

УДК: 612.323: 612.822.2

**INFLUENCE OF FAT HYDROLYSATES ON CHANGES IN THE  
DIGESTABILITY OF STARCH IN THE COMPOSITION OF STARCH- FAT  
SUBSTRATES**

**Kasimova Diyora Sobirjonovna**

Assistant

**Vladimir Alekseevich Aleynik**

DSc, professor

**Babich Svetlana Mihaelovna**

DSc, docent

**Khamrakulov Sharifjon Khashimovich.**

Andijan State Medical Institute , Andijan , Uzbekistan

**ABSTRACT:** The work studied in vitro changes in starch digestibility when interacting with sunflower oil hydrolyzate as part of starch-fat substrates. As a result of the study, it was found that with increasing time of the joint presence and interaction of corn, rice or wheat starch with sunflower oil hydrolyzate, there is a significant decrease in digestibility under the influence of salivary amylase of starch and an increase in its content in the composition of starch substrates and sunflower oil hydrolyzates. In addition, using a substrate containing corn, rice or wheat starch together with sunflower oil hydrolyzate and increasing the interaction time between salivary amylase and sunflower oil hydrolyzate, there is no decrease in digestibility under the influence of salivary amylase of starch and an increase in its content in the composition of starch substrates and sunflower hydrolyzates oils. These changes are due to the fact that the interaction of salivary amylase with sunflower oil hydrolyzates are factors that prevent starch hydrolysis. They may be associated with the formation of complexes between starch and fatty acids, mono and diglycerides in the composition of sunflower oil hydrolyzates, and the inhibitory ability of salivary amylase with sunflower oil hydrolyzates is not noted.

**Key words:** starch, corn, rice, wheat, sunflower oil hydrolyzate, interaction, digestion.

**АННОТАЦИЯ:** В работе изучались in vitro изменение перевариваемости крахмала при взаимодействии с гидролизатом подсолнечного масла в составе крахмально-жировых субстратов. В результате исследования установлено, что с увеличением времени совместного присутствия и взаимодействия кукурузного, рисового или пшеничного крахмала с гидролизатом подсолнечного масла отмечается значительное снижение перевариваемости под влиянием слюнной амилазы крахмала и увеличение содержания его в составе субстратов крахмала и гидролизатов подсолнечного масла. Помимо этого, с использованием субстрата, содержащего кукурузный, рисовый или

пшеничный крахмал совместно с гидролизатом подсолнечного масла и увеличении времени взаимодействия слюнной амилазы и гидролизатом подсолнечного масла, не отмечается снижения перевариваемости под влиянием слюнной амилазы крахмала и увеличение содержание его в составе субстратов крахмала и гидролизатов подсолнечного масла. Эти изменения связаны с тем, что взаимодействие слюнной амилазы с гидролизатми подсолнечного масла являются факторами, препятствующими гидролизу крахмала. Могут быть связаны с образующимися комплексами между крахмалом и жирными кислотами, моно и диглицеридов в составе гидролизатов подсолнечного масла, а ингибирующей способностью слюнной амилазы с гидролизатми подсолнечного масла не отмечается.

**Ключевые слова:** крахмал, кукурузный, рисовый, пшеничный, гидролизат подсолнечного масла, взаимодействие, переваривание.

**Аннотация:** Ишда крахмал-ёғли субстратлар таркибида кунгабоқар ёғи гидролизати билан ўзаро таъсирлашишда крахмал ўзлаштирилишининг *in vitro* ўзгаришлари ўрганилди. Тадқиқот натижасида маккажўхори, шоли ёки буғдой крахмалининг кунгабоқар ёғи гидролизати билан биргаликдаги мавжудлиги ва ўзаро таъсири вақти ошганда, тупук амилазаси таъсирида крахмал ўзлаштирилиши сезиларли даражада пасаяди ва крахмал ва кунгабоқар ёғи гидролизатларининг субстратлари таркибида унинг микдори ошади.

