-содержащего 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* (Нидерланды), *Calypso* (Нидерланды), ТСХА – 1 (Россия); овсяной корень – *Mammoth* (Франция), ТСХА – 1 (Россия), урожая 1994-1997 годов, выращенных на опытных делянках Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева, коллекционных питомниках в окрестностях станицы 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. Бековская
	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. Бековская
	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. Бековская
	-	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), собранные 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 зависит 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 плодоношения (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	-	-
бутониза-	1,4-2,3	0,5-0,7	2,5-3,1	0,9-	0,57-	0,5-0,7	1,9-2,7	1,4-1,9
ция	1,1-1,9	0,4-0,7	16,6-	1,1	0,81	0,4-0,7	12,6-	1,8-2,2
цветение			18,5	1,0-	0,85-		14,7	
плодоноше-	0,5-0,8	0,5-0,7		1,3	1,1	0,5-0,7		2,3-2,8
ние			29,9-				18,5-	
хранение:	-	-	34,0	1,2-	0,43-	-	20,6	2,2-2,6
1 месяц	-	-		1,5	0,6	-		2,0-2,4
2 месяц	-	-	25,7-			-	15,4-	2,1-2,4
3 месяц	-	-	28,4	1,2-	-	-	17,8	2,0-2,2
4 месяц			21,1-	1,4	-		14,1-	
			22,5	1,1-	-		15,9	
			16,2-	1,3	-		11,2-	
			19,4	1,1-			13,0	
			14,6-	1,4			8,9-	
			16,3	1,0-			10,1	
				1,3				

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 внутрибрюшинной 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 сиригарезинол из тканевой культуры *Scorsonera hispanica* // Химия природн. соедин. 1992. Т. 28, N5. С. 591-592.
2. Дудкин М.С., Щелкунов Л.Ф. Новые продукты питания. – М.: «Наука» - 1998г. 304 с.
3. Оробинская 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 // Gartenbauwisstnschaft. 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., Seynnaeve 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.