

ИЗМЕНЕНИЕ ПЕРЕВАРИВАЕМОСТИ КАЗЕИНА ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ МЕЖДУ КРАХМАЛОМ И КАЗЕИНОМ В СОСТАВЕ КРАХМАЛЬНО-КАЗЕИНОВЫХ СУБСТРАТОВ



Касимова Диёра Собиржоновна, Алейник Владимир Алексеевич, Бабич Светлана Михайловна, Хамракулов Шариф Хошимович

Андижанский государственный медицинский институт, Республика Узбекистан, г. Андижан

КРАХМАЛ-КАЗЕИН СУБСТРАТЛАРИ ТАРКИБИДАГИ КРАХМАЛ ВА КАЗЕИН ЎРТАСИДАГИ ЎЗARO ТАЪСИРИДА КАЗЕИН ХАЗМ БЎЛИШИНING ЎЗГАРИШИ

Касимова Диёра Собиржоновна, Алейник Владимир Алексеевич, Бабич Светлана Михайловна, Хамракулов Шариф Хошимович

Андижон давлат тиббиёт институти, Ўзбекистон Республикаси, Андижон ш.

CHANGES IN THE DIGESTIBILITY OF CASEIN DURING THE INTERACTION BETWEEN STARCH AND CASEIN IN THE COMPOSITION OF STARCH-CASEIN SUBSTRATES

Kasimova Diyora Sobirjonovna, Aleinik Vladimir Alexeevich, Babich Svetlana Mikhailovna, Khamrakulov Sharif Khoshimovich

Andijan State Medical Institute, Republic of Uzbekistan, Andijan

e-mail: diyoraqosimova88@gmail.com

Резюме. Тадқиқот кўнгиллиларда нахорги меъда шираси олиниб текишилди. Крахмал ва казеиннинг гидролизига таъсири, казеин ўз ичига олган субстратларнинг меъда шираси таъсирида, шунингдек крахмалнинг казеин билан биргаликда турли нисбатларда ва меъда ширасининг турли таъсир муддатларида *in vitro* усулида ўрганилди. Тадқиқот натижасида оз миқдордаги крахмалнинг мавжудлиги меъда шираси томонидан казеин гидролизининг ўзгаришига сезиларли таъсир кўрсатмаслиги аниқланди. Крахмал миқдорининг кўпайиши билан меъда шираси таъсирида казеин гидролизининг сезиларли пасайиши кузатилди ва крахмалнинг юқори миқдори билан меъда шираси таъсирида казеин гидролизининг сезиларли пасайиши кузатилди. Ўтказилган тадқиқотларда крахмал ва казеин аралашмасида меъда ширасининг таъсир қилиши давомийлигининг боғлиқлиги уларнинг нисбати ўзгаришига боғлиқ ва вақт ўтиши билан крахмал миқдорининг кўпайишига нисбати ўзгариши ошқозон шарбати таъсирида казеиннинг ҳазм бўлишининг пасайишига ёрдам беради.

Калим сўзлар: меъда шираси, крахмал, казеин, ўзаро таъсир, гидролиз, овқат ҳазм қилиши.

Abstract. In the work, gastric juice obtained by sounding the stomach in volunteers on an empty stomach was studied. The influence of the interaction of starch and casein on hydrolysis under the influence of gastric juice of substrates containing casein, as well as starch together with casein in various ratios and different durations of action of gastric juice, was studied *in vitro*. As a result of the study, it was found that the presence of a small amount of starch does not significantly affect the change in the hydrolysis of casein by gastric juice. With an increase in the amount of starch, a more pronounced decrease in the hydrolysis of casein under the influence of gastric juice is noted, and with a high amount of starch, a significant decrease in the hydrolysis of casein under the influence of gastric juice is noted. In the conducted studies, the dependence of the duration of the influence of gastric juice in a mixture of starch and casein depends on the change in their ratio, and the change in time of the ratio towards an increase in the starch content helps to reduce the digestibility of casein under the influence of gastric juice.

Key words: gastric juice, starch, casein, interaction, hydrolysis, digestion.

