

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ

И.А. Сычев, О.В. Калинин, Е.А. Лаксаева

Рязанский государственный медицинский университет
имени академика И.П. Павлова

Полисахариды растений оказывают выраженное противовоспалительное, ранозаживляющее, антиоксидантное и противорадиационное воздействие, стимулируют процессы кроветворения, активируют функции иммунной системы при введении в организм как здоровых животных, так и животных с различными видами патологии.

Ключевые слова: полисахариды растений кроветворение, анемия, облучение, воспаление, ранозаживление, костный мозг, селезенка, тимус, фагоцитоз.

Растительные полисахариды проявляют высокую биологическую активность, не обладают токсичностью, аллергенностью, пирогенностью – все это открывает широкие возможности использования их в практической медицине.

Полисахариды – полимеры состоящие из одного или пяти-шести различных остатков моносахаридов связанных гликозидными связями, образующие линейные, разветвленные или свернутые в α -спираль цепи, разделяются на гомо- и гетерополисахариды.

Запасующие полисахариды (крахмал, инулин, фруктан) формируют основу энергетических запасов организма, а структурные – образуют клеточные стенки и межклеточное вещество тканей растений.

1. *Инкрустирующие полисахариды и водорастворимые пектины* – структурные гетерополисахариды могут содержать аminosахара, полипептидную цепь и 20-30% уроновых кислот, выполняют рецепторные функции и скрепляют клетки и ткани между собой.

2. *Водонерастворимый пектин* - структурный полисахарид, связывает поверхностные слои клеточной оболочки, с гемицеллюлозой, имеет большую величину молекулярной массы и содержит в своем составе единичные полипептидные цепи, немного аminosахаров и 30-50% уроновых кислот.

3. *Пектовая кислота* - структурный полисахарид имеющий в своем составе 60-80% уроновых кислот и являющийся полиуроновой кислотой. Молекулы пектовой кислоты разветвлены и этерифицированы остатками спиртов и фенолов.

Пектины и пектовая кислота в силу особенностей строения, состава, величины молекулярной массы, рецепторным и антигенным свойствам в составе растительного организма проявляют высокую биологическую активность при действии на животных.

Полисахариды экстрагируют из воздушно-сухих растений дистиллированной водой, 1% растворами щавелевокислого аммония, соляной

кислоты, 25% раствором щелочи, осаждают из экстрактов 96% этанолом и очищают этанолом, эфиром, ацетоном, переосаждением, диализом или электродиализом. Растительное сырье предварительно обрабатывают 40-60% растворами этанола удаляя из него экстрактивные вещества и окрашенные молекулы [1,8,20].

Влияние на обмен веществ.

Сульфопроизводные крахмала, пектина, целлюлозы при введении крысам с липедемией вызывали снижение ее уровня и просветление сыворотки крови по типу действия гепарина. Крахмал и декстрины кукурузы, риса, пшеницы и картофеля, черного гороха снижают общее содержание холестерина в печени и сыворотке крови крыс. Гипохолестеринемический эффект оказывали каррагинин, ламинарид, сульфогалактозаны некоторых красных водорослей и пектин [1,6].

Введение крахмала животным усиливает обмен желчных кислот и способствует усилению синтеза кишечными бактериями рибофлавина, ускоряет превращение холестерина в желчные кислоты. Растительные полисахариды образуют комплексы с белками и липотеидами плазмы крови, что снижает уровень липемии и уменьшает степень атеросклероза сосудов [16].

Полисахарид алоэ древовидного способствует регенерационным процессам тканей поджелудочной железы у животных при внутривенном введении вызывает активизацию макрофагов, лейкоцитов, активный рост и увеличение числа соединительнотканых клеток и продуцируемых ими элементов соединительной ткани [17].

Гетерополисахарид лабазника шестилепестного активизирует процессы регенерации и репарации в гепатоцитах экспериментальных животных при различных повреждающих воздействиях, при внутривенном и пероральном введениях [18].

Существуют данные о влиянии полисахаридов донника на активность системы мембранного транспорта клеток и изменении проницаемости клеточных мембран повышении активности АТФ-азы [8].

Влияние на кроветворение.

Ю. М. Захаров описывает стимулирующее действие протеогликанов и гликозамингликанов, из лейкоцитов, на активность центрального макрофага эритробластического островка, направленную на ускорение созревания эритроцитов [3,4,5].

Пектины растений по составу и строению очень похожи на протеогликаны и гликозаминогликаны клеток крови и в растениях выполняют сходные функции, возможно, стимулируют рост клеток и биосинтез молекул. Попадая в организм высших животных такие молекулы способны стимулировать процессы кроветворения.

