

Научная статья/Research Article

УДК 635.1

DOI: 10.36718/1819-4036-2025-6-228-244

Григорий Анатольевич Купин^{1✉}, Татьяна Викторовна Першакова²,

Анна Анатольевна Тягущева³, Елизавета Сергеевна Семиряжко⁴

^{1,2,3,4}Краснодарский НИИ хранения и переработки сельскохозяйственной продукции – филиал Северо-Кавказского ФНЦ садоводства, виноградарства, виноделия, Краснодар, Россия

¹griga_77@mail.ru

²7999997@inbox.ru

³777Any777@mail.ru

⁴e.glazacheva@yandex.ru

КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ СУШКИ И ФОРМЫ НАРЕЗКИ НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАБАЧКОВ

Цель исследований – определение оптимальных параметров сушки кабачков, обеспечивающих сохранение их биологической ценности и высоких органолептических показателей, с учетом выбора сорта, влияния формы нарезки и режимов обработки. Задачи: обосновать выбор сортов/гибридов кабачков; изучить влияние вида и параметров сушки, способа нарезки на изменение влажности и время достижения равновесной влажности, изменение физико-химических и органолептических показателей; обосновать выбор вида и параметров сушки кабачков в зависимости от формы их нарезки. Исследования проводились в КНИИХП – филиале ФГБНУ СКФНЦСВВ. Объекты исследований – кабачки, выращенные в 2024 г. на территории Краснодарского края Темрюкского района в фермерском хозяйстве А.А. Ерохина. Наиболее подходящим для сушки является гибрид Искандер. Чем выше температура сушки, тем меньше времени требуется для достижения равновесной влажности кабачков, независимо от формы нарезки и способа сушки: ИК-сушка (комбинированная радиационно-конвективная) – от 360 мин при 55 °С до 270 мин при 70 °С; конвективная сушка – от 390 мин при 55 °С до 300 мин при 70 °С. Наибольшее сохранение биологически активных веществ наблюдается при конвективной сушке кабачков (температура сушки 55 °С): витамина С – $(192,4 \pm 5,6)$ мг%; общих сахаров – $(42,9 \pm 0,3)$ %; целлюлозы – $(16,9 \pm 1,8)$ %; общих полифенольных веществ – 903,5 мг%. Наивысшие экспертные оценки получили образцы при конвективной сушке: нарезанные кружочками (5 мм) – с температурой сушки 60 °С в течение 360 мин; нарезанные кубиком (10 мм) – с температурой сушки 55 °С в течение 390 мин. Форма нарезки имела большое значение при выборе параметров сушки.

Ключевые слова: кабачки, сушка инфракрасная, сушка комбинированная, равновесная влажность, температура сушки, время сушки, форма нарезки, показатели качества продукта

Для цитирования: Купин Г.А., Першакова Т.В., Тягущева А.А., и др. Комплексное исследование влияния параметров сушки и формы нарезки на физико-химические и органолептические показатели кабачков // Вестник КрасГАУ. 2025. № 6. С. 228–244. DOI: 10.36718/1819-4036-2025-6-228-244.

Благодарности: исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда и Кубанского научного фонда № 24-26-20051.

Grigory Anatolyevich Kupin^{1✉}, Tatyana Viktorovna Pershakova², Anna Anatolyevna Tyagusheva³, Elizaveta Sergeevna Semiryazhko⁴

^{1,2,3,4}Krasnodar Research Institute of Storage and Processing of Agricultural Products – branch of the North Caucasus Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, Krasnodar, Russia

¹griga_77@mail.ru

²7999997@inbox.ru

³777Any777@mail.ru

⁴e.glazacheva@yandex.ru

COMPREHENSIVE STUDY ON DRYING PARAMETERS AND CUTTING FORM INFLUENCE ON PHYSICOCHEMICAL AND ORGANOLEPTIC INDICATORS OF ZUCCHINI

The objective of the study is to determine the optimal parameters for drying zucchini that ensure the preservation of their biological value and high organoleptic properties, taking into account the choice of variety, the influence of the cutting form and processing modes. Objectives: to justify the choice of zucchini varieties/hybrids; to study the influence of the drying type and parameters, the cutting method on the change in humidity and the time to reach equilibrium humidity, the change in physicochemical and organoleptic indicators; to justify the choice of the type and parameters of drying zucchini depending on the cutting form. The studies were conducted at the KNIKhP - a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution SKFNCSSV. The objects of the study are zucchini grown in 2024 in the Temryuk District of the Krasnodar Region in the farm of A.A. Erokhin. The Iskander hybrid is the most suitable for drying. The higher the drying temperature, the less time is required to achieve equilibrium moisture content of zucchini, regardless of the cutting shape and drying method: IR drying (combined radiation-convective) – from 360 min at 55 °C to 270 min at 70 °C; convective drying – from 390 min at 55 °C to 300 min at 70 °C. The greatest preservation of biologically active substances is observed during convective drying of zucchini (drying temperature 55 °C): vitamin C – (192.4 ± 5.6) mg%; total sugars – (42.9 ± 0.3) %; cellulose – (16.9 ± 1.8) %; total polyphenolic substances – 903.5 mg%. The highest expert assessments were given to samples with convective drying: sliced into circles (5 mm) – with a drying temperature of 60 °C for 360 min; sliced into cubes (10 mm) – with a drying temperature of 55 °C for 390 min. The shape of the slices was of great importance when choosing the drying parameters.

Keywords: zucchini, infrared drying, combined drying, equilibrium moisture, drying temperature, drying time, cutting form, product quality indicators

For citation: Kupin GA, Pershakova TV, Tyagushcheva AA, et al. Comprehensive study on drying parameters and cutting form influence on physicochemical and organoleptic indicators of zucchini. *Bulletin of KSAU*. 2025;(6):228-244. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2025-6-228-244.

Acknowledgments: the study was carried out with the support of the grant of the Russian Science Foundation and the Kuban Science Foundation № 24-26-20051.

Введение. Кабачки, являясь ценной овощной культурой, широко используются в пищевой промышленности благодаря своей питательной ценности и универсальности применения. Однако, как и многие другие овощи, они подвержены порче при длительном хранении. Поэтому сушка, как один из наиболее эффективных методов консервации, является важным способом сохранения кабачков для их дальнейшего использования, в том числе в несезонное время [1]. Вопросы, связанные с использованием предварительной обработки перед сушкой для улучшения свойств сушки, интересуют многих исследователей [2, 3]. Установлено, что правильное сочетание предварительной обработки с определенной технологией сушки позволяет получить продукт с ожидаемыми свойствами, который можно хранить в течение длительного времени. В связи с этим необходимо обосновать выбор способа сушки кабачков (например, ИК-сушка или комбинированная) и подобрать оптимальные параметры сушки (температура нагрева и время сушки) в зависимости от формы нарезки кабачков. Для этого овощное сырье

предварительно обрабатывали электромагнитным полем крайне низкой частоты (ЭМП КНЧ). Параметры обработки ЭМП КНЧ были подобраны на предыдущем этапе исследования.

Важно отметить, что сортовые особенности кабачков также могут влиять на процесс сушки и качество конечного продукта, а форма нарезки играет важную роль в процессе обезвоживания, что также требует внимания при оптимизации процесса.

Из всего многообразия существующих технологий сушки наиболее широко используются и являются конкурентоспособными инфракрасная и конвективная сушка [4–6]. Эти подходы принципиально различаются тем, как тепло воздействует на продукт: при конвективной сушке используется поверхностное нагревание, а при инфракрасной – более глубокое.

Конвективная сушка – это сушка горячим воздухом. Из-за длительного цикла сушки и высокой температуры она может привести к ухудшению питательных веществ, вкуса и цвета. Снижение температуры в процессе конвектив-

ной сушки может положительно сказаться на качестве высушенного продукта [7, 8].

Инфракрасная сушка предполагает воздействие на материалы электромагнитным излучением в диапазоне длин волн от 0,8 до 1000 микрон. Энергия, излучаемая источником инфракрасного излучения, напрямую передается на поверхность материала без последующего нагрева окружающего воздуха. Благодаря простому оборудованию и минимальному потреблению энергии этот метод легко адаптируется для использования наряду с более традиционными методами сушки. Кроме того, быстрая и эффективная передача тепла улучшает органолептические и питательные свойства продукта за счет равномерного нагрева [9].