Бундан ташқари, маккажўхори, шоли ёки буғдой крахмалини кунгабоқар ёғи гидролизати билан биргаликда ўз ичига олган субстратдан фойдаланиб, тупук амилазаси ва кунгабоқар ёғи гидролизати билан ўзаро таъсир вақтини оширишда, тупук амилазаси таъсирида крахмал ўзлаштирилишининг пасайиши ёки крахмал ва кунгабоқар ёғи гидролизатларининг субстратлари таркибида унинг микдорининг ошиши кузатилмади.

Бу ўзгаришлар тупук амилазасининг кунгабоқар ёғи гидролизатлари билан ўзаро таъсири крахмал гидролизига тўсқинлик қиладиган омиллар эканлиги билан боғлиқ бўлиши мумкин. Бу крахмал ва кунгабоқар ёғи гидролизатлари таркибидаги ёғ кислоталари, моно ва диглицеридлар ўртасида ҳосил бўладиган комплекс билан боғлиқ бўлиши мумкин, тупук амилазасининг кунгабоқар ёғи гидролизатлари билан ингибирувчи қобилияти эса кузатилмади.

**Калит сўз :** крахмал, маккажўхори, шоли, буғдой, кунгабоқар ёғи гидролизати, ўзаро таъсир, ўзлаштириш.

**Введение:** Крахмал и липиды являются основными компонентами продуктов питания, и они играют важную роль в калорийности, текстуре и вкусе продуктов. Крахмал состоит из двух основных компонентов: амилозы и амилопектина. Амилоза представляет собой по существу линейную молекулу с несколькими ответвлениями, тогда как амилопектин представляет собой сильно разветвленную молекулу [1, 2]. Липиды в широком смысле определяются как группа соединений, которые можно разделить на три группы: простые липиды, такие как моноглицериды, диглицериды и триглицериды; сложные липиды, такие как фосфолипиды; и производные липиды, такие как свободные жирные кислоты (СЖК) и длинноцепочечные спирты [4].

Липиды образуют спиральные комплексы с амилозой, включают свободные жирные кислоты [7, 8] и спирты. Температуры диссоциации комплексов амилоза-липид (ALC), в общем, увеличиваются с увеличением длины углеводородных цепей липидов и уменьшаются с увеличением числа двойных связей в углеводородных цепях [7, 8]. Образование комплекса между амилозой и липидами использовалось для приготовления крахмальных продуктов с улучшенными свойствами для пищевого применения [6]. Кроме того, после комплексообразования с липидами и другими соединениями амилоза может проявлять устойчивость к гидролизу амилазой [3]. Из-за растущего населения, страдающего от резистентности к инсулину, диабета, избыточного веса, ожирения и других, связанных с этим метаболических синдромов, растет спрос на крахмалистые продукты с пониженным гликемическим индексом [5]. То, как пищевые липиды различной структуры, такие как триглицериды, лецитины и свободные жирные кислоты, влияют на ферментативный гидролиз и физические свойства крахмалов с различной структурой, изучено недостаточно молекулу [1].

**Цель исследования:** изучить влияния гидролизатов жиров на изменение перевариваемости крахмала в составе крахмально-жировых субстратов.