Полисахариды растений и водорослей активизируют функции зрелых клеток иммунной системы и стимулируют гемопоэз у здоровых, анемичных и облученных животных в костном мозге и в селезенке, стимулируя миелоидный, эритроидный и лимфоидный ростки кроветворения увеличивают количество эритробластических островков в костном мозге, эритроцитов и гемоглобина в крови [2,5,7,22,23].

Действие на иммунную систему.

Полисахариды растений усиливают резистентность клеток и тканей животных, стимулируют фагоцитоз, увеличивают количество иммуноглобулинов в крови активизируют реакцию розеткообразования [12,19]. Внутривентрикулярное

введение гетерополисахарида животным с вибрационным поражением усиливает у них гуморальный иммунный ответ на эритроциты барана, но не влияет на его развитие, что опосредуется гуморальными факторами, вырабатываемыми β -клетками селезенки [21].

Полисахариды растений семейства Asteracea, Tiliacea индуцируют появление в сыворотке крови и надосадочной жидкости клеток тимуса и селезенки гуморальных иммуностимулирующих вещества [11].

Растительные гетерополисахариды, связанные с эритроцитами, вводимыми в организм крыс с иммерсионным охлаждением, усиливают функции макрофагов и нейтрофилов и ускоряют восстановление организма пораженных животных. Также действуют полисахариды, ромашки аптечной, на животных, подвергнутых процессу охлаждения [1,24].

Введение растительных полисахаридов животным с асептическим воспалением и с ожоговыми ранами стимулирует систему иммунитета путем активации макрофагов и нейтрофилов, стимуляции фагоцитоза, синтеза и выделения сигнальных молекул, запускающих процессы активизации Т- и В-лимфоцитов, плазматических клеток селезенки, повышающих клеточность селезенки, тимуса, костного мозга и количество лимфатических фолликулов в структуре селезенки [22].

Попадая в организм через рот, внутримышечно или внутривенно, полисахариды воздействуют прежде всего на систему макрофагов и моноцитов, усиливая их физиологические функции. Это приводит: 1) к активации синтеза сигнальных молекул, активизирующих лимфоциты, лейкоциты, систему комплемента; 2) стимулируют фагоцитоз; 3) увеличивают численность моноцитов и макрофагов в крови животных в 2-3 раза [20,21,23].

Полисахариды ускоряют пролиферацию и дифференцировку лимфоцитов в селезенке, тимусе, лимфоузлах, повышают количество лимфоцитов в крови максимально на 5-7 сутки, а в лимфоузлах и селезенке увеличивается количество плазматических клеток и лимфатических фолликулов [20,21].

Крахмал, инулин, декстрин, полисахаридов тисса, сассафраса, мандарина, корней брионии, амилопектина яблок, гликогена кукурузы при введении в организм животных образуют антитела и повышали титр пропердина в сыворотке крови, что способствовало увеличению неспецифической резистентности животных к инфекциям [11,18].

Усиление фагоцитарной активности.

Полисахариды донника и женьшеня, стимулируют фагоцитоз *in vitro* на крови мышей и на крови человека [20]. Интенсивность фагоцитоза оценивали по количеству полиморфноядерных лейкоцитов, содержащих микробные тела, а также оценивали среднее количество микробных тел, поглощенных одним лейкоцитом. Была установлена выраженная активность эффекторных функций полиморфноядерных лейкоцитов и макрофагов под действием полисахаридных препаратов. Стимулирующее влияние полисахаридов женьшеня проявляются в выработке лейкоцитами и макрофагами интерферона и интерлейкинов.

Повышение фагоцитарной активности полиморфноядерных лейкоцитов и макрофагов под влиянием полисахаридов отражается на антиинфекционной резистентности мышей к туберкулезной и кишечной палочкам. Полисахариды защищают животных от данных инфекций в среднем на 30-60 % (процент выживаемости). Таким образом установлена активация эффекторных функций полиморф-

ноядерных лейкоцитов и макрофагов под действием полисахаридных препаратов, полученных из культуры тканей женьшеня [12].

Не только сами полисахариды растительного происхождения, но и белково-полисахаридные комплексы, извлекаемые из растений (протеогликаны и гликопротеины – смешанные белково-полисахаридные полимеры, в которых полипептидные цепи ковалентно присоединяются к полисахаридным цепям, образуя достаточно прочные связи, с большим трудом подвергающиеся гидролизу), обладают очень высокой ранозаживляющей активностью. Они стимулируют фагоцитарные функции макрофагов и нейтрофилов, пролиферацию и дифференцировку лимфоцитов и лейкоцитов. Эти вещества стимулируют рост и развитие клеток соединительной ткани, синтез ими молекул и волокон. Белково-полисахаридные комплексы вводили в организм животных с экспериментальными ранами и использовали в качестве основы раневых покрытий или в составе перевязочных средств [13,14].