Сушка пищевых продуктов обычно приводит к ухудшению качества продукта не только с сенсорной точки зрения, но и с физико-химической и пищевой. Традиционные методы сушки более подвержены физическому и химическому разложению конечного продукта. По этой причине важно использовать соответствующий метод сушки для каждого продукта и выбирать соответствующие условия, которые сведут возможные изменения к минимуму.

Цель исследования – определение оптимальных параметров сушки кабачков, обеспечивающих сохранение их биологической ценности и высоких органолептических показателей, с учетом выбора сорта, влияния формы нарезки и режимов обработки.

Задачи: обоснование выбора сортов/гибридов кабачков, наиболее подходящих для сушки, на основе морфологических, структурных, физиологических и физико-химических показателей качества кабачков; исследование влияния вида и параметров сушки (время, температура), способа нарезки кабачков на изменение влажности и время достижения равновесной влажности; исследование влияния вида и параметров сушки (время, температура), способа нарезки кабачков на изменение содержания витамина С, общих сахаров, целлюлозы, общих полифенольных веществ, органолептических показателей; обоснование выбора вида и параметров сушки кабачков в зависимости от формы их нарезки.

Объекты и методы. В качестве объектов исследования были выбраны кабачки сортов Арал, Ардендо 174, Горный, Горшочек, Грибовские 37, Даша, Донья Перфекта, Желтоплодный, Золотой запас, Искандер, Йеллоуфин, Кивили, Калазина, Сальвадор, СВ 8575 ЯЛ, Суха, Удачи, Хьюго, Ли-

ра, Малыш, Марселла, Невира, Ницца, Якорь, Ясна. Овощные культуры были выращены в 2024 г. в Краснодарском крае, в Темрюкском районе, в фермерском хозяйстве А.А. Ерохина.

Перед сушкой образцы были промыты, высушены и обработаны ЭМП КНЧ: значение электромагнитной индукции 3 мТл; частота электромагнитного поля 40 Гц, время обработки 10 мин (параметры предварительной обработки ЭМП КНЧ были подобраны на предыдущем этапе исследования). Затем их нарезали кружочками толщиной 0,5 мм и кубиками по 10 мм.

Образцы подвергались конвективной сушке в электрическом дегидрататоре АВАТ ШС-32-2В-03 – сушильном шкафу с 32 решетками EN 1/1 (размером 600 × 400 мм) и двумя контейнерами из нержавеющей стали для сбора воды. Равномерный нагрев в камере достигается за счет комбинации трубчатых электрических нагревателей (ТЭНов) и вентиляторов.

Инфракрасная сушка проводилась с использованием инфракрасной сушильной камеры «Universal-SD-4P», которая работает по принципу сочетания радиационной и конвективной сушки. В этом процессе основным способом удаления влаги из продуктов является нагрев инфракрасным излучением в определенном диапазоне длин волн, а удалению влаги способствует принудительная конвекция смеси пара и воздуха.

Сушка проводилась при следующих температурах: 55, 60, 65 и 70 °С.

Отбор проб овощей проводился стандартным методом, указанным в ГОСТ 26313-2014. Массовую долю влаги определяли по ГОСТ 33977-2016; витамина С – по ГОСТ 24556-89; общих сахаров – по ГОСТ 8756.13-87; для оценки содержания целлюлозы использовался метод Кюршнера; полифенольные вещества определяли коллометрическим методом с использованием реактива Фолина Дениса.

Основным критерием для определения оптимальных условий сушки было время, необходимое для достижения содержания влаги не более 14 %, а также органолептическая оценка образцов. Оценка органолептических характеристик сушеных овощей затруднена из-за наличия только общих (неизмеримых) критериев, приведенных в ГОСТ 32065-2013, поэтому были разработаны 5-балльные шкалы оценки.

Эксперименты проводились в трехкратной повторности (с допустимой максимальной разницей в 5 % между повторными измерениями). Анализ данных проводился с использованием

описательной статистики и дисперсионного анализа с применением MS Excel и Statistica.

Результаты и их обсуждение. Кабачки – популярная однолетняя овощная культура семейства тыквенных, отличающаяся ранним созреванием, высокой урожайностью и ценными диетическими свойствами, занимающая третье место по площадям выращивания в Краснодарском крае (2,7 га). Активно используемые в рационе питания населения, кабачки играют важную роль в пищевой перерабатывающей промышленности и являются перспективным сырьем для сушки, являющейся ведущим методом

обработки и сохранения растительных материалов, позволяющим значительно увеличить срок хранения без существенной потери питательных и биологических свойств.

На первом этапе исследований было проведено обоснование выбора сортов кабачков, наиболее подходящих для сушки. Для этого изучили морфологические, структурные, физиологические и физико-химические показатели качества кабачков. Основные различия между сортами/гибридами отмечены в таких показателях, как масса, форма, цвет и длина плодов (табл. 1).

Таблица 1

Морфологические показатели качества кабачков
Morphological quality indicators of zucchini

Сорт/гибрид	Масса, г/ средняя масса, г	Форма плодов	Цвет плода	Длина плода, см
Арал	От 300 до 350/325	Цилиндрическая	Светло-зеленый	От 12 до 15
Ардендо 174	От 300 до 400/350	Цилиндрическая	Светло-зеленый	От 17 до 19
Горный	От 300 до 350/325	Цилиндрическая	Белый	От 18 до 22
Горшочек	От 500 до 600/550	Круглая	Темно-зеленый	От 10 до 15
Грибовский 37	От 600 до 700/650	Короткий цилиндр	Светло-зеленый	От 15 до 20
Даша	От 300 до 500/400	Ровная цилиндрическая	Светло-зеленый	От 15 до 20
Донья Перфекта	От 300 до 350/325	Цилиндрическая	Бело-зеленый	От 14 до 16
Желтоплодный	От 250 до 350/300	Цилиндрическая	Светло-желтый	От 18 до 20
Золотой запас	От 300 до 380/340	Ровная цилиндрическая	Золотисто-желтый	От 20 до 25
Искандер	От 480 до 640/560	Цилиндрическая	Светло-зеленый	От 18 до 20
Йеллоуфин	От 350 до 450/400	Цилиндрическая	Светло-желтый	От 20 до 22
Кавили	От 300 до 400/350	Цилиндрическая	Светло-зеленый	От 16 до 22
Калазина	От 250 до 350/300	Цилиндрическая	Светло-зеленый	От 18 до 20
Лира	От 300 до 500/400	Цилиндрическая	Бело-кремовый	От 18 до 20
Малыш	От 500 до 600/550	Цилиндрическая	Светло-зеленый	От 16 до 18
Марселла	От 300 до 400/350	Цилиндрическая	Светло-зеленый	От 14 до 16
Невира	От 300 до 500/400	Цилиндрическая	Светло-зеленый	От 10 до 11
Ницца	От 100 до 150/125	Круглая	Темно-зеленый	От 20 до 22
Сальвадор	От 350 до 450/400	Цилиндрическая	Светло-зеленый	От 18 до 20
СВ 8575 ЯЛ	От 300 до 400/350	Цилиндрическая	Светло-зеленый	От 12 до 15
Суха	От 300 до 500/400	Цилиндрическая	Светло-зеленый	От 30 до 35
Удача	От 300 до 400/350	Цилиндрическая	Бледно-зеленый	От 18 до 20
Хьюго	От 500 до 600/550	Цилиндрическая	Светло-зеленый	От 18 до 20
Якорь	От 300 до 500/400	Цилиндрическая	Светло-зеленый	От 14 до 16
Ясна	От 300 до 500/400	Цилиндрическая	Бледно-зеленый	От 16 до 18

Установлено, что изучаемые сорта и гибриды различаются по массе плода в диапазоне от 100 до 700 г. К наиболее крупным плодам (в среднем более 550 г) относятся сорта: Горшочек, Грибовский 37, Искандер, Малыш, Хью-

го; к средним (в среднем от 300 до 400 г): Арал, Ардендо 174, Горный, Даша, Донья Перфекта, Желтоплодный, Золотой запас, Йеллоуфин, Кавили, Калазина, Лира, Марселла, Невира, Саль-

вадор, СВ 8575 ЯЛ, Суха, Удача, Якорь, Ясна; к мелким (ниже 200 г): Ницца.

