

ВЛИЯНИЕ КОРМЛЕНИЯ КРАХМАЛОМ СОВМЕСТНО С ПОДСОЛНЕЧНЫМ МАСЛОМ И ГИДРОЛИЗАТАМИ ПОДСОЛНЕЧНОГО МАСЛА НА ИЗМЕНЕНИЕ ГЛЮКОЗЫ И ТРИГЛИЦЕРИДОВ В КРОВИ

Д. С. Касимова, В. А. Алейник, С. М. Бабич, Ш. Х. Хамракулов

Андижанский государственный медицинский институт, Андижан, Узбекистан

Ключевые слова: крахмал, подсолнечное масло, взаимодействие, переваривание, всасывание, кормление, крысы, глюкоза, триглицериды.

Tayanch soʻzlar: kraxmal, kungaboqar yogʻi, oʻzaro taʻsir, hazm boʻlish, soʻrilish, oziqlantirish, kalamushlar, glyukoza, triglitseridlar.

Key words: starch, sunflower oil, interaction, digestion, absorption, feeding, rats, glucose, triglycerides.

В работе изучались *in vitro* влияние кормления крыс крахмалом совместно с подсолнечным маслом и гидролизатами подсолнечного масла на изменение глюкозы и триглицеридов в крови. В результате исследования установлено, что кормление крыс крахмалом совместно с подсолнечным маслом способствует более низким показателям в крови глюкозы по сравнению с аналогичными результатами кормления крыс только крахмалом и триглицеридов только подсолнечным маслом. Вместе с тем кормление крыс крахмалом совместно с гидролизатом подсолнечного масла оказывает влияние более выраженному снижению глюкозы, которое было меньше показателей кормления только крахмалом, и крахмалом совместно с подсолнечным маслом. Также выраженному снижению триглицеридов, меньше показателей кормления только подсолнечным маслом, и крахмалом совместно с подсолнечным маслом. Данные изменения могут быть связаны с образованием крахмально-жировых, а также крахмально-жирно кислотных комплексов, препятствующих гидролизу крахмала слюнной амилазой, а также подсолнечного масла и гидролизатов подсолнечного масла поджелудочным соком.

KRAXMALNI KUNGABOQAR YOGʻI VA KUNGABOQAR YOGʻI GIDROLIZATLARI BILAN BIRGALIKDA BERISHNING QONDAGI GLYUKOZA VA TRIGLITSERIDLAR OʻZGARISHIGA TAʻSIRI

D. S. Kasimova, V. A. Aleynik, S. M. Babich, Sh. H. Hamraqulov

Andijon davlat tibbiyot instituti, Andijon, Oʻzbekiston

Tadqiqotda kalamushlarni kraxmal, kungaboqar yogʻi va kungaboqar yogʻi gidrolizatlari bilan oziqlantirishning *in vitro* sharoitida qonda glyukoza va triglitseridlar oʻzgarishiga taʻsiri oʻrganildi. Tadqiqot natijalariga koʻra, kalamushlarni kraxmal va kungaboqar yogʻi bilan oziqlantirish faqat kraxmal bilan oziqlantirishga nisbatan qondagi glyukoza darajasining past boʻlishiga, faqat kungaboqar yogʻi bilan oziqlantirishga nisbatan esa triglitseridlar darajasining past boʻlishiga yordam bergan. Shuningdek, kalamushlarni kraxmal va kungaboqar yogʻi gidrolizatlari bilan oziqlantirish glyukoza miqdorining faqat kraxmal, kraxmal va kungaboqar yogʻi bilan oziqlantirishga nisbatan sezilarli darajada kamayishiga olib kelgan. Triglitseridlar darajasida ham faqat kungaboqar yogʻi va kraxmal bilan oziqlantirishga nisbatan sezilarli pasayish kuzatilgan. Ushbu oʻzgarishlar kraxmal-yogʻli, shuningdek, kraxmal-yogʻli kislot komplekslarining hosil boʻlishi bilan bogʻliq boʻlishi mumkin, bu kraxmalning soʻlak amilazasi va kungaboqar yogʻi hamda uning gidrolizatlarning oshqozon osti bezi shirasi bilan gidrolizlanishiga toʻsquinlik qiladi.