Актуальность. Пищевые продукты представляют собой сложные системы, включающие несколько уровней структуры и взаимодействий, что затрудняет прогнозирование переваривания отдельных питательных веществ. Совсем недавно, [8] предположили, что тройное взаимодействие основных макроэлементов, крахмала, белка и липидов, могут иметь решающее значение в поддержании гликемического ответа от крахмалистых продуктов питания. Чтобы решить эти вопросы, представляли интерес исследования о

взаимодействии между всеми тремя макронутриентами и их влиянии на чувствительность к ферментам путем ингибирования специфических ферментов в смешанных ферментных систем с сохранением пищевой матрицы. Крахмал и пища всегда являются многокомпонентными системами, поэтому взаимодействие между компонентами иногда важнее, чем физические и химические свойства отдельных компонентов; следовательно, необходимо их понять [5]. Включение белково-полисахаридных комплексов в различные типы

пищевых матриц, как ожидается, окажет сильное влияние на их усвояемость, и, таким образом, это следует изучить в будущем, что может быть полезным для модуляции гормональных реакций и аппетита [4].

Материал и методы. В работе был исследован желудочный сок полученный методом зондирования желудка у добровольцев натошак. Изучалось *in vitro* влияние взаимодействия крахмала и казеина на гидролиз под влиянием желудочного сока субстратов содержащих казеина, а также крахмал совместно с казеином в различном соотношении 5:1, 1:1, 1:5. Спектрофотометрическим методом при длине волны 280 нм исследовалось содержание остаточного казеина под влиянием желудочного сока, также содержание остаточного казеина в присутствии крахмала под влиянием желудочного сока, которое выражалось в процентах по отношению содержания казеина без влияния желудочного сока. Кроме того исследовались изменения перевариваемости казеина по динамике продолжительности времени воздействия желудочного сока в течении 1 часа в присутствии и отсутствии крахмала.

Результаты. Из полученных результатов, где изучалось влияние взаимодействия крахмала и казеина на показатель гидролиз казеина под воздействием желудочного сока (Рис. 1), было выявлено, что с применением субстрата, содержащего только казеин, показатель остаточного казеина составлял $64 \pm 5,8\%$. Это было достоверно ниже по сравнению с аналогичными результатами казеина без воздействия желудочного сока. При этом под влиянием желудочного сока на субстрат, содержащий крахмал совместно с казеином в соотношении 5:1, результат остаточного казеина был равен $88 \pm 8,3\%$ по отношению к таковому показателю казеина без воздействия желудочного сока. Это было достоверно выше подобного результата применения в качестве субстрата казеина под влиянием желудочного сока. В тоже время при воздействии желудочного сока на субстрат, содержащий крахмал совместно с казеином в соотношении 1:1, результат остаточного казеина составлял $73 \pm 6,8\%$ по отношению к подобному результату казеина без влияния желудочного сока. Этот показатель был не достоверно выше подобного результата применения в качестве субстрата казеина под воздействием желудочного сока. Тем не менее, под влиянием желудочного сока на субстрат, содержащий крахмал совместно с казеином в соотношении 1:5, показатель остаточного казеина составлял $65 \pm 6,1\%$ по отношению к аналогичному показателю казеина без воздействия желудочного сока. Эти изменения были не существенно выше подобного результата применения в качестве субстрата казеина под воздействием желудочного сока (рис. 1). Из полученных

данных исследования изменения гидролиза казеина по динамике длительности времени воздействия желудочного сока на казеин было выявлено (рис. 2), что наблюдается постепенное достоверное снижение содержания остаточного не переваренного казеина под воздействием желудочного сока по сравнению с аналогичным результатом применения казеина без влияния желудочного сока. В тоже время снижение содержания казеина под воздействием желудочного сока, к концу часа достигало величины $33 \pm 2,8\%$. При этом изменения перевариваемости казеина по динамике продолжительности действия желудочного сока на казеин в присутствии крахмала, наблюдалось также постепенное достоверное снижение содержания остаточного не переваренного казеина, под воздействием желудочного сока по сравнению с таким же показателем использования казеина без воздействия желудочного сока в течение первых 30 минут до величины $37 \pm 3,5\%$. Далее наблюдалось постепенное увеличение содержания не гидролизованного казеина к концу часа до показателя $67 \pm 6,4\%$, и этот результат повышения, не переваренного казеина, был достоверно выше подобного результата применения казеина под влиянием желудочного сока (рис. 2).