**Материал и методы.** В работе была исследована слюна, полученная

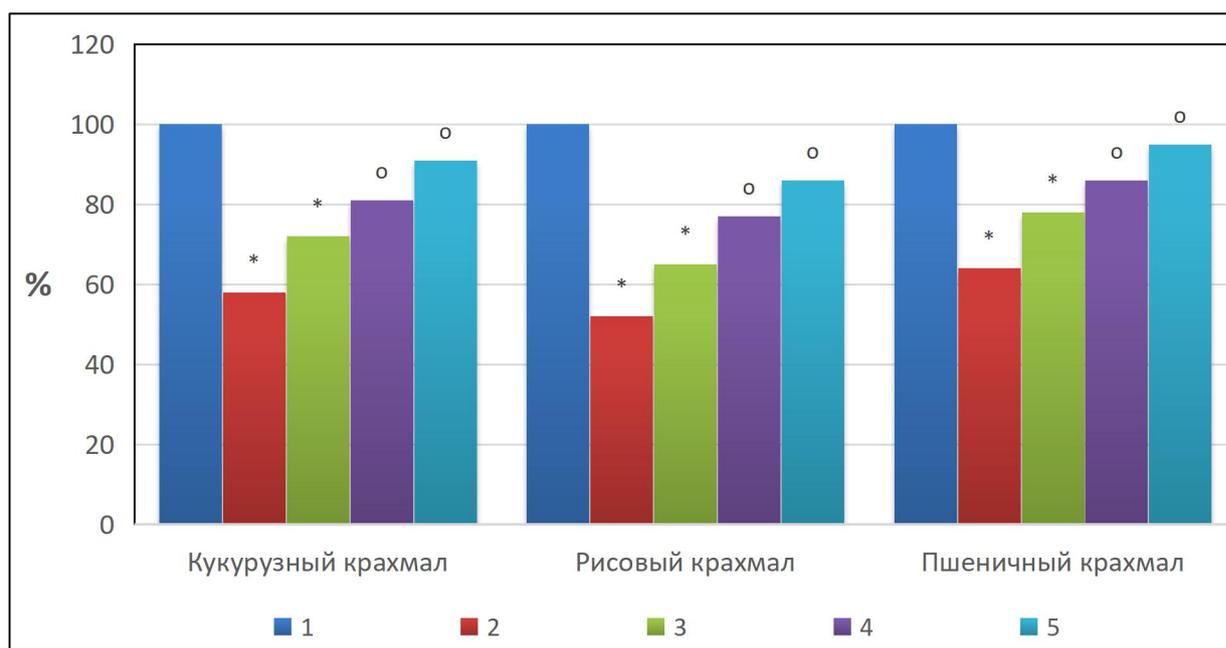
методом сплевывания у добровольцев. Изучалось *in vitro* влияние предварительного взаимодействия кукурузного, рисового, пшеничного крахмала и гидролизата подсолнечного масла на изменение содержания крахмала под влиянием слюнной амилазы в составе крахмально-жировых субстратов. При этом использовали 0,5% крахмал в гидролизате подсолнечного масла без их пред инкубации, также с 30 мин пред инкубацией и 60 мин пред инкубацией крахмала с гидролизатами жиров. Кроме того, исследовали *in vitro* влияние предварительного взаимодействия, гидролизатов жиров со слюнной амилазой на изменение содержания кукурузного, рисового, пшеничного крахмала при воздействии слюнной амилазы на субстрат 0,5% крахмала в гидролизате подсолнечного масла. В этих условиях использовались гидролизаты жиров со слюнной амилазой без пред инкубации, с 30 мин пред инкубацией, и с 60 мин пред инкубацией. Исследовалось по синей окраске йодным реактивом содержание остаточного крахмала под влиянием слюнной амилазы, также содержание остаточного крахмала в присутствии гидролизатов жиров под влиянием слюнной амилазы, которое выражалось в процентах по отношению содержания крахмала без влияния слюнной амилазы.

Статистическая обработка была проведена методом вариационной статистики с вычислением средних величин и их средних ошибок, определением коэффициента достоверности разности Стьюдента-Фишера (*t*). Статистически достоверными считали различия при  $p < 0,05$  и менее.

**Результаты.** Из полученных результатов исследования взаимодействия крахмала и гидролизатов подсолнечного масла на показатели переваривания крахмала под воздействием слюнной амилазы было обнаружено, что при использовании субстрата, включающего только кукурузный крахмал под влиянием слюнной амилазы, показатель остаточного крахмала составлял  $58 \pm 5,6\%$  (Рис. 1). Данный показатель был достоверно ( $P < 0,001$ ) ниже относительно аналогичного значения кукурузного