Изучаемые сорта и гибриды различаются также по форме плода, их можно сгруппировать следующим образом: цилиндрическая (Арал, Ардендо 174, Горный, Донья Перфекта, Желтоплодный, Искандер, Йеллоуфин, Кавили, Калазина, Лира, Малыш, Марселла, Невира, Сальвадор, СВ 8575 ЯЛ, Суха, Удача, Хьюго, Якорь, Ясна); ровная цилиндрическая (Даша, Золотой запас); круглая (Горшочек, Ницца); короткий цилиндр (Грибовский 37).

Установлено, что по окраске плодов в технической спелости все изучаемые сорта и гибриды можно разделить на темно-зеленые, светло-зеленые, бело-зеленые и бледно-зеленые (Горшочек, Сальвадор, Арал, Ардендо 174, Гри-

бовский 37, Даша, Искандер, Кавили, Лира, Марселла, Невира, Ницца, СВ 8575 ЯЛ, Суха, Удача, Донья Перфекта, Хьюго); светло-желтые и золотисто-желтоватые (Желтоплодный, Йеллоуфин, Золотой запас); бело-кремовый, светло-кремовый (Малыш, Горный).

При этом по длине кабачки подразделяются на длинные (от 22 до 35 см) – Удача, Сальвадор, Кавили, Йеллоуфин, Золотой запас, Горный; средней длины (от 15 до 20 см) – Ардендо 174, Грибовский 37, Даша, Желтоплодный, Искандер, Лира, Малыш, Марселла, СВ 8575 ЯЛ, Хьюго; короткие (от 10 до 15 см) – Арал, Горшочек, Суха.

В таблице 2 приведена характеристика сортов/гибридов кабачков по таким показателям, как состояние мякоти/кожицы и цвет мякоти.

Таблица 2

Морфологические и структурные показатели качества мякоти/кожицы кабачков
Morphological and structural quality indicators of squash pulp/skin

Сорт/гибрид	Состояние мякоти/ кожицы	Цвет мякоти
Арал	Нежная, но плотная	Светло-зеленая
Ардендо 174	Нежная, но плотная	Светло-зеленая
Горный	Нежная, но плотная	Светло-зеленая
Горшочек	Нежная /тонкая	Светло-зеленая
Грибовский 37	Нежная, но плотная	Светло-зеленая
Даша	Нежная /тонкая	Белая
Донья Перфекта	Нежная /тонкая	Кремовая
Золотой запас	Нежная, но плотная	Кремово-желтая
Желтоплодный	Нежная /тонкая	Кремово-желтая
Искандер	Нежная, но плотная	Светло-зеленая
Йеллоуфин	Нежная /тонкая	Нежно-кремовая
Кавили	Нежная /тонкая	Белая
Лира	Нежная, но плотная	Белая
Малыш	Нежная /тонкая	Белая
Марселла	Нежная, но плотная	Белая
Невира	Нежная, но плотная	Светло-зеленая
Ницца	Нежная, но плотная	Белая
Сальвадор	Нежная, но плотная	Желтая
СВ 8575 ЯЛ	Нежная /тонкая	Белая
Суха	Нежная, но плотная	Светло-зеленая
Удача	Нежная, но плотная	Светло-зеленая
Хьюго	Нежная /тонкая	Светло-зеленая
Якорь	Нежная /тонкая	Светло-зеленая
Ясна	Нежная /тонкая	Светло-зеленая

Установлено, что к плодам с плотной кожей относятся кабачки сортов: Арал, Ардендо 174, Горный, Грибовский 37, Золотой запас, Искандер, Лира, Марселла, Невира, Ницца, Сальвадор, Суха, Удача.

Сорта и гибриды кабачков отличаются по степени и характеру устойчивости к болезням и урожайности (табл. 3).

Физиологические показатели качества кабачков
Physiological indicators of zucchini quality

Сорт/гибрид	Устойчивость к болезням	Устойчивость к механическим повреждениям
Арал	Высокая устойчивость к вирусам желтой мозаики	Высокая
Ардендо 174	Устойчив к мучнистой и ложномучнистой росам, вирусам желтой мозаики	Высокая
Горный	Устойчив к мучнистой росе, прикорневой гнили	Высокая
Горшочек	Устойчив к комплексу основных болезней плесени, корневой гнили, вирусам желтой мозаики	Средняя
Грибовский 37	Устойчив к гнилям плодов, мучнистой росе и бактериозу	Высокая
Даша	Устойчив к грибковым (пероноспориоз, все виды гнилей) и бактериозным поражениям (бактериоз)	Средняя
Донья Перфекта	Устойчив к бактериозу и пероноспориозу	Средняя
Желтоплодный	Устойчив к грибным гнилям и антракнозу	Высокая
Золотой запас	Устойчив к ложной мучнистой росе	Средняя
Искандер	Устойчив к гнилям плодов, мучнистой росе и бактериозу	Высокая
Йеллоуфин	Устойчив к мучнистой росе, бактериозу	Средняя
Кавили	Устойчив к мучнистой росе, вирусам желтой мозаики	Низкая
Лира	Устойчив к мучнистой росе	Средняя
Малыш	Устойчив к мучнистой росе, вирусам желтой мозаики	Средняя
Марселла	Устойчив к бактериозу и пероноспориозу, мучнистой росе	Высокая
Невира	Устойчивы к мучнистой росе, прикорневой гнили	Средняя
Ницца	Высокая устойчивость к вирусам желтой мозаики	Средняя
Сальвадор	Устойчив к мучнистой росе, вирусам желтой мозаики	Средняя
СВ 8575 ЯЛ	Устойчив к мучнистой росе, бактериозу	Средняя
Суша	Устойчив к грибным гнилям и антракнозу	Высокая
Удача	Устойчив к ложной мучнистой росе	Высокая
Хьюго	Устойчив к комплексу основных болезней плесени, корневой гнили, вирусам желтой мозаики	Средняя
Якорь	Устойчив к мучнистой росе, бактериозу	Средняя
Ясна	Устойчив к грибным гнилям и антракнозу	Средняя

Из представленных выше данных можно отметить, что практически все сорта/гибриды имеют высокую устойчивость к болезням. Наиболее урожайными являются сорта и гибриды: Искандер, Калазина, Суша, Хьюго.

По устойчивости к механическим повреждениям кабачки подразделяются на среднюю (Горшочек, Даша, Донья Перфекта, Йеллоуфин, Лира, Малыш, Невира, Ницца, Сальвадор, СВ 8575 ЯЛ, Хьюго); высокую (Арал, Ардендо 174, Горный, Грибовский 37, Золотой запас, Искандер, Лира, Марселла, Невира, Ницца, Сальвадор, Суша, Удача).

В таблице 4 приведена характеристика сортов/гибридов кабачков по товарности плодов,

являющейся важным показателем качества, для определения которой необходимо установить уровень урожайности. Причем высокий сбор урожая обеспечит высокую товарность только при соблюдении выравненности по форме, величине, равномерности созревания плодов [10].

Установлено, что низкой товарностью (до 75 %) характеризуются такие сорта, как Желтоплодный, Лира, Малыш, Невира, Ницца, СВ 8575 ЯЛ, Суша; высокой (от 84,0 до 88,0 %) и очень высокой (99 %) товарностью характеризуются такие сорта, как Арал, Ардендо 174, Горный, Горшочек, Грибовский 37, Даша, Донья Перфекта, Золотой запас, Искандер, Йеллоуфин, Кавили, Марселла, Сальвадор, Удача, Хьюго.