THE EFFECT OF FEEDING SUNFLOWER OIL STARCH AND SUNFLOWER OIL HYDROLYSATES TO RATS ON CHANGES IN BLOOD GLUCOSE AND TRIGLYCERIDES

D. S. Kasimova, V. A. Aleynik, S. M. Babich, Sh. Kh. Khamrakulov

Andijan state medical institute, Andijan, Uzbekistan

The work studied *in vitro* the effect of feeding rats with starch together with sunflower oil and sunflower oil hydrolysates on changes in glucose and triglycerides in the blood. The study found that feeding rats with starch together with sunflower oil contributed to lower blood glucose levels compared to similar results of feeding rats only with starch and triglycerides only with sunflower oil. At the same time, feeding rats with starch together with sunflower oil hydrolysate has an effect of a more pronounced decrease in glucose, which was less than the indicators of feeding only starch, and starch together with sunflower oil. Also, a pronounced decrease in triglycerides, less than the indicators of feeding only sunflower oil, and starch together with sunflower oil is observed. These changes can be associated with the formation of starch-fat, as well as starch-fatty acid complexes that prevent the hydrolysis of starch by salivary amylase, as well as sunflower oil and sunflower oil hydrolysates by pancreatic juice.

Актуальность проблемы. Качественные характеристики многих продуктов питания являются результатом специфической склеивания, желатинизации и ретроградации крахмала, на которые могут сильно влиять добавки [3]. Липиды или эмульгаторы обычно используются в рецептурах многих продуктов питания для улучшения обработки и качества конечных пищевых продуктов. Крахмал, особенно его линейная амилозная фракция, может взаимодействовать с эндогенными или добавленными липидами с образованием комплексов.

сов с одной спиралью, которые хорошо охарактеризованы на разных молекулярных уровнях [5, 9, 10]. Во время обработки крахмалистых пищевых продуктов образование амилозо-липидного комплекса может снижать растворимость крахмала в воде, изменять реологические свойства паст, уменьшать способность к набуханию, повышать температуру желатинизации и уменьшать ретроградацию и жесткость геля [3, 8]. С точки зрения питания, липиды в крахмалистых пищевых системах влияют на биодоступность крахмала в переработанных пищевых продуктах. С одной стороны, присутствие липидов замедляет ретроградацию крахмала, тем самым подавляя образование резистентного крахмала. С другой стороны, образование амилозо-липидного комплекса может влиять на его ферментативное воздействие [2].

Основная фракция крахмала – амилопектин также может взаимодействовать с некоторыми подходящими лигандами, хотя механизм взаимодействия до сих пор остается неясным. Ограниченные экспериментальные данные показали, что амилопектин может взаимодействовать с ароматическими соединениями, поверхностно-активными веществами, эмульгаторами, лактоном и липидами [1, 4, 6]. Считается, что комплексообразующая способность амилопектина намного слабее, чем у амилозы, поскольку многочисленные короткие ветви препятствуют или мешают необходимой спиральной конформации основы [7].

Цель исследования: изучить влияние кормления крыс крахмалом совместно с подсолнечным маслом и гидролизатами подсолнечного масла на изменение глюкозы и триглицеридов в крови.