Протекторный эффект.

Полисахариды, вводимые облученным животным с различными дозами облучения, способствуют активизации миелоидного, эритроидного и лимфоидного ростков кроветворения, в костном мозге и в селезёнке животных. У животных с малыми дозами облучения кроветворные функции почти возвращаются к норме под действием полисахаридов растений. [4].

Полисахариды проявляют протекторную активность при различного рода облучениях, включая ионизирующую радиацию. Крахмал и декстрин увеличивали среднюю продолжительность жизни белых мышей после их облучения сублетальными дозами рентгеновских лучей [23].

Повышение устойчивости к интоксикации.

Пектины различного происхождения, связывают ионы Pb^{2+} , Hg^{2+} in vitro, у морских свинок резко увеличивая их экскрецию через кишечник и снижают интенсивность интоксикации. Полисахариды применялись для профилактики отравлений ртутью и свинцом. Антидотные свойства пектина подсолнечника установлены при отравлениях кобальтом и стронцием [15,16].

Противоопухолевый эффект.

Ламинарид, вызывает задержку роста саркомы-37 у крыс. Противоопухолевая активность отмечена у полисахаридов золотарника, щавеля, клевера молодых побегов бамбука [11,13], а также полисахаридов растений семейства Rosacea и Asteracea.

Отмечается активирующее влияние полисахаридов женьшеня на свойства макрофагов, нейтрофилов и цитотоксических лимфоцитов. Рост опухолей при этом замедляется, наступает процесс стабилизации и в некоторых случаях уменьшение опухоли [19].

Противоязвенный эффект.

Полисахарид плантаглюцид, выделенный из растений подорожника, используется для лечения язв желудка и двенадцатиперстной кишки [25].

Противовоспалительный эффект.

Введение растительных полисахаридов животным с воспалением тормозит нарастания отека тканей, укорачивает сроки нормализации клеточного состава крови и тканей, укорачивает сроки лечения. Противовоспалительное действие полисахаридов мать и мачехи, донника, липы, женьшеня и других растений сравнимо с действием бутадиона и бруфена, а иногда и превосходят их. [9]

Противовоспалительный растительных полисахаридов реализуется за счет изменения проницаемости сосудистой стенки в очаге воспаления, активации фагоцитоза, ферментной активности фагоцитов и увеличения их количества. Полисахариды активируют процессы синтеза, что ускоряет восстановление структуры ткани в очаге воспаления. Полисахариды усиливают антиоксидантную активность клеток и тканей за счет активации ферментных систем [8,12]. Отмечается высокая противовоспалительная активность сульфатированных пектинов растений, каррагинина, ламинарида, уменьшающих отек и вызывающих активную пролиферацию клеток синовиальной и коллагеновой тканей [16,17].

Растительные полисахариды оказывают всестороннее воздействие на организм. Исследования по этому вопросу недостаточны и не лишены противоречий. Недостаточно изучено влияние полисахаридов на углеводный обмен, на течение гнойного воспалительного процесса; на физическую работоспособность; на процесс гемокоагуляции.

Экспериментальные и клинические исследования показали, что полисахариды оказывают всестороннее действие на организм, вызывая многокомпонентную реакцию, повышающую его резистентность [21,23]. Разнообразие сфер применения полисахаридов объясняется тем, что они действуют на центральные регуляторные механизмы организма, направленные на мобилизацию защитных реакций, способствуя восстановлению нормального состояния-гомеостаза. Защитное действие, обусловленное стимуляцией ретикуло-эндотелиальной системы, проявляется при различной патологии [20,22].