Характеристика сортов кабачков по товарности
Characteristics of zucchini varieties by marketability

Сорт/гибрид	Урожайность, ц/га		Длительность вегетационного периода, дней	Товарность плодов, %
	общая	товарная		
Арал	От 468 до 1056	От 384 до 555	От 30 до 32	99 (очень высокая)
Ардендо 174	От 497 до 1452	От 196 до 512	От 40 до 45	99 (очень высокая)
Горный	От 517 до 603	От 307 до 736	От 42 до 50	От 84 до 88 (высокая)
Горшочек	От 515 до 935	От 362 до 657	От 40 до 60	От 84 до 88 (высокая)
Грибовский 37	От 430 до 1771	От 305 до 894	От 45 до 55	99 (очень высокая)
Даша	От 418 до 1004	От 386 до 655	От 38 до 41	99 (очень высокая)
Донья Перфекта	От 423 до 1672	От 492 до 842	От 35 до 40	99 (очень высокая)
Желтоплодный	От 306 до 781	От 256 до 477	От 45 до 50	От 60 до 75 (средняя)
Золотой запас	От 500 до 916	От 200 до 400	От 45 до 53	От 84 до 88 (высокая)
Искандер	От 511 до 936	От 372 до 654	От 40 до 45	От 84 до 88 (высокая)
Йеллоуфин	От 432 до 1154	От 306 до 781	От 40 до 45	99 (очень высокая)
Кавили	От 580 до 735	От 350 до 541	От 40 до 42	От 84 до 88 (высокая)
Лира	От 408 до 1235	От 200 до 231	От 38 до 42	От 60 до 75 (средняя)
Малыш	От 699 до 744	От 127 до 258	От 36 до 38	От 60 до 75 (средняя)
Марселла	От 679 до 877	От 306 до 781	От 48 до 53	От 84 до 88 (высокая)
Невира	От 418 до 746	От 386 до 655	От 35 до 40	От 60 до 75 (средняя)
Ницца	От 286 до 716	От 347 до 613	От 38 до 42	От 60 до 75 (средняя)
Сальвадор	От 679 до 744	От 382 до 531	От 45 до 55	От 84 до 88 (высокая)
СВ 8575 ЯЛ	От 372 до 591	От 493 до 846	От 40 до 45	От 60 до 75 (средняя)
Суша	От 408 до 1235	От 338 до 805	От 35 до 37	От 60 до 75 (средняя)
Удача	От 699 до 744	От 342 до 564	От 36 до 38	От 84 до 88 (высокая)
Хьюго	От 580 до 735	От 420 до 500	От 40 до 45	От 84 до 88 (высокая)
Якорь	От 468 до 1056	От 384 до 555	От 38 до 41	От 60 до 75 (средняя)
Ясна	От 372 до 591	От 493 до 846	От 40 до 45	От 60 до 75 (средняя)

Продолжительность вегетационного периода существенно влияет на урожайность кабачков, а следовательно, на его товарность. С сокращением времени вегетации увеличивается товарность плодов кабачков, так как сбор происходит быстрее, а соответственно степень вероятности поражения растений и плодов основными заболеваниями существенно сокращается. Таким образом, товарность обеспечивается за счет появления минимального количества плодов, несоответствующих норме и поврежденных [11].

В зависимости от такого показателя, как «длительность периода вегетации», кабачки делятся на раннеспелые (Невира, Арал, Ардендо 174, Горный, Горшочек, Даша, Донья Перфекта, Искандер, Йеллоуфин, Кавили, Лира, Малыш, Марселла. Невира, СВ 8575 ЯЛ, Суша, Удача, Хьюго); среднеспелые (Грибовский 37,

Желтоплодный, Ницца, Сальвадор); позднеспелые (Золотой запас).

Для изготовления сушеных кабачков с высокими показателями качества плоды должны быть целыми, здоровыми, чистыми и свежими, спелыми, но не перезревшими; не должны иметь механических повреждений и повреждений, вызванных низкими температурами, признаков гнили или плесени, а также других дефектов. Цвет должен быть равномерным и характерным для данного сорта, соответствовать степени зрелости и не иметь темных пятен, которые могут указывать на начало гниения или рост грибка. Форма и размер должны быть типичными для ботанической разновидности, например конической, цилиндрической, сферической или кубовидной, а размеры должны находиться в пределах нормы для конкретной разновидности. Консистенция должна быть упру-

гой, сочной, без чрезмерной мягкости. Кабачки должны быть свободны от насекомых-вредителей, болезнетворных микроорганизмов и посторонних примесей. Лучше использовать ранние и среднеспелые сорта. Свежие кабачки, отвечающие этим требованиям, обеспечат высокое качество готовых сушеных кабачков, которые будут иметь превосходный вкус, текстуру и внешний вид.

Сопоставив данные показатели, были выбраны 7 сортов/гибридов, отвечающих наибольшей урожайности, высокой товарности и устойчивости к повреждениям: Ардендо 174, Грибовский 37, Донья Перфекта, Искандер, Марсела, Суха, Удача.

Данные сорта обладают характеристиками, определяющими пригодность кабачков к сушке:

- мякоть (плотная, позволяющая сохранить форму при сушке);
- устойчивость к болезням (высокая);
- устойчивость к механическим повреждениям (высокая);
- длительность периода вегетации (короткий) и срок созревания (раннеспелые);
- товарность плодов (хорошая и высокая).

Для дальнейшего исключения сортов/гибридов кабачков были проведены исследования физико-химических показателей кабачков (табл. 5).

Таблица 5

Физико-химические показатели кабачков
Physicochemical properties of zucchini

Сорт/гибрид	Содержание титруемых кислот, %	Содержание витамина С, мг/%	Массовая доля сахаров, %		Содержание растворимых сухих веществ, %
			общие	редуцирующие	
Ардендо 174	0,18	6,38	1,54	1,0	3,8
Грибовский 37	0,17	7,69	1,73	1,24	3,6
Донья Перфекта	0,17	8,26	1,87	2,1	3,6
Искандер	0,17	9,21	2,87	2,20	4,2
Марсела	0,18	10,1	2,65	2,14	4,2
Суха	0,18	9,54	2,79	2,0	4,1
Удача	0,17	10,47	2,90	2,17	4,0

Анализируя данные, приведенные в таблице 5, установлено, что в плодах кабачков содержится не менее 3,6–4,2 % сухих веществ. Наибольшее содержание сухих веществ отмечено в сортах Искандер, Марсела, Суха и Удача. Содержание титруемых кислот в исследуемых плодах кабачков колеблется на уровне от 0,17 до 0,18 %. Содержание витамина С составляет от 6,38 до 10,47 мг/100 г. Высокое содержание отмечено в сортах Удача, Марсела, Суха, Искандер, низкое (менее 6,38 мг/100 г) – сорт Ардендо 174. Установлено, что содержание общих сахаров в исследуемых сортах и гибридах кабачков составляет от 1,54 до 2,9 %.

Исходя из полученных результатов исследования физико-химических показателей, для дальнейшей работы был отобран гибрид Искандер. Выбранный образец характеризуется наилучшими свойствами плода для сушки: имеет толстую стенку, плотную мякоть, позволяющие

сохранить форму при сушке; имеет отличные органолептические показатели и проявляет высокую устойчивость к механическим повреждениям, что обеспечивает равномерную нарезку, вне зависимости от формы плода.

Изменения, происходящие в овощах во время сушки, в основном обусловлены повышением концентрации сухого вещества из-за потери влаги, расщеплением сложных соединений в результате гидролиза, а также различными ферментативными и неферментативными реакциями, в которых участвуют нестабильные компоненты. Изменение содержания влаги в кабачках в процессе сушки было определено на основе экспериментальных данных и представлено в виде кривых сушки (зависимости массовой доли влаги от времени сушки). На рисунке 1 приведена кривая влажности кабачков во времени при температуре 55 и 70 °С в ИК-сушке (комбинированной радиационно-конвективной).

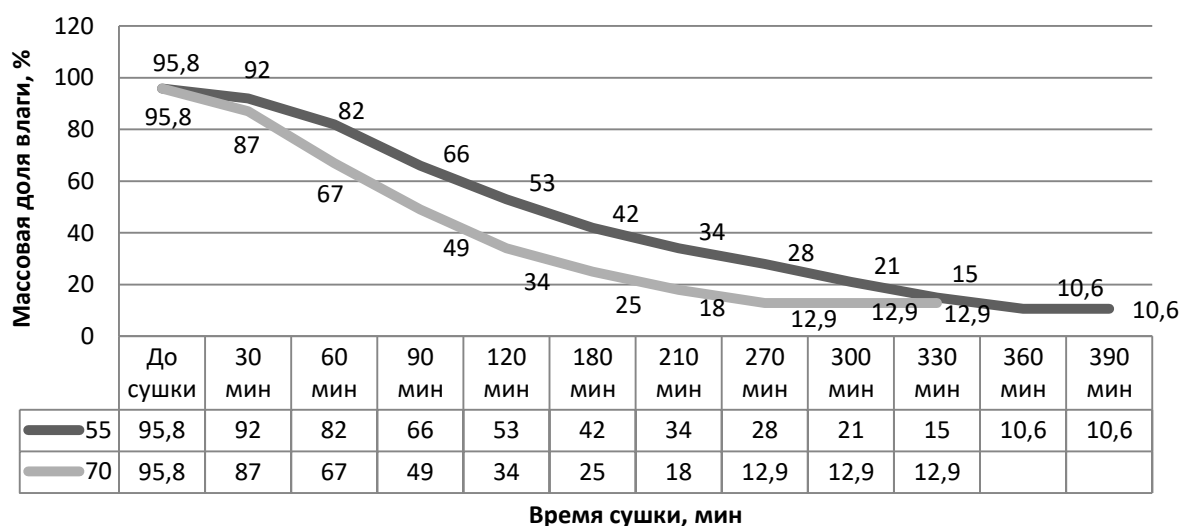


Рис. 1. Кривая сушки влажности кабачков во времени при температуре 55 и 70 °C в ИК-сушке (комбинированной радиационно-конвективной)