крахмала без воздействия слюнной амилазы. При этом под влиянием слюнной амилазы на субстрат, содержащий кукурузный крахмал совместно с гидролизатами подсолнечного масла без пред инкубации, показатель остаточного крахмала составлял  $72 \pm 6,7\%$ , что было достоверно ниже по отношению подобного результата кукурузного крахмала без воздействия слюнной амилазы и не достоверно выше. Данный результат был не достоверно выше аналогичного значения применения в качестве субстрата кукурузного крахмала под влиянием слюнной амилазы. В тоже время при воздействии слюнной амилазы на субстрат, содержащий кукурузный крахмал совместно с гидролизатами подсолнечного масла после их 30 мин пред инкубации, величина остаточного крахмала составляла  $81 \pm 7,6\%$  по отношению к аналогичному результату крахмала без влияния слюнной амилазы. Этот результат был достоверно ( $P < 0,05$ ) выше подобного значения применения в качестве субстрата кукурузного крахмала под воздействием слюнной амилазы. Вместе с тем, под влиянием слюнной амилазы на субстрат, содержащий крахмал совместно с гидролизатом подсолнечного масла после 60 мин пред инкубации, показатель остаточного крахмала составлял  $91 \pm 8,7\%$  по отношению к подобному значению кукурузного крахмала без воздействия слюнной амилазы. Эти видоизменения были достоверно ( $P < 0,01$ ) больше аналогичного результата применения в качестве субстрата крахмала под воздействием слюнной амилазы (Рис. 1).

Помимо этого, было обнаружено, что под воздействием слюнной амилазы на субстрат, содержащий только рисовый крахмал величина остаточного крахмала была равна  $52 \pm 4,7\%$ . А совместно рисового крахмала с гидролизатом подсолнечного масла без пред инкубации, уровень остаточного крахмала составлял  $65 \pm 5,9\%$ , что находилось достоверно ( $P < 0,001$ ) ниже по отношению к подобному результату рисового крахмала без влияния слюнной амилазы. Этот показатель также был не достоверно выше подобного результата использования в качестве субстрата рисового крахмала под влиянием слюнной амилазы. Вместе с тем при влиянии слюнной амилазы на субстрат, содержащий рисовый крахмал совместно с гидролизатом подсолнечного масла после 30 мин пред инкубации,



**Рисунок 1.** Исследование изменения содержания крахмала под влиянием слюнной амилазы при использовании в качестве субстрата только крахмала, а также смеси крахмала и гидролизата подсолнечного масла. 1- крахмал, 2 – крахмал + слюнная амилаза, 3 – крахмал + гидролизат подсолнечного масла без пред инкубации + слюнная амилаза, 4 - крахмал + гидролизат подсолнечного масла с 30 мин пред инкубацией + слюнная амилаза. 5 - крахмал + гидролизат подсолнечного масла с 60 мин пред инкубацией + слюнная амилаза.

\* - достоверно отличающиеся величины изменения содержания крахмала по отношению к аналогичному показателю использования в качестве субстрата только крахмала без влияния слюнной амилазы.

о - достоверно отличающиеся величины изменения содержания крахмала по отношению к аналогичному показателю использования в качестве субстрата крахмала под влиянием слюнной амилазы

результат остаточного рисового крахмала находился на уровне  $77 \pm 7,3\%$ , что находилось не достоверно ниже относительно показателей рисового крахмала без влияния слюнной амилазы. Одновременно данный показатель был достоверно выше подобного значения использования в качестве субстрата рисового крахмала под воздействием слюнной амилазы. Наряду с этим, под влиянием слюнной амилазы на субстрат, содержащий рисовый крахмал совместно с гидролизат подсолнечного масла после 60 мин пред инкубации, показатель остаточного рисового крахмала составлял  $86 \pm 8,2\%$ . Относительно аналогичного результата рисового крахмала без влияния слюнной амилазы показатель был не достоверный. В тоже время находился достоверно ( $P < 0,01$ ) выше подобного результата применения в качестве субстрата рисового крахмала под воздействием слюнной амилазы (Рис. 1).