Материал и методы. В работе изучалось *in vitro* на 72 крысах результаты исследования влияния взаимодействия крахмала с подсолнечным маслом и гидролизатами подсолнечного масла на изменение всасывания их в кровь. С этой целью проводили биохимические исследования по определению концентрации глюкозы, а также триглицеридов в крови. У крыс (72), определяли концентрацию глюкозы и триглицеридов в крови, эти показатели сравнивали до кормления (6 крыс), а также после кормления через 1 час (6 крыс) и 3 часа (6 крыс). В 1 группе (18 крыс) для кормления использовали крахмал, во 2 группе (18 крыс) для кормления использовали подсолнечное масло, в 3 группе (18 крыс) смесь крахмала с подсолнечным маслом 1:1 и в 3 группе (18 крыс) крахмал и предварительно подсолнечное масло, гидролизованное вытяжкой гомогената поджелудочной железы.

Полученные данные подвергались статистической обработке с использованием стандартных программ Microsoft Excel 2007 с вычислением средних величин (M), их ошибок (m), а также коэффициента достоверности разности средних величин Стьюдента-Фишера (t).

Результаты. В результате проведенных исследований на крысах было обнаружено, что у крыс, накормленных смесью крахмала и подсолнечного масла 1:1, через 1 час после кормления показатель концентрации глюкозы в крови составлял $161 \pm 14,5\%$, что было достоверно выше результатов крыс без кормления. При этом у крыс через 3 часа после кормления данный результат был равен $127 \pm 11,2\%$, что было не достоверно выше показателей до кормления. В тоже время, у крыс накормленных смесью крахмала и подсолнечным маслом предварительно гидролизованным поджелудочным соком, через 1 час после кормления величина концентрации глюкозы в крови находилась на уровне $139 \pm 11,8\%$, что было также достоверно больше значений крыс без кормления. Помимо этого, у данных крыс уровень концентрации глюкозы был не достоверно меньше, чем подобный результат у крыс, накормленных крахмалом совместно с подсолнечным маслом, а также не достоверно ниже подобных показателей крыс, накормленных крахмалом. Наряду с этим у крыс через 3 часа после кормления смесью крахмала и подсолнечным маслом предварительно гидролизованным поджелудочным соком показатель концентрации глюкозы составлял $133 \pm 11,7\%$, что было достоверно выше показателей до кормления и не достоверно выше результатов крыс, накормленных только крахмалом, а также крахмалом совместно с подсолнечным маслом (рис. 1).

В проведенных исследования на крысах также было установлено, что у животных, накормленных подсолнечным маслом через 1 час после кормления, величина концентрации триглицеридов в крови по отношению к значениям до кормления составлял $152 \pm 13,6\%$, что было достоверно выше результатов крыс до кормления. Тем временем у крыс через 3 часа