Curve of drying moisture content of zucchini over time at a temperature of 55 and 70 °C in IR drying (combined radiation-convective)

Результаты показали, что в течение первых 30 мин сушки кабачки проходят фазу нагрева с незначительной потерей влаги. Затем следует период продолжительностью около 120 мин, в течение которого линейно уменьшается количество влаги – период постоянной скорости сушки. После этого количество влаги уменьшается нелинейно – фаза с уменьшающейся скоростью сушки. Процесс завершается, когда содержание влаги достигает стабильного состояния, устанавливая динамический баланс между влажностью кабачков и влажностью воздуха при сушке. В частности, при температуре 55 °C равновесие достигается за 360 минут при влажности ($10,6 \pm 0,5$) %, а при температуре 70 °C для достижения равновесной влажности ($12,9 \pm 0,5$) % требуется 270 мин.

Построив и изучив кривые сушки, установлено, что чем выше температура сушки, тем меньше времени требуется для достижения равновесной влажности образцов кабачков, независимо от формы нарезки и способа сушки:

– ИК-сушка (комбинированная радиационно-конвективная): от 360 мин при 55 °C до 270 мин при 70 °C;

– конвективная сушка: от 390 мин при 55 °C до 300 мин при 70 °C.

С помощью кривых сушки были определены значения равновесной влажности в образцах кабачков в зависимости от формы нарезки и способа сушки (рис. 2).

Анализ изменения массовой доли влаги в образцах кабачков показывает, что до массовой

доли влаги, соответствующей требованиям стандарта (не более 14,00 %), продукт высушивается в течение (независимо от формы нарезки):

– при 70 °C: 270 мин с применением инфракрасного нагрева, 300 мин с применением конвективного нагрева;

– при 65 °C: 300 мин с применением инфракрасного нагрева, 330 мин с применением конвективного нагрева;

– при 60 °C: 330 мин с применением инфракрасного нагрева, 360 мин с применением конвективного нагрева;

– при 55 °C: 360 мин с применением инфракрасного нагрева, 390 мин с применением конвективного нагрева.

В процессе удаления воды из кабачков происходит конденсация сухих веществ внутри клеток, что приводит к повышению осмотического давления. Из-за этого повышенного давления микроорганизмы не могут использовать питательные вещества, содержащиеся в клетках. Во время сушки кабачков содержание сухого вещества увеличивается более чем в пять раз.

Исследование взаимосвязи между содержанием витамина С в кабачках и временем сушки показывает, что в первые 120 мин сушки содержание витамина С повышается как при инфракрасной, так и при конвективной сушке из-за интенсивного испарения влаги. После этого первоначального повышения содержание витамина С снижается из-за его разрушения в результате окисления. Важно отметить, что максимальное

содержание витамина С достигается не тогда, когда продукт достигает равновесного состояния по влаге. Тем не менее, было отмечено, что более низкие температуры неизменно способствуют более высокому содержанию витамина

С, независимо от формы нарезки и способа сушки. На рисунке 3 приведено изменение массовой доли витамина С в образцах кабачков в зависимости от формы нарезки и способа сушки.

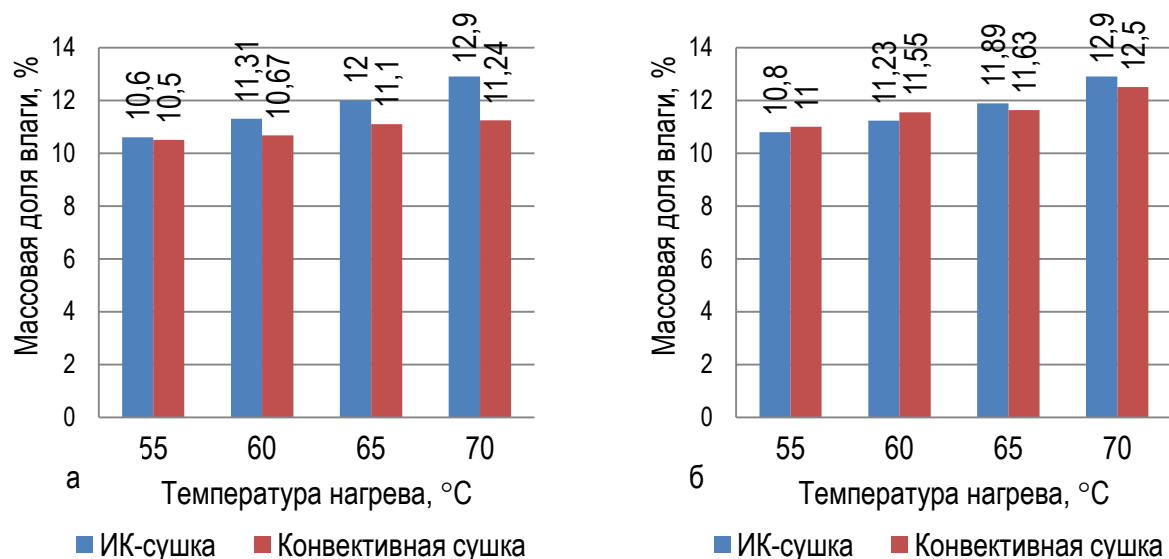


Рис. 2. Изменение равновесной влажности в образцах кабачков в зависимости от формы нарезки и способа сушки: а – нарезанные кружочками; б – нарезанные кубиком

Change in equilibrium moisture content in zucchini samples depending on the cutting form and drying method: а – sliced into circles; б – diced

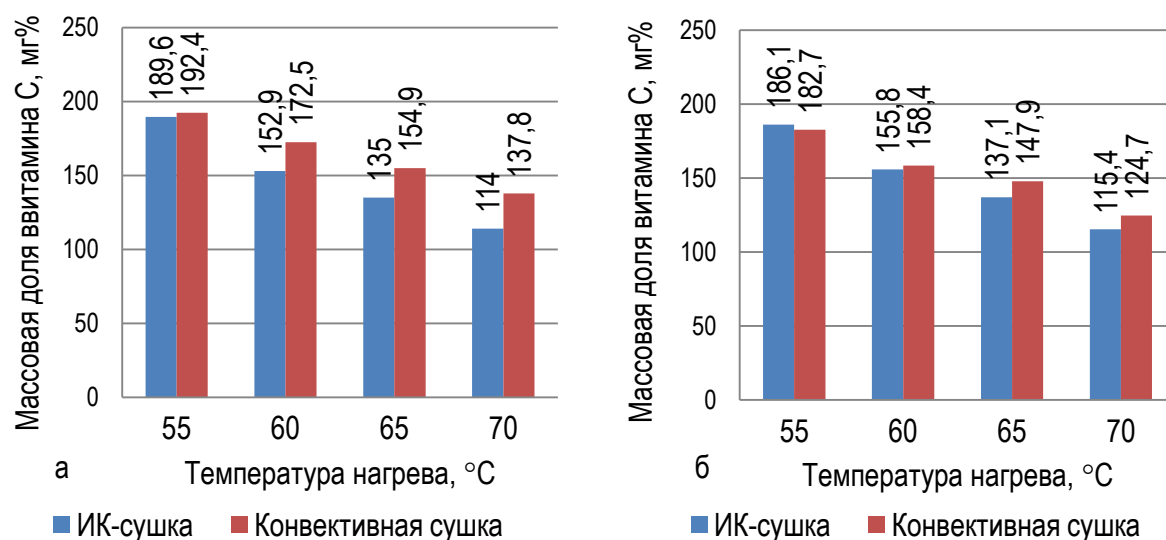


Рис. 3. Изменение массовой доли витамина С в образцах кабачков в зависимости от формы нарезки и способа сушки: а – нарезанные кружочками; б – нарезанные кубиком

Changes in vitamin C in zucchini samples depending on the cutting form and drying method: а – sliced into circles; б – diced

Установлено, что при конвективной сушке кабачков процент сохранения витамина С больше, чем при ИК-сушке. Немаловажное значение при сохранении витамина С оказал и способ нарезки

кабачков. Наибольшее количество витамина С при нарезке кабачков кружочками (5 мм) достигается при температуре сушки 55 °C:

– (189,6±5,7) мг% – при ИК-сушке;

– $(192,4 \pm 5,6)$ мг% – при конвективной сушке.
 При нарезке кабачков кубиком (10 мм) показатель содержания витамина С немного снижается:
 – $(186,1 \pm 5,6)$ мг% – при ИК-сушке;
 – $(182,7 \pm 5,5)$ мг% – при конвективной сушке.
 Содержание общих сахаров на первом этапе сушки возрастает за счет увеличения концентрации сухих веществ. К моменту окончания сушки

происходит потеря сахаров, что связано как с ферментативными, так и с неферментативными реакциями. В частности на снижение содержания сахаров оказывает влияние реакция меланоидинообразования и карамелизации сахаров. На рисунке 4 приведено изменение массовой доли общих сахаров в образцах кабачков в зависимости от формы нарезки и способа сушки.