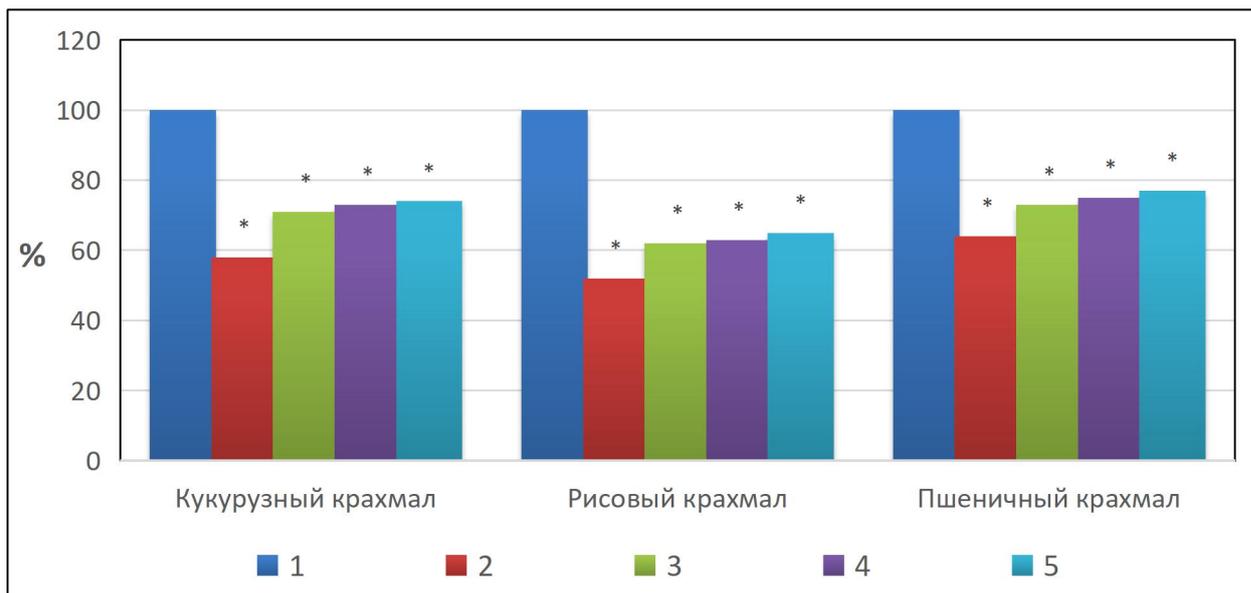
Кроме всего этого, было установлено, что под влиянием слюнной амилазы на субстрат, содержащий пшеничный крахмал совместно с гидролизатом подсолнечного масла без пред инкубации, остаточная величина пшеничного крахмала составляла  $78 \pm 7,4\%$  по отношению к подобному результату пшеничного крахмала без влияния слюнной амилазы был достоверно ( $P < 0,01$ ) ниже. В тоже время, показатель был не значительно выше подобного результата использования в качестве субстрата пшеничного крахмала под влиянием слюнной амилазы. Вместе с тем при воздействии слюнной амилазы на субстрат, включающий пшеничный крахмал совместно с гидролизатом подсолнечного масла после 30 мин пред инкубации. Остаточный показатель пшеничного крахмала находился на уровне  $86 \pm 8,2\%$  и был не достоверно ниже относительно подобного результата пшеничного крахмала без влияния слюнной амилазы. Наряду с этим данный показатель был достоверно больше подобного значения применения в качестве субстрата пшеничного крахмала под воздействием слюнной амилазы. По мимо этого, под влиянием слюнной амилазы на субстрат, содержащий пшеничный крахмал совместно с гидролизатом подсолнечного масла после 60 мин пред инкубации, остаточный результат пшеничного крахмала находился на уровне  $95 \pm 9,1\%$  и был не достоверно меньше относительно подобных значений пшеничного крахмала без воздействия слюнной амилазы. Одновременно показатель

был достоверно ( $P < 0,01$ ) выше результата применения в качестве субстрата пшеничного крахмала под влиянием слюнной амилазы (Рис. 1).