Обсуждение результатов. Из проведенных исследований было установлено, что с применением в качестве субстрата содержащего только казеин, под воздействием желудочного сока наблюдалось достоверное снижение показателя содержания казеина, по отношению к результату применения казеина без воздействия желудочного сока. При этом, с использованием в качестве субстрата крахмала совместно с казеином в соотношении 5:1, под влиянием желудочного сока наблюдалось значительное увеличение казеина по сравнению с результатом применения казеина под влиянием желудочного сока. Эти изменения демонстрируют, что присутствие большого количества крахмала влияет существенно на изменение в сторону снижения гидролиза казеина. В тоже время с использованием в качестве субстрата крахмала совместно с казеином в соотношении 1:1 под влиянием желудочного сока наблюдалось не достоверное увеличение казеина по сравнению с результатом применения казеина под влиянием желудочного сока. Эти результаты показывают, что со снижением количества крахмала наблюдается увеличение гидролиза казеина под влиянием желудочного сока. Тем не менее, с использованием в качестве субстрата крахмала совместно с казеином в соотношении 1:5 под воздействием желудочного сока наблюдалось не существенное увеличение казеина по отношению к результату применения казеина под воздействием желудочного сока.

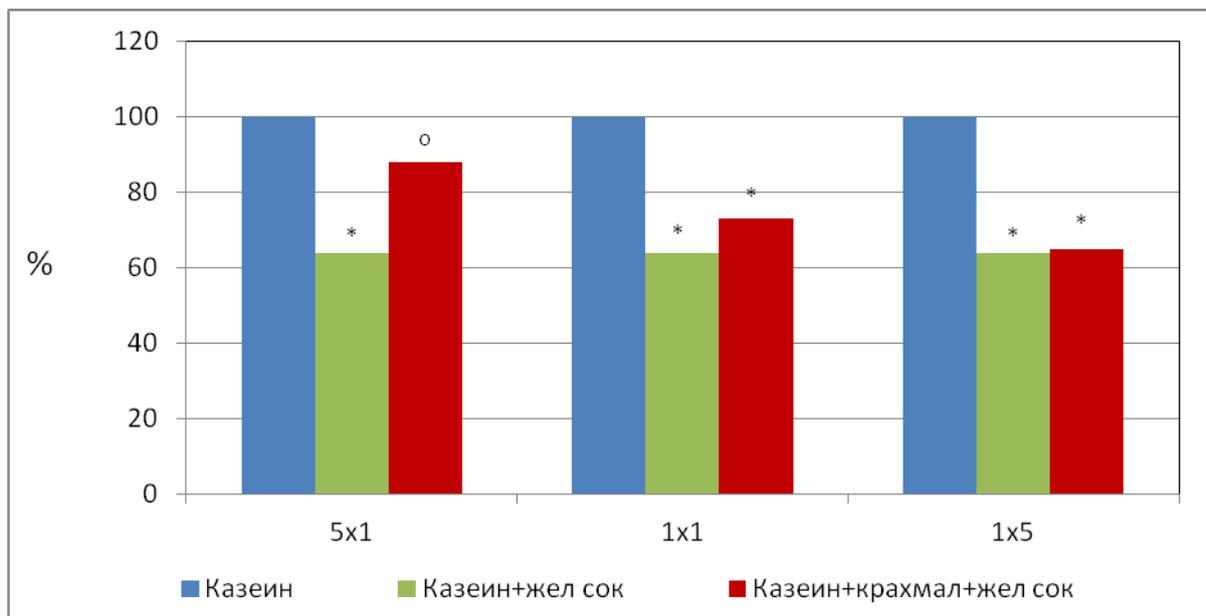


Рис. 1. Исследование изменения содержания казеина под влиянием желудочного сока при использовании в качестве субстрата казеина, и смеси крахмала и казеина в соотношении 5:1, 1:1, 1:5. * - достоверно отличающиеся величины изменения содержания казеина по отношению аналогичному показателю использования в качестве субстрата только казеина без влияния желудочного сока. ^o - достоверно отличающиеся величины изменения содержания казеина по отношению к аналогичному показателю использования в качестве субстрата казеина под влиянием желудочного сока

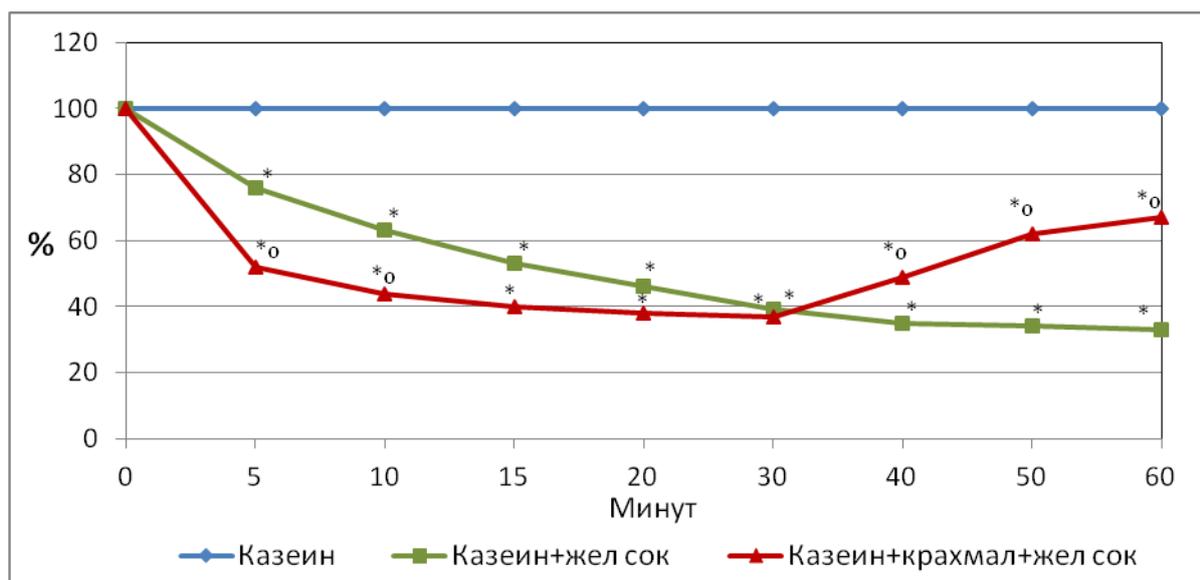


Рис. 2. Исследование изменения содержания казеина под влиянием желудочного сока при использовании в качестве субстрата казеина, и смеси крахмала и казеина в зависимости от продолжительности времени воздействия желудочного сока на казеин. * - достоверно отличающиеся величины изменения содержания казеина по отношению к аналогичному показателю использования в качестве субстрата только казеина без влияния желудочного сока. ^o - достоверно отличающиеся величины изменения содержания казеина по отношению к аналогичному показателю использования в качестве субстрата казеина под влиянием желудочного сока

Данные результаты демонстрируют, что при высоком количестве казеина в составе крахмально-казеинового субстрата вызывает значительное увеличение гидролиза казеина под влиянием желудочного сока. По результатам исследования изменения содержания казеина под влиянием желудочного сока при использовании в качестве субстрата казеина, и смеси крахмала и казеина в

зависимости от продолжительности времени воздействия желудочного сока на казеин было установлено. Что с применением в качестве субстрата казеина под влиянием желудочного сока происходит постепенное достоверное снижение содержания остаточного не переваренного казеина по сравнению с таким же показателем использования казеина без воздействия желудочного сока. В тоже

время с применением в качестве субстрата крахмала совместно с казеином отмечалось также постепенное достоверное снижение содержания остаточного не переваренного казеина под влиянием желудочного сока по сравнению с таким же показателем использования казеина без воздействия желудочного сока в течение первых 30 минут. После чего наблюдалось постепенное достоверное увеличение содержания, не переваренного казеина к концу одного часа влияния желудочного сока. Данные результаты показывают, что с увеличением продолжительности времени влияния желудочного сока на гидролиз казеина в присутствии крахмала отмечалось увеличение не перевариваемого казеина. При этом с увеличением времени действия желудочного сока и уменьшением казеина, когда содержание казеина достигало значительно меньшей величины, то происходит снижение перевариваемости казеина и во временной динамике постепенное увеличение содержания его в присутствии крахмала по отношению временной динамики изменения перевариваемости казеина под влиянием желудочного сока при отсутствии крахмала. Эти результаты показывают, что перевариваемость казеина желудочным соком в присутствии крахмала зависит от их соотношения и увеличение содержания крахмала способствует снижению перевариваемости казеина под влиянием желудочного сока.