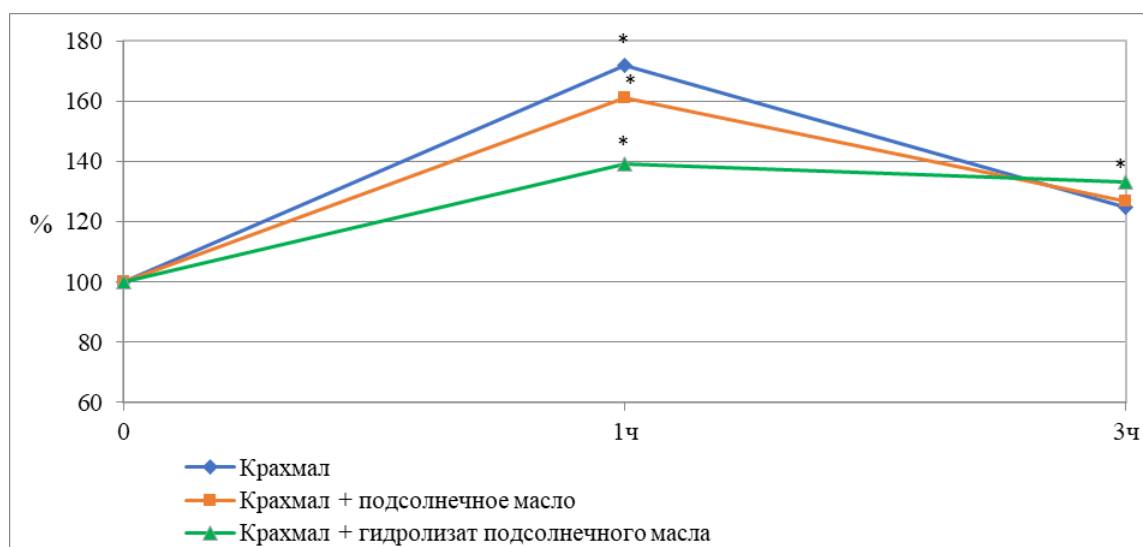


Рис. 1. Изменение всасывания глюкозы у крыс до и через 1 и 3 часа после кормления крахмалом, крахмалом совместно с подсолнечным маслом и крахмалом совместно с гидролизатом подсолнечного масла гидролизированным поджелудочным соком.

* - достоверно отличающиеся величины по отношению к показателям до кормления.

после кормления подсолнечным маслом данный показатель находился на уровне $133 \pm 11,8\%$, что находилось достоверно выше значений до кормления. Вместе с тем у животных, накормленных крахмалом совместно с подсолнечным маслом в соотношении 1:1, через 1 час после кормления величина концентрации триглицеридов в крови по отношению к показателям до кормления составлял $139 \pm 12,4\%$, что было достоверно выше результатов крыс до кормления. В тоже время у крыс через 3 часа после кормления крахмалом совместно с подсолнечным маслом исследованный показатель составлял $126 \pm 10,3\%$, это находилось достоверно больше результатов до кормления. Кроме того, у крыс, накормленных смесью крахмала и подсолнечного масла, предварительно гидролизованного вытяжкой гомогената поджелудочной железы, через 1 час после кормления показатель концентрации триглицеридов в крови был не достоверно больше, чем до кормления и составлял $124 \pm 10,1\%$. При этом у крыс через 3 часа после кормления крахмалом и подсолнечным маслом, предварительно гидролизированным вытяжкой гомогената поджелудочной железы данный показатель, равнялся $119 \pm 9,5\%$ (рис. 2).

Обсуждение результатов. Полученные результаты исследования показали, что при

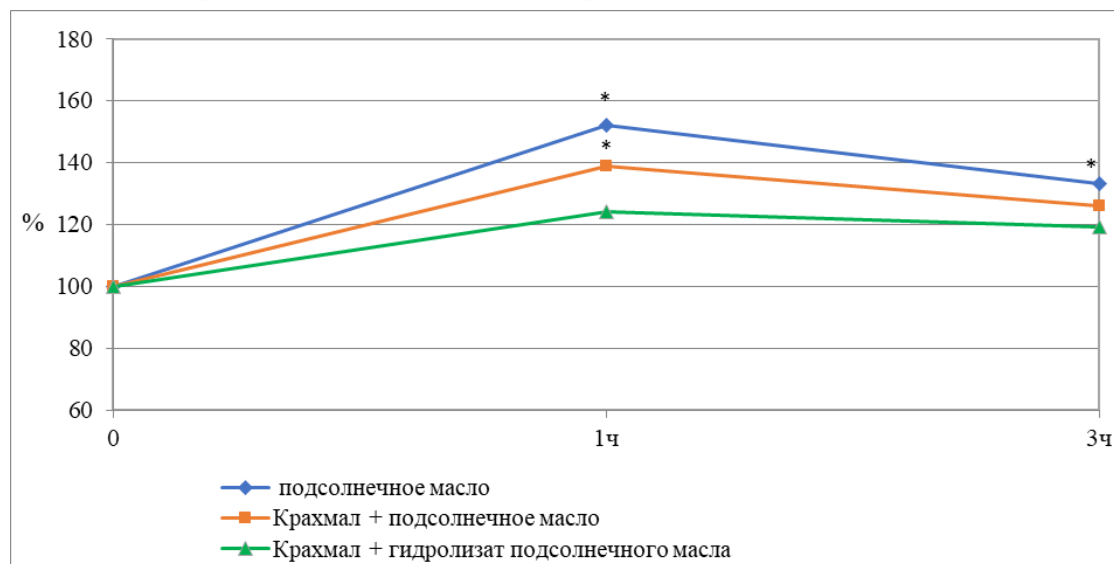


Рис. 2. Изменение всасывания триглицеридов у крыс до и через 1 и 3 часа после кормления подсолнечным маслом, крахмалом совместно с подсолнечным маслом и крахмалом совместно с гидролизатом подсолнечного масла гидролизированным поджелудочным соком.