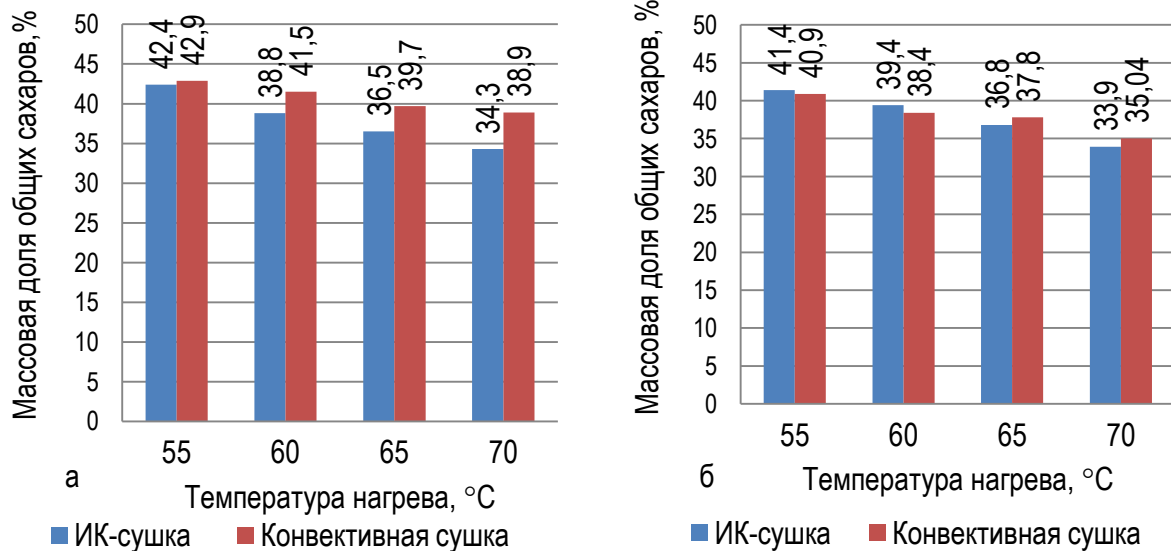


Рис. 4. Изменение массовой доли общих сахаров в образцах кабачков в зависимости от формы нарезки и способа сушки: а – нарезанные кружочками; б – нарезанные кубиком
 Change in total sugars in zucchini samples depending on the cutting form and drying method:
 а – sliced into circles; б – diced

Установлено, что чем выше температура сушки, тем ниже содержание общих сахаров, независимо от формы нарезки и способа сушки. Наибольшее количество общих сахаров при нарезке кабачков кружочками (5 мм) достигается при температуре сушки 55 °C:

- $(42,4 \pm 0,3)$ % – при ИК-сушке;
- $(42,9 \pm 0,3)$ % – при конвективной сушке.

При нарезке кабачков кубиком (10 мм) показатель общих сахаров немного снижается:

- $(41,4 \pm 0,3)$ % – при ИК-сушке;
- $(40,9 \pm 0,3)$ % – при конвективной сушке.

Также выявлено, что при конвективной сушке кабачков сохраняется большее количество сахаров, чем при ИК-сушке. Можно сделать вывод, что концентрация углеводов в сушеных кабачках не идентична исходному уровню сахара, если рассчитывать ее на эквивалентное сухое вещество. Кроме того, повышение температуры сушки приводит к более значительным потерям углеводов, особенно сахаров.

Целлюлоза представляет собой вещество нерастворимое ни в воде, ни в каких-либо органических растворителях. Тем не менее, она способствует выведению из организма человека токсических веществ и благотворно влияет на процесс пищеварения. Установлено, что в процессе сушки в результате обезвоживания сырья содержание целлюлозы также увеличивается. На рисунке 5 приведено изменение массовой доли целлюлозы в образцах кабачков в зависимости от формы нарезки и способа сушки. Установлено, что чем выше температура сушки, тем ниже содержание целлюлозы, независимо от формы нарезки и способа сушки. Наибольшее количество целлюлозы при нарезке кабачков кружочками (5 мм) достигается при температуре сушки 55 °C:

- $(16,5 \pm 1,8)$ % – при ИК-сушке;
- $(16,9 \pm 1,8)$ % – при конвективной сушке.

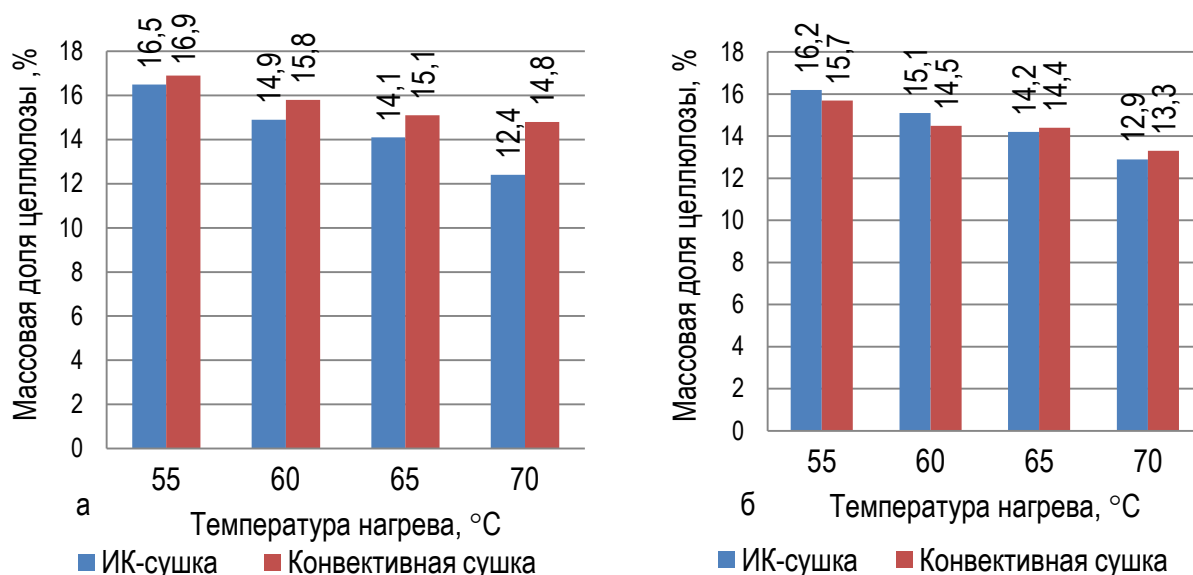


Рис. 5. Изменение массовой доли целлюлозы в образцах кабачков в зависимости от формы нарезки и способа сушки: а – нарезанные кружочками; б – нарезанные кубиком
 Changes in cellulose in zucchini samples depending on the cutting form and drying method: a – sliced into circles; b – diced

При нарезке кабачков кубиком (10 мм) показатель целлюлозы немного снижается:

- (16,2±1,7) % – при ИК-сушке;
- (15,7±1,7) % – при конвективной сушке.

Также выявлено, что при конвективной сушке кабачков сохраняется большее количество целлюлозы, чем при ИК-сушке.

Установлено, что содержание общих полифенольных веществ возрастает в первые 2 ч сушки за счет концентрирования сухих веществ, а затем начинает снижаться. На рисунке 6 приведено изменение массовой доли общих полифенольных веществ в образцах кабачков в зависимости от формы нарезки и способа сушки.