Из результатов исследования влияния взаимодействия слюнной амилазы с гидролизатом подсолнечного масла было обнаружено, что под влиянием слюнной амилазы на субстрат, содержащий кукурузный крахмал совместно с гидролизатом подсолнечного масла без пред инкубации, результат остаточного кукурузного крахмала составлял  $71 \pm 6,7\%$ . Этот показатель находился достоверно ( $P < 0,001$ ) ниже относительно показателя кукурузного крахмала без воздействия слюнной амилазы. Этот показатель также был не достоверно выше подобного результата ( $58 \pm 5,6\%$ ) использования в качестве субстрата кукурузного крахмала под влиянием слюнной амилазы. В тоже время при воздействии слюнной амилазы на субстрат, содержащий кукурузный крахмал совместно с гидролизатом подсолнечного масла после 30 мин пред инкубации слюнной амилазы с гидролизатом подсолнечного масла, показатель остаточного кукурузного крахмала составлял  $73 \pm 6,8\%$  и достоверно ниже по отношению к аналогичному результату кукурузного крахмала без влияния слюнной амилазы. Этот результат также был не достоверно выше подобного результата использования в качестве субстрата кукурузного крахмала под воздействием слюнной амилазы. Вместе с тем, под влиянием слюнной амилазы на субстрат, содержащий кукурузный крахмал совместно с гидролизатом подсолнечного масла после 60 мин пред инкубации слюнной амилазы с гидролизатом подсолнечного масла, значение остаточного кукурузного крахмала составляло  $74 \pm 6,9\%$  и было достоверно по отношению к аналогичному результату крахмала без воздействия слюнной амилазы. Этот показатель был не достоверно выше аналогичного результата использования в качестве субстрата крахмала под воздействием слюнной

амилазы (Рис. 2).

При изучении влияния взаимодействия слюнной амилазы с гидролизатом подсолнечного масла также было выявлено, что под влиянием слюнной амилазы на субстрат, содержащий рисовый крахмал совместно с гидролизатом подсолнечного масла без пред инкубации слюнной амилазы с гидролизатом подсолнечного масла. Результат остаточного рисового крахмала составлял  $62 \pm 5,7\%$ , что находилось достоверно ниже по отношению к результату рисового крахмала без воздействия слюнной амилазы. Также данный показатель был не достоверно выше аналогичного результата ( $52 \pm 4,7\%$ ) применения в качестве субстрата рисового



**Рисунок 2.** Исследование изменения содержания крахмала под влиянием слюнной амилазы при использовании в качестве субстрата крахмала, а также смеси крахмала и гидролизата подсолнечного масла. 1- крахмал, 2 – крахмал + слюнная амилаза, 3 – крахмал + гидролизат подсолнечного масла без пред инкубации слюнной амилазы и гидролизата подсолнечного масла, 4 - крахмал + гидролизат подсолнечного масла с 30 мин пред инкубацией слюнной амилазы и гидролизата подсолнечного масла, 5 - крахмал + гидролизат подсолнечного масла с 60 мин пред инкубацией слюнной амилазы и гидролизата подсолнечного масла.

\* - достоверно отличающиеся величины изменения содержания крахмала по отношению к аналогичному показателю использования в качестве субстрата только крахмала без влияния слюнной амилазы.

крахмала под влиянием слюнной амилазы. Кроме того, при воздействии слюнной амилазы на субстрат, содержащий рисовый крахмал совместно с гидролизатом подсолнечного масла после 30 мин пред инкубации слюнной амилазы с гидролизата подсолнечного масла, результат остаточного рисового крахмала был равен  $63 \pm 5,9\%$  и достоверный по отношению к подобному результату рисового крахмала без влияния слюнной амилазы. Данный показатель также был не достоверно выше аналогичного результата применения в качестве субстрата рисового крахмала под воздействием слюнной амилазы. При этом, под влиянием слюнной амилазы на субстрат, содержащий рисовый крахмал совместно с гидролизатом подсолнечного масла после 60 мин пред инкубации слюнной амилазы с гидролизата подсолнечного масла, показатель остаточного рисового крахмала был равен  $65 \pm 6,2\%$  и достоверный по отношению к аналогичному результату рисового крахмала без воздействия слюнной амилазы. Также результат был не достоверно выше аналогичного результата применения в качестве субстрата крахмала под воздействием слюнной амилазы (Рис. 2).