* - достоверно отличающиеся величины по отношению к показателям до кормления.

кормлении крыс только крахмалом через 1 час отмечалось достоверное увеличение в крови показателей глюкозы по отношению к результатам данного показателя до кормления. Далее через 3 часа наблюдалось существенное снижение глюкозы до значения, которое было не достоверно ниже уровня, которое было через 1 час и не достоверно выше результатов до кормления. В тоже время, при кормлении крыс смесью крахмала с подсолнечным маслом значения глюкозы спустя 1 час также достоверно повышался по сравнению со значениями данного результата до кормления. При этом размер показателя глюкозы находился не значительно меньше подобного результата при кормлении только крахмалом. Наряду с этим спустя 3 часа отмечалось снижение величины глюкозы, которая была не достоверно ниже значений через 1 час после кормления, а также не достоверно выше результатов до кормления. Помимо этого, при кормлении крыс смесью крахмала с гидролизатом подсолнечного масла также отмечалось достоверное увеличение глюкозы к концу 1 часа, но величина этого показателя находилась значительно и достоверно ниже значений глюкозы при кормлении крыс с крахмалом и подсолнечным маслом и еще меньше результатов кормления крыс только крахмалом. После 3 часа отмечалось снижение величины глюкозы, которая была не существенно ниже значений через 1 час после кормления, а также достоверно выше результатов до кормления.

Представленные данные также обнаружили, что при кормлении крыс только подсолнечным маслом спустя 1 час наблюдалось достоверное повышение в крови величины триглицеридов сравнительно с величиной этого показателя до кормления. После чего, через 3 часа наблюдалось понижение величины триглицеридов до уровня, который находился не достоверно меньше величины, к концу 1 часа и достоверно результатов до кормления. Помимо этого, при кормлении крыс смесью крахмала с подсолнечным маслом величина триглицеридов спустя 1 час также достоверно повышалась по отношению с степенью этого показателя до кормления. Вместе с тем размер показателя триглицеридов находился не достоверно меньше аналогичного результата при кормлении только подсолнечным маслом. В тоже время через 3 часа отмечалось уменьшение уровня триглицеридов, который находился не достоверно ниже значений спустя 1 час после кормления, а также не достоверно больше результатов до кормления. Наряду с этим, при кормлении крыс смесью крахмала с гидролизатом подсолнечного масла наблюдалось не достоверное увеличение триглицеридов после 1 часа и величина данного показателя находилась ниже величины триглицеридов при кормлении крыс с крахмалом и подсолнечным маслом, а также существенно меньше показателей кормления крыс только подсолнечным маслом. В тоже время поле 3 часов наблюдалось уменьшение размера триглицеридов, которое находилось не достоверно меньше результатов через 1 час после кормления, а также не достоверно значительнее показателей до кормления.