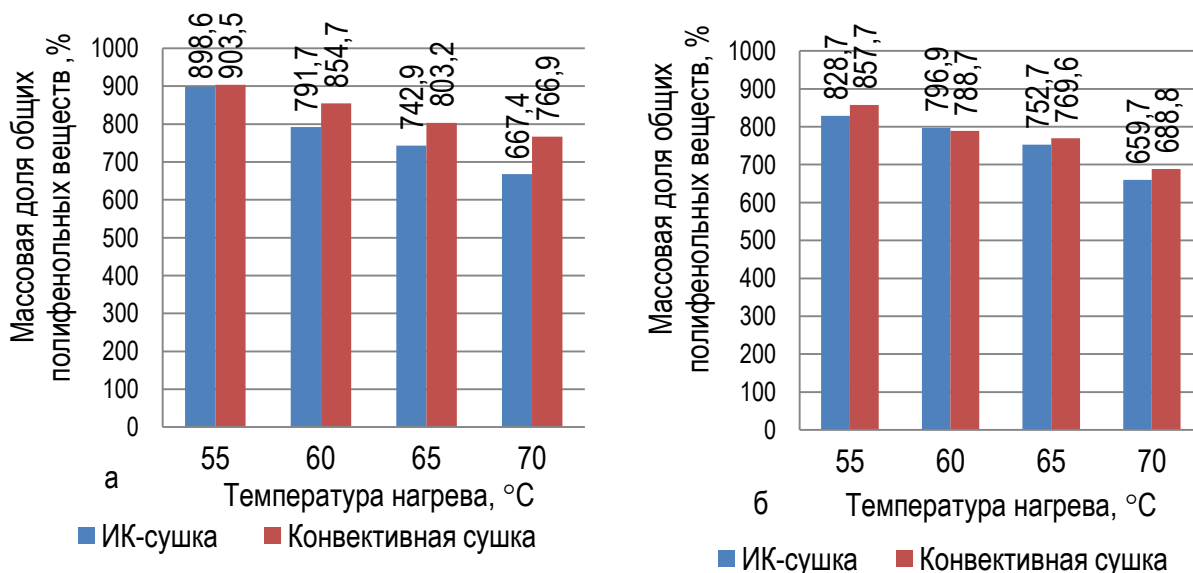


Рис. 6. Изменение массовой доли общих полифенольных веществ в образцах кабачков в зависимости от формы нарезки и способа сушки: а – нарезанные кружочками; б – нарезанные кубиком
 Changes in total polyphenolic substances in zucchini samples depending on the cutting form and drying method: a – sliced into circles; b – diced

Установлено, что чем выше температура сушки, тем ниже содержание общих полифенольных веществ, независимо от формы нарезки и способа сушки. Наибольшее количество общих полифенольных веществ при нарезке кабачков кружочками (5 мм) достигается при температуре сушки 55 °С:

- 898,6 мг% – при ИК-сушке;
- 903,5 мг% – при конвективной сушке.

При нарезке кабачков кубиком (10 мм) показатель общих полифенольных веществ немного снижается:

- 828,7 мг% – при ИК-сушке;
- 857,7 мг% – при конвективной сушке.

Также выявлено, что при конвективной сушке кабачков сохраняется большее количество общих полифенольных веществ, чем при ИК-сушке.

При обезвоживании начинается ряд сложных биохимических изменений. Ключевым начальным изменением является значительное умень-

шение объема овощей, что приводит к необратимым изменениям формы и объема. При сушке овощей происходят изменения цвета, вкуса и аромата, которые объясняются как ферментативными, так и неферментативными реакциями с участием полифенолов, а также реакцией Майяра. Вкус также меняется в результате преобразования флавоноидов в процессе сушки. Если во время сушки кабачки подвергаются воздействию слишком высоких температур, происходит термическая деградация нестабильных веществ. Также при сушке испаряющаяся влага увлекает за собой летучие вещества, что приводит к потере естественного аромата и появлению характерного запаха. На рисунке 7 приведен внешний вид образцов сушеных кабачков.

Органолептическую оценку проводили в соответствии с разработанной шкалой. Полученные результаты представлены на рисунке 8.

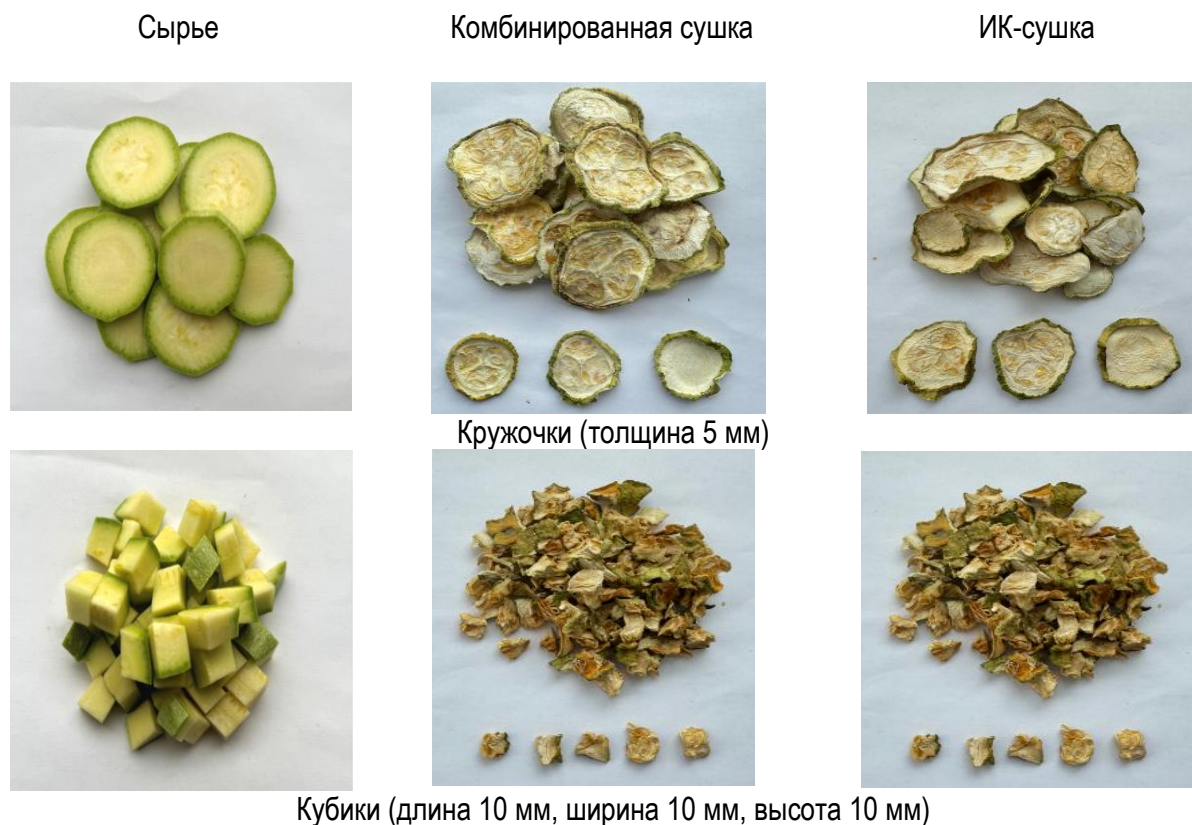


Рис. 7. Внешний вид кабачков в зависимости от формы нарезки и способа высушивания
 Appearance of zucchini depending on the cutting form and drying method