Помимо этого при исследовании влияния взаимодействия слюнной амилазы с гидролизатом подсолнечного масла было обнаружено, что под влиянием слюнной амилазы на субстрат, содержащий пшеничный крахмал совместно с гидролизатом подсолнечного масла и пред инкубации слюнной амилазы с подсолнечным маслом. Результат остаточного пшеничного крахмала составлял  $73 \pm 6,9\%$ , что было достоверно ( $P < 0,001$ ) ниже по отношению к результату пшеничного крахмала без воздействия слюнной амилазы. Также этот показатель находился не достоверно выше подобного результата ( $64 \pm 6,1\%$ ) применения в качестве субстрата крахмала под влиянием слюнной амилазы. При этом, при влиянии слюнной амилазы на субстрат, содержащий пшеничный крахмал совместно с гидролизатом подсолнечного масла после 30 мин пред инкубации слюнной амилазы с гидролизатом подсолнечного масла, результат остаточного крахмала был равен  $75 \pm 7,1\%$  и достоверный по отношению к аналогичному результату пшеничного крахмала без влияния слюнной амилазы. Этот показатель также был не достоверно выше аналогичного результата применения в качестве субстрата пшеничного крахмала под воздействием слюнной амилазы. При этом, под влиянием слюнной амилазы на субстрат, содержащий пшеничный крахмал совместно с гидролизатом подсолнечного масла после 60 мин пред инкубации слюнной амилазы с гидролизатом подсолнечного масла, результат остаточного крахмала был равен  $77 \pm 7,4\%$  и достоверно ниже по отношению к аналогичному показателю пшеничного крахмала без воздействия слюнной амилазы. Также этот результат находился не достоверно выше аналогичного показателя использования в качестве субстрата пшеничного крахмала под воздействием слюнной амилазы (Рис. 2).

**Обсуждение результатов.** Полученные результаты исследований показали, что с применением в качестве субстрата кукурузного, рисового или пшеничного крахмала под воздействием слюнной амилазы отмечалось достоверное снижение содержания их, по отношению к результату применения этих крахмалов без воздействия слюнной амилазы. В тоже время под влиянием слюнной амилазы на эти крахмалы совместно с гидролизатом подсолнечного масла без пред инкубации. Значения остаточного крахмала были не значительно выше по отношению к подобному показателю соответствующего крахмала под воздействием слюнной амилазы и достоверным выше по отношению к результатам крахмалов без воздействия слюнной амилазы. При этом под влиянием слюнной амилазы на субстрат, содержащий кукурузный, рисовый или пшеничный крахмал совместно с гидролизатом подсолнечного масла при 30 мин пред инкубации. Результат остаточного кукурузного, рисового, и пшеничного крахмала был не достоверно ниже по отношению к крахмалам без воздействия слюнной амилазы и достоверно выше к подобным результатам крахмалов с применением слюнной амилазы. Помимо этого, под влиянием слюнной амилазы на субстрат, содержащий кукурузный, рисовый или пшеничный крахмал совместно с гидролизатом подсолнечного масла при 60 мин пред инкубации результат остаточного крахмалов был существенно и достоверно выше по отношению к аналогичному значению крахмалов под воздействием слюнной амилазы. Эти изменения показывают, что у используемых крахмалов при взаимодействии с гидролизатом подсолнечного масла выражено снижается их способность к перевариванию слюнной амилазой. В большей степени это проявляется у рисового в меньшей кукурузного и еще в меньший пшеничный крахмал. Известно, что взаимодействие крахмалов происходит за счет амилазы как с моно, диглицеридами и жирными кислотами входящих в состав растительных масел. Так как меньше амилазы

входит в состав рисового крахмала, больше в кукурузный и еще больше в пшеничный крахмал. С этим может быть связано влияние гидролизатов подсолнечного масла на перевариваемость крахмалов, в меньшей степени на рисовый крахмал, в большей на кукурузный и еще в больший пшеничный крахмал.

Помимо влияния взаимодействия гидролизатом подсолнечного масла с крахмалами на снижение перевариваемости крахмалов слюнной амилазой. Можно предположить влияния взаимодействия гидролизатов подсолнечного масла с амилазой на снижение перевариваемости крахмалов слюнной амилазой. Поэтому были проведены исследования влияния взаимодействия гидролизатом подсолнечного масла с амилазой на снижение перевариваемости субстрата кукурузного, рисового или пшеничного крахмалов слюнной амилазой. При этом было установлено, что под влиянием слюнной амилазы на субстрат, содержащий кукурузный, рисовый или пшеничный крахмал совместно с гидролизатом подсолнечного масла без пред инкубации гидролизатов подсолнечного масла и слюнной амилазы. Результат остаточного крахмала был не существенно выше по отношению к подобному показателю крахмала под воздействием слюнной амилазы. Также достоверно ниже показателей крахмала без воздействия слюнной амилазы. Вместе с тем под влиянием слюнной амилазы на субстрат, содержащий кукурузный, рисовый или пшеничный крахмал совместно с гидролизатом подсолнечного масла при 30 и 60 мин пред инкубации подсолнечного масла и слюнной амилазы. Результат остаточного крахмала был также был не достоверно выше результата крахмала под воздействием слюнной амилазы. В тоже время оба показателя были достоверно ниже результатов крахмала без воздействия слюнной амилазы.