Таким образом, кормление крыс крахмалом совместно с подсолнечным маслом содействовало более низким показателям глюкозы в крови по сравнению с аналогичными результатами кормления крыс только крахмалом. В тоже время кормление крыс крахмалом совместно с гидролизатом подсолнечного масла имелось более выраженное снижение глюкозы, которое находилось меньше показателей кормления только крахмалом, а также крахмалом совместно с подсолнечным маслом. Подобная направленность изменений отмечалась при всасывании триглицеридов, так при кормлении крыс крахмалом совместно с подсолнечным маслом оказывало содействие более низким показателям триглицеридов в крови по сравнению с подобными значениями кормления крыс только подсолнечного масла. Тем временем, кормление крыс крахмалом совместно с гидролизатом подсолнечного масла отмечалось более выраженное снижение триглицеридов, и было ниже результатов кормления только подсолнечного масла, а также крахмалом совместно с подсолнечным маслом. данные модификации могут быть связаны с образованием крахмально-жировых, а также крахмально-жирно кислотных комплексов, препятствующих гидролизу крахмала слюнной амилазой и подсолнечного масла и гидролизатов подсолнечного масла поджелудочным соком.

Выводы: Кормление крыс крахмалом совместно с подсолнечным маслом способствует более низким показателям в крови глюкозы по сравнению с аналогичными результатами кормления крыс только крахмалом и триглицеридов только подсолнечным маслом. Вместе с тем кормление крыс крахмалом совместно с гидролизатом подсолнечного масла оказыва-

ет влияние более выраженному снижению глюкозы, которое было меньше показателей кормления только крахмалом, и крахмалом совместно с подсолнечным маслом. Также выраженному снижению триглицеридов, меньше показателей кормления только подсолнечным маслом, и крахмалом совместно с подсолнечным маслом. Данные изменения могут быть связаны с образованием крахмально-жировых, а также крахмально-жирно кислотных комплексов, препятствующих гидролизу крахмала слюнной амилазой, а также подсолнечного масла и гидролизатов подсолнечного масла поджелудочным соком.

Использованная литература:

1. Arvisenet G., Voilley A., Cayot N. Retention of aroma compounds in starch matrices: competitions between aroma compounds toward amylose and amylopectin //Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2002. – Т. 50. – №. 25. – С. 7345-7349.
2. Blazek J., Gilbert E. P., Copeland L. Effects of monoglycerides on pasting properties of wheat starch after repeated heating and cooling //Journal of Cereal Science. – 2011. – Т. 54. – №. 1. – С. 151-159.
3. Copeland, L., Blazek, J., Salman, H., & Tang, M. C. Form and functionality of starch //Food hydrocolloids. – 2009. – Т. 23. – №. 6. – С. 1527-1534.
4. Eliasson A. C. Interactions between starch and lipids studied by DSC //Thermochimica Acta. – 1994. – Т. 246. – №. 2. – С. 343-356.
5. Goderis, J., De Leenheer, E., Smets, K., Van Hoecke, H., Keymeulen, A., & Dhooge, I. Hearing loss and congenital CMV infection: a systematic review //Pediatrics. – 2014. – Т. 134. – №. 5. – С. 972-982.
6. Heinemann C., Escher F., Conde-Petit B. Structural features of starch–lactone inclusion complexes in aqueous potato starch dispersions: the role of amylose and amylopectin //Carbohydrate polymers. – 2003. – Т. 51. – №. 2. – С. 159-168.
7. Li M., Pernell C., Ferruzzi M. G. Complexation with phenolic acids affect rheological properties and digestibility of potato starch and maize amylopectin //Food Hydrocolloids. – 2018. – Т. 77. – С. 843-852.
8. Wang S., Wang J., Yu J. Effect of fatty acids on functional properties of normal wheat and waxy wheat starches: A structural basis //Food Chemistry. – 2015. – Т. 190. – С. 285-292
9. Zabar, S., Lesmes, U., Katz, I., Shimoni, E., & Bianco-Peled, H. Studying different dimensions of amylose–long chain fatty acid complexes: Molecular, nano and micro level characteristics //Food Hydrocolloids. – 2009. – Т. 23. – №. 7. – С. 1918-1925.
10. Zhang, B., Huang, Q., Luo, F. X., & Fu, X. Structural characterizations and digestibility of debranched high-amylose maize starch complexed with lauric acid //Food Hydrocolloids. – 2012. – Т. 28. – №. 1. – С. 174-181.