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьев В. А., Бровкина И. Л., Прокопенко Л. Г. // Человек и его здоровье: Сб. науч. работ. – Курск, 1999. – 71-73 с. – Вып. 2.
2. Базарный В. В., Ястребов А. П. // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 1993. – № 1.
3. Бышевский А. И., Терсенов О. А. Биохимия для врача. – Изд. «Уральский рабочий», 1994. – 384 с.: ил.
4. Бычков С. М., Кузьмина С. А. // Бюллетень экспер. биологии и медицины. – 1996. – № 2. – С. 124-127.
5. Воргова Л. В., Захаров Ю. М. // Физиологический журнал СССР им. И. М. Сеченова. – 1989. – Т. 75. – № 6.
6. Воротынская С. Л., Витовская Г. А., Гиршович М. З., Фролова Н. Ю., Ивин Б. А. // Химико-фармацевтический журнал. – 1995. – № 4. – 41-43 с.
7. Домарацкая Е. И., Прянишникова О. Д., Хрущов Н. Г. // Онтогенез. – 1996. – Т. 21. – № 1. – С. 81-88.
8. Донцов В. И., Сычев И. А., Колосова Т. Ю. // Социально-гигиенический мониторинг здоровья населения: Материалы межрегион. науч.-практ. конф., / Под ред. В. Г. Макаровой, В. А. Кирюшина. – Рязань, 2000. – С. 204-207.
9. Енгальчева Е. И., Рожкова В. Н., Ладыгина Е. Я. // Фармация. – 1982. – № 2. – С. 37-39.
10. Захаров Ю. М. // Физиологический журнал им. И. М. Сеченова. – 1991. – Т. 77. – № 12. – С. 91-101.

11. Конопля Е. Н., Прокопенко Л. Г., Конопля Н. А., Сухомлинов Ю. А. // Фармацевтическая наука в решении вопросов лекарственного обеспечения: Сб. ст. – М., 1998. – С. 266-270.
12. Константинова Н. А. и др. // Антибиотики и химиотерапия. – 1989. – Т. 34. – № 10. – С. 755-760.
13. Коссиор Л. А., Караваева А. В., Ананьева Е. П. // Четвертый Международный съезд «Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения», Великий Новгород, 29 июня - 1 июля 2000 г.: Материалы съезда. – СПб., 2000. – 168-172 г.
14. Кузнецова Т. А., Беседнова Н. Н., Мамаев А. Н. и др. // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины: – М.: РАМН, 2003. – Т. 136. – № 11. – С. 532-534.
15. Максимова О. В., Максимов М. Ф., Конопля Е. Н. // Человек и его здоровье: (Сб. науч. работ). – Курск, 2000. – Вып. 3. С. 208-209.
16. Мансимова О. В., Конопля Е. Н., Сухомлинов Ю. А. // Человек и его здоровье: Сб. науч. работ. – Курск, 1998. – 120-121 с.
17. Маркизов П. В. // Тибетская медицина: Состояние и перспективы исслед.: (Сб. науч. работ). – Улан-Удэ, 1994. – С. 150-154.
18. Потиевский Э. Г. // Мор. медицинский журнал. – 1999. – № 2. – С. 45-46.
19. Сергеев А. В., Ревадова Е. С., Денисова С. И., Калацкая О. В., Рытенко А. Н., Чистякова Л. П. // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 1985. – Т. 100. – № 12. – С. 741-743.
20. Сычев И. А., Подколзин А. А., Донцов В. И., Кобелева Г. Ю., Харченко О. Н. // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 1996. – № 6. – С. 661-663.
21. Сычев И. А. // Российский медико-биологический вестник им. акад. И. П. Павлова. – Рязань; М.: НПЦ «Информационные технологии», 2004. – № 3-4. – С. 24-29.
22. Сычев И. А., Смирнов В. М. // Вестник Российского государственного медицинского университета. – 2004. – № 6(37). – С. 85-95.
23. Сычев И. А., Порядин Г. В., Смирнов В. М. // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2006. – № 5. – С. 530-533.
24. Утешев Б. С., Афанасьев В. А., Ласкова И. Л. // Экспериментальная и клиническая фармакология. – 1999. – Т. 62. – № 6. – С. 52-55.
25. Чекулаева Г. Ю. Сборник // Актуальные вопросы общей патологии / Ряз. гос. мед. ун-т им. И. П. Павлова, – Рязань: РязГМУ, 2002. – Т. 1. – С. 53-55.

BIOLOGICAL ACTIVITY OF THE VEGETABLE POLYSACCHARIDES

I.A. Sytchev, O.V. Kalinkina., E.A. Lacksaeva

The polysaccharides of plants have the following influence: on the antiinflammatory, antioxidation, and anticancer activity, These molecules stimulate the processes of the hemopoiesis activate the functions of the immune system both by infusion body healthy animals and animals whis with different sorts of pathology.

Key words: plant polysaccharides hematopoiesis, anemia, radiation, inflammation, wound healing, bone marrow, spleen, thymus, phagocytosis.

Сычев Игорь Анатольевич – доктор биологических наук, заведующий кафедрой общей химии ГОУ
ВПО Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова Росздрава;
root@ryazgmu.ryazan.ru