Предоставленные изменения демонстрируют, что с увеличением

времени пред инкубации или совместного присутствия и взаимодействия слюнной амилазы с гидролизатами подсолнечного масла не отмечается существенного снижения перевариваемости кукурузного, рисового или пшеничного крахмала и увеличения содержания его в составе крахмально-жировых субстратах. Эти изменения можно объяснить также тем, что взаимодействие гидролизатом подсолнечного масла со слюнной амилазой не влияет на перевариваемость крахмала слюнной амилазой.

**Выводы:** Полученные результаты показывают, что с увеличением времени совместного присутствия и взаимодействия кукурузного, рисового или пшеничного крахмала с гидролизатом подсолнечного масла отмечается значительное снижение перевариваемости под влиянием слюнной амилазы крахмала и увеличение содержание его в составе субстратов крахмала и гидролизатов подсолнечного масла. Помимо этого, с использованием субстрата, содержащего кукурузный, рисовый или пшеничный крахмал совместно с гидролизатом подсолнечного масла и увеличении времени взаимодействия слюнной амилазы и гидролизатом подсолнечного масла. Не отмечается снижения перевариваемости под влиянием слюнной амилазы крахмала и увеличение содержание его в составе субстратов крахмала и гидролизатов подсолнечного масла. Эти изменения связаны с тем, что взаимодействие слюнной амилазы с гидролизатми подсолнечного масла являются факторами, препятствующими гидролизу крахмала. Могут быть связаны с образующимися

комплексами между крахмалом и жирными кислотами, моно и диглицеридов в составе гидролизатов подсолнечного масла, а ингибирующей способности слюнной амилазы с гидролизатми подсолнечного масла не отмечается.

#### REFERENCES| ЧОСКИ | IQTIBOSLAR:

1. Ai Y., Hasjim J., Jane J. Effects of lipids on enzymatic hydrolysis and physical properties of starch //Carbohydrate Polymers. – 2013. – Т. 92. – №. 1. – С. 120-127.
2. Hizukuri, S., Takeda, Y., Yasuda, M., & Suzuki, A. Multi-branched nature of amylose and the action of debranching enzymes //Carbohydrate Research. – 1981. – Т. 94. – №. 2. – С. 205-213.
3. Huang, Q., Chen, X., Wang, S., & Zhu, J. Amylose–lipid complex //Starch structure, functionality and application in foods. – 2020. – С. 57-76.
4. McClements D. J., Decker E. A., Park Y. Controlling lipid bioavailability through physicochemical and structural approaches //Critical reviews in food science and nutrition. – 2008. – Т. 49. – №. 1. – С. 48-6.
5. Panyoo A. E., Emmambux M. N. Amylose–lipid complex production and potential health benefits: A mini-review //Starch-Stärke. – 2017. – Т. 69. – №. 7-8. – С. 1600203.
6. Sun, R., Chao, C., Wang, C., Yu, J., Copeland, L., & Wang, S. Key structural factors that determine the in vitro enzymatic digestibility of amylose-complexes //Carbohydrate Polymers. – 2024. – С. 122383.
7. Tufvesson F., Wahlgren M., Eliasson A. C. Formation of amylose-lipid complexes and effects of temperature treatment. Part 1. Monoglycerides //Starch-Stärke. – 2003. – Т. 55. – №. 2. – С. 61-71.
8. Tufvesson F., Wahlgren M., Eliasson A. C. Formation of amylose-lipid complexes and effects of temperature treatment. Part 2. Fatty acids //Starch-Stärke. – 2003. – Т. 55. – №. 3-4. – С. 138-149.