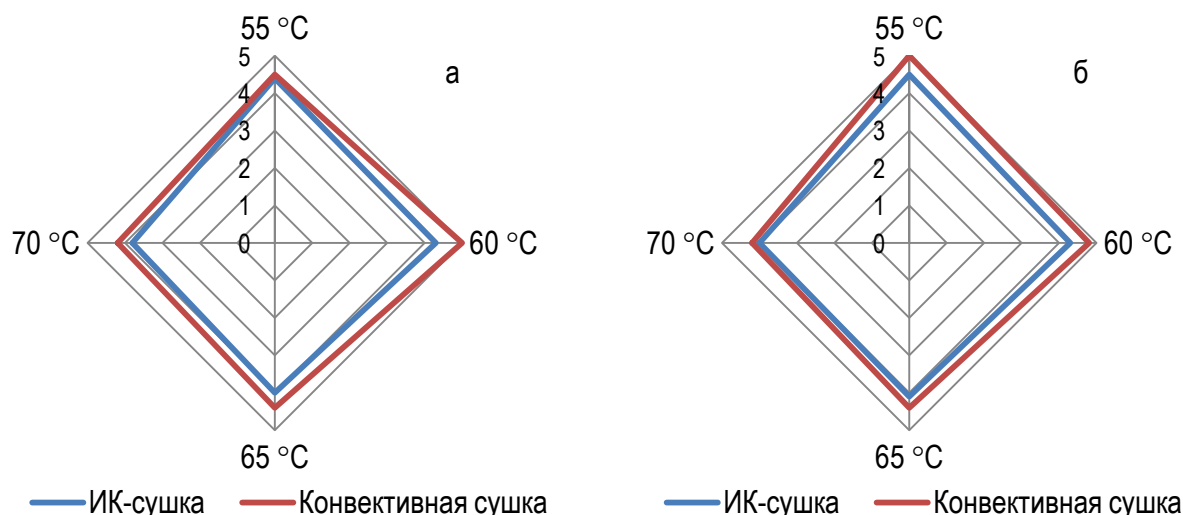


Рис. 8. Изменение органолептических показателей в образцах кабачков в зависимости от формы нарезки и способа сушки: а – нарезанные кружочками; б – нарезанные кубиком
Changes in organoleptic indicators in zucchini samples depending on the cutting form and drying method: a – sliced into circles; b – diced

Установлено, что наивысшие экспертные оценки получили образцы кабачков, подверженные конвективной сушке:

- нарезанные кружочками (5 мм) – с температурой сушки 60 °C в течение 360 мин;
- нарезанные кубиком (10 мм) – с температурой сушки 55 °C в течение 390 мин.

Таким образом, изучив физико-химические и органолептические показатели сушеных кабачков, установлено, что форма нарезки играет важное значение при выборе параметров сушки. Кабачки, нарезанные кружочками (толщиной 5 мм), достигают критической влажности быстрее, чем нарезанные кубиком (10 мм), поскольку кубики толще и имеют большую площадь поверхности. В связи с этим их сушка занимает больше времени. Кубики более склонны к высыханию, если температура будет слишком высокой или время сушки слишком долгим. В связи с этим кабачки, нарезанные кружочками (5 мм), необходимо сушить при температуре 60 °C в течение 360 мин. Кабачки, нарезанные кубиком (10 мм), необходимо сушить при температуре 55 °C в течение 390 мин. При такой температуре и времени сушки кабачки, нарезанные кружочками, будут сохнуть относительно быстро и риск пересушивания или поджаривания будет ниже. Для более толстых кусочков (кубики 10 мм) требуется более низкая температура и более длительное время сушки, чтобы предотвратить пересушивание.

Кабачки относятся к овощам с большим количеством влаги, причем свободной, не связанной. Структура клеток кабачков пористая и неплотная, что позволяет быстро испарять воду, тем самым сокращать время сушки. В связи с этим процесс сушки в конвективной сушилке, которая характеризуется равномерным распределением тепла, позволяет влаге равномерно испаряться из кабачков. В результате вода испаряется медленнее, и остаточная влажность в продукте может быть чуть выше. Это помогает избежать пересушивания некоторых частей и сохранения влажности в других.

При ИК-сушке тепло проникает в продукт глубоко и нагревает его более равномерно, но не так интенсивно, как при конвективной сушке. В ИК-сушилке кабачки пересушиваются из-за быстрого испарения влаги, к тому же интенсивное тепло может разрушить вкусовые качества и изменить цвет овощей.

В итоге, конвективная сушка лучше подходит для сушки овощей с высоким содержанием влаги, так как обеспечивает равномерную, мягкую и бережную сушку, сохраняя вкус, цвет и питательные вещества.

Изучение влияния формы нарезки сырья на продолжительность сушки и качество готовой продукции является важным для разработки технологии и оборудования для подготовки растительного сырья к сушке с применением электромагнитных полей крайне низких и сверхниз-

ких частот по следующим причинам. Во-первых, форма нарезки сырья может существенно влиять на скорость и равномерность процесса сушки. Например, более тонкая нарезка может обеспечить более быструю и однородную сушку, поскольку поверхность сырья будет больше, что облегчает отведение влаги. Изучение этого аспекта поможет оптимизировать процесс сушки, уменьшая его длительность и повышая эф-

фективность производства. Во-вторых, форма нарезки сырья может также влиять на качество готовой продукции. Например, неправильная форма нарезки может привести к неравномерному высушиванию сырья, а вследствие этого – к потере питательных веществ, изменению текстуры и вкусовых характеристик продукта.

В таблице 6 приведены рекомендованные параметры сушки обработанных ЭМП КНЧ овощей.

Таблица 6

Рекомендованные параметры сушки обработанных ЭМП КНЧ кабачков свежих
Recommended drying parameters for fresh zucchini treated with EMF KLF

Форма нарезки	Предварительная обработка ЭМП КНЧ	Рекомендованные параметры сушки		
		Тип сушки	Время сушки, мин	Температура сушки, °C
Кружочки (5 мм)	3 мТл, 40 Гц, 10 мин	Конвективная	60	360
Кубики (10×10 мм)	3 мТл, 40 Гц, 10 мин	Конвективная	55	390

Заключение. Для обеспечения сохранности и высокого качества продукции при сушке кабачков проведено обоснование выбора сортов/гибридов кабачков, наиболее подходящих для сушки, установлена оптимальная форма нарезки сырья, учитывая специфику применяемых электромагнитных полей и их воздействие на сырье в процессе сушки.

На основе морфологических, структурных и физиологических показателей качества кабачков было выделено 7 сортов/гибридов, отвечающих наибольшей урожайности, высокой товарности и устойчивости к повреждениям: Ардендо 174, Грибовский 37, Донья Перфекта, Искандер, Марселла, Суха, Удача. На основе полученных физико-химических показателей качества из 7 сортов/гибридов был отобран гибрид Искандер, который характеризуется наилучшими свойствами плода для сушки: имеет толстую стенку, плотную мякоть, позволяющие сохранить форму при сушке; имеет отличные органолептические показатели и проявляет высокую устойчивость к механическим повреждениям, что обеспечивает равномерную нарезку, вне зависимости от формы плода.

На втором этапе исследований было изучено влияние способа сушки на показатели качества сушеных кабачков и продолжительность сушки. Кабачки предварительно обрабатывали ЭМП КНЧ. Характер изменения влажности кабачков в ходе технологического процесса сушки установлен на основе проведенных экспери-

ментальных данных путем выведения кривых процесса сушки кабачков (зависимости массовой доли влаги от времени сушки). Подобраны оптимальные параметры (тип, температура и продолжительность) сушки кабачков, обеспечивающие высокие показатели качества и минимальные энергозатраты в процессе сушки: нарезанные кружочками (5 мм) – конвективная сушка (60 мин, 360 °C); нарезанные кубиками (10 мм) – конвективная сушка (55 мин, 390 °C). Установлено, что форма нарезки имеет значение при выборе параметров сушки. Кабачки, нарезанные кружочками (толщиной 5 мм), достигают критической влажности быстрее, чем нарезанные кубиком (10 мм), поскольку кубики толще и имеют большую площадь поверхности. В связи с этим их сушка занимает больше времени. Кубики более склонны к высушиванию, если температура будет слишком высокой или время сушки слишком долгим. В связи с этим кабачки, нарезанные кружочками (5 мм), необходимо сушить при температуре 60 °C в течение 360 мин. Кабачки, нарезанные кубиком (10 мм), необходимо сушить при температуре 55 °C в течение 390 мин. При такой температуре и времени сушки кабачки, нарезанные кружочками, будут сохнуть относительно быстро и риск пересушивания или поджаривания будет ниже. Для более толстых кусочков (кубики 10 мм) требуется более низкая температура и более длительное время сушки, чтобы предотвратить пересуши-

вание. Установлено, что конвективная сушка лучше подходит для сушки кабачков.

Таким образом, впервые на основе экспериментальных данных, определены оптимальные параметры конвективной сушки кабачков, учитывающие форму нарезки, что позволяет достичь высокого качества продукта при минимальных энергозатратах. Практическая значимость исследования заключается в разработке научно обоснованных оптимальных параметров

конвективной сушки кабачков, которые могут быть непосредственно внедрены в промышