

Введение В настоящее время из пожеланий многих потребителей ограничить потребление калорий и жира, возникает интерес к производству низкокалорийных мясных изделий. Здесь подразумевается не те мясные изделия, в которых содержание жира традиционно было низким, а изменение рецептур традиционных мясных изделий с существенным снижением содержания жира [1]. В последнее время зарубежными учеными широко исследуется возможность использования ферментированных крахмалов в качестве замены жира в производстве низкожирных колбас, соусов, майонезов, а также в производстве специализированных продуктов для похудения, атлетов, халляльных и кашерных продуктов. В связи с задачей снижения калорийности мясных изделий, целью нашего исследования было изучение эффективности частичной замены используемого по рецептуре жирового сырья на картофельные ферментированные крахмалы в технологии мясных рубленых изделий, также определение оптимального количества вносимого крахмала. Следует отметить, что для усвоения крахмала требуется значительно больше времени, чем для усвоения простых углеводов, что объясняется содержанием в крахмале клетчатки в количестве не менее 0,1-0,4 %. Резистентные полисахариды обладают низким гликемическим индексом, медленнее перевариваются и усваиваются организмом, равномерно снабжая его энергией, не успевая запасаться в виде жира [7]. Кроме того, рядом работ показано, что резистентные крахмалы могут выполнять функции пищевых волокон в организме, что причисляет их к ряду функциональных пищевых добавок [5, 6, 8, 9]. Материалы и методы исследования В качестве объекта исследования выступали картофельные крахмалы: нативный (ГОСТ Р 52791-2007) и ферментированные. Ферментированные крахмалы, полученные под действием альфа-амилазы, были названы альфа-8 и альфа-12 (время ферментации 8 и 12 ч), бета-амилазой, названы бета-8 и бета-12 (время ферментации 8 и 12 ч). Ферментированные крахмалы получали с применением ферментов коммерческого производства альфа-амилазы (type II-A: из *Bacillus* sp. тип II-A из *Bacillus* sp., $\geq 1,500$ ед./мг белка (по биурету)) и бета-амилазы (получена из ячменя, Type II-B, 20-80 ед./мг белка), ферменты кристаллизованы и лиофильно высушены (Sigma-aldrich, Германия). Механизм действия альфа-амилазы: гидролизует внутренние альфа-1,4-гликозидные связи крахмала, в среде накапливается глюкоза, в меньшей степени мальтоза и декстрины. Механизм действия бета-амилазы: гидролизует внешние альфа-1,4-гликозидные связи крахмала, в среде накапливается мальтоза, в меньшей степени глюкоза и декстрины. Модификацию осуществляли в дистиллированной воде при pH=7,5 в течение 8 или 12 часов. Концентрация крахмала в реакционной смеси 30 г/100 мл, концентрация ферментов коммерческих альфа- и бета- амилаз 0,02 мг%/г крахмала. Реакцию гидролиза останавливали путем добавления концентрированной серной кислоты до pH=2. Затем крахмал отделяли от

жидкости фильтрованием и высушивали при 40 оС. Полученные крахмалы применяли для исследований. В качестве объекта исследования выступали также модельные образцы мясных рубленых изделий – паровые котлеты, выработанные из говяжьего котлетного мяса (ГОСТ 779-55), говяжьего жира-сырца (ОСТ 4938), хлеба из пшеничной муки, лука репчатого, перца черного молотого, соли поваренной с добавлением исследуемых ферментированных картофельных крахмалов: α -амилазный-8 крахмал, β -амилазный-8 крахмал, α -амилазный-12 крахмал, β -амилазный-12 крахмал. Концентрация крахмалов, добавляемых взамен жира - 2 и 4 % от общей массы сырья. Также были исследованы образцы рубленых изделий с внесением нативного картофельного крахмала (ГОСТ Р 52791-2007) и контрольный образец без добавления крахмала (мясные полуфабрикаты, выработанные по ТУ 10.02.01.127-90).

Органолептическую оценку готовых мясных рубленых изделий – котлет проводили по 5-балльной системе в соответствии с ГОСТ 9959-91. Показатели энергетической ценности разработанных продуктов определяли расчетным методом по Покровскому. Результаты исследований и обсуждение