Выводы: Полученные результаты показывают, что присутствие малого количества крахмала не влияет существенно на изменение гидролиза казеина желудочным соком. С увеличением же количества крахмала отмечается более выраженное снижение гидролиза казеина под влиянием желудочного сока, а при высоком количестве крахмала отмечается значительное снижение гидролиза казеина под влиянием желудочным соком. В проведенных исследованиях зависимости продолжительности влияния желудочного сока в смеси крахмала и казеина зависит от изменения их соотношения и изменение во времени соотношения в сторону увеличения содержания крахмала способствует снижению перевариваемости казеина под влиянием желудочного сока.

Литература:

1. Annor, G. A., Marcone, M., Bertoft, E., & Seetharaman, K. In vitro starch digestibility and expected glycemic index of kodo millet (*Paspalum scrobiculatum*) as affected by starch-protein-lipid interactions //Cereal Chemistry. – 2013. – Т. 90. – №. 3. – С. 211-217.
2. Bhattarai R. R., Dhital S., Gidley M. J. Interactions among macronutrients in wheat flour determine their enzymic susceptibility //Food Hydrocolloids. – 2016. – Т. 61. – С. 415-425.
3. Eliasson A. C., Tjerneld E. Adsorption of wheat proteins on wheat starch granules //Cereal chemistry. – 1990. – Т. 67. – №. 4. – С. 366-372.
4. Fontes-Candia, C., Jiménez-Barríos, P., Miralles, B., Recio, I., López-Rubio, A., & Martínez-Sanz, M. Development of polysaccharide-casein gel-like structures resistant to in vitro gastric digestion //Food Hydrocolloids. – 2022. – Т. 127. – С. 107505.
5. Ledezma C. C. Q. Starch interactions with native and added food components //Starch in food. – Woodhead Publishing, 2018. – С. 769-801.
6. Marze S. Bioaccessibility of nutrients and micronutrients from dispersed food systems: impact of the multiscale bulk and interfacial structures //Critical reviews in food science and nutrition. – 2013. – Т. 53. – №. 1. – С. 76-108.
7. Mouécoucou, J., Villaume, C., Sanchez, C., & Méjean, L. Effects of gum arabic, low methoxy pectin and xylan on in vitro digestibility of peanut protein //Food Research International. – 2004. – Т. 37. – №. 8. – С. 777-783.
8. Parada J., Santos J. L. Interactions between starch, lipids, and proteins in foods: Microstructure control for glycemic response modulation //Critical reviews in food science and nutrition. – 2016. – Т. 56. – №. 14. – С. 2362-2369.

ИЗМЕНЕНИЕ ПЕРЕВАРИВАЕМОСТИ КАЗЕИНА ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ МЕЖДУ КРАХМАЛОМ И КАЗЕИНОМ В СОСТАВЕ КРАХМАЛЬНО-КАЗЕИНОВЫХ СУБСТРАТОВ

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

Резюме. В работе был исследован желудочный сок полученный методом зондирования желудка у добровольцев натоцк. Изучалось *in vitro* влияние взаимодействия крахмала и казеина на гидролиз под влиянием желудочного сока субстратов содержащих казеина, а также крахмал совместно с казеином в различном соотношении и различной продолжительности действия желудочного сока. В результате исследования установлено, что присутствие малого количества крахмала не влияет существенно на изменение гидролиза казеина желудочным соком. С увеличением же количества крахмала отмечается более выраженное снижение гидролиза казеина под влиянием желудочного сока, а при высоком количестве крахмала отмечается значительное снижение гидролиза казеина под влиянием желудочным соком. В проведенных исследованиях зависимости продолжительности влияния желудочного сока в смеси крахмала и казеина зависит от изменения их соотношения и изменение во времени соотношения в сторону увеличения содержания крахмала способствует снижению перевариваемости казеина под влиянием желудочного сока.

Ключевые слова: желудочный сок, крахмал, казеин, взаимодействие, гидролиз, переваривание.