Понятие качества продуктов подразумевает широкую совокупность свойств, характеризующих органолептические признаки, пищевую и биологическую ценность продукта, а также степень их выраженности. Изменение этих показателей зависит от состава сырья и изменений в процессе технологической обработки. С точки зрения качественных показателей, продукт должен в первую очередь удовлетворять сенсорные потребности человека [3, 4]. Результаты органолептической оценки образцов котлет, выработанных с частичной заменой жирового сырья на ферментированные крахмалы, представлены в таблице 1. Полученные результаты свидетельствуют, что изделия, изготовленные с заменой жирового сырья на ферментированные крахмалы, отличались лучшим цветом, консистенцией и сочностью, по сравнению с контрольным образцом без замены жира. Необходимо отметить, что в изделиях с нативным крахмалом, независимо от концентрации внесения, был выраженный крахмальный привкус, тогда как в изделиях с ферментированными крахмалами этого дефекта не наблюдали. Как видно, максимальную органолептическую оценку (3,66 - 4,38 баллов) получили образцы котлет при замене жирового сырья на ферментированные крахмалы в количестве 2 % от общей массы сырья. Образцы изделий при замене жира на α -амилазный-8 и β -амилазный-8 крахмалы отличались высокими органолептическими показателями и лучшим товарным видом – котлеты увеличились в объеме, стали более «пышными», консистенция стала более сочной, мягкой, улучшилась нарезаемость котлет. Увеличение количества заменяемого жира на крахмал до 4 % привело к ухудшению органолептических показателей и внешнего вида (табл. 1) готовых изделий: образцы характеризовались «пустым» вкусом, мажущейся консистенцией. Расчеты пищевой ценности экспериментальных паровых котлет показали, что

при замене жирового сырья на углеводную компоненту, снижалась калорийность продукта (табл. 2), результаты представлены с учетом средних кулинарных потерь после тепловой обработки. Таким образом, результаты исследования влияния ферментированных крахмалов, вносимых в рецептуру мясных рубленых изделий в качестве замены жирового сырья, на органолептические показатели изделий выявили целесообразность замены 2 % жирового сырья от общей массы сырья. Наиболее перспективным для такой замены является картофельный α -амилазный-8 крахмал. Таблица 1 – Органолептические показатели котлет при замене жира на ферментированные крахмалы

Показатель	Контроль без крахмала	Нативный крахмал	α -амилазный-8 крахмал	β -амилазный-8 крахмал	α -амилазный-12 крахмал	β -амилазный-12 крахмал
Внешний вид	3,4	3,9	4,0	4,2	3,7	3,84 $\pm$ 0,05
Цвет	3,9	4,0	4,2	3,7	3,84 $\pm$ 0,05	
Запах	4,0	4,2	3,1	4,0	3,84 $\pm$ 0,03	
Вкус	4,2	4,0	4,0	3,1	4,0	3,84 $\pm$ 0,03
Консистенция	3,7	4,1	4,0	3,1	4,0	3,84 $\pm$ 0,03
Общая оценка, баллы	3,84 $\pm$ 0,05	4,1	4,0	3,1	4,0	3,84 $\pm$ 0,03
Концентрация крахмала 2 % от общей массы сырья		4,1	4,0	3,1	4,0	3,84 $\pm$ 0,03
Нативный крахмал	4,1	4,0	4,0	3,1	4,0	3,84 $\pm$ 0,03
α -амилазный-8 крахмал	4,7	4,2	4,0	4,5	4,5	4,38 $\pm$ 0,07
β -амилазный-8 крахмал	4,5	4,2	4,0	4,0	4,0	4,1
α -амилазный-12 крахмал	4,16 $\pm$ 0,04	3,6	3,8	4,0	4,3	3,5
β -амилазный-12 крахмал	3,8	3,5	4,0	3,5	3,5	3,66 $\pm$ 0,08
Концентрация крахмала 4 % от общей массы сырья		3,5	3,8	4,0	3,0	3,0
Нативный крахмал	3,5	3,8	4,0	3,0	3,0	3,46 $\pm$ 0,02
α -амилазный-8 крахмал	4,1	3,7	4,0	3,8	4,1	3,94 $\pm$ 0,01
β -амилазный-8 крахмал	4,0	3,5	4,0	3,2	4,0	3,74 $\pm$ 0,04
α -амилазный-12 крахмал	3,4	3,5	4,0	3,5	3,2	3,52 $\pm$ 0,05
β -амилазный-12 крахмал	3,2	3,5	4,0	3,4	3,2	3,46 $\pm$ 0,06

Таблица 2 – Пищевая и энергетическая ценность котлет при замене жира на ферментированные крахмалы

Показатель	Котлеты	Образец при замене жира на крахмал 2 % от общей массы сырья	Образец при замене жира на крахмал 4 % от общей массы сырья
Белки, г/ 100 г продукта	9,64	9,64	9,64
Жиры, г/ 100 г продукта	11,13	9,72	9,58
Углеводы, г/ 100 г продукта	8,14	164,42	11,03
Энергетическая ценность, ккал/ 100 г	171,31	157,54	157,54

Котлеты. Применение α -амилазного-8 крахмала в технологии мясных рубленых изделий позволяет уменьшить количество применяемого по рецептуре жирового сырья, что ведет к уменьшению калорийности изделия. Ранее нами было показано, что α -амилазный-8 и β -амилазный-8 картофельные крахмалы имеют довольно высокое содержание амилозной фракции и обладают резистентностью к действию амилазных ферментов [2], поэтому можно предположить, что ферментированный α -амилазный-8 крахмал имеет низкий гликемический индекс и может быть использован при создании мясных рубленых изделий функциональной направленности, что, в свою очередь, позволит расширить ассортимент мясных рубленых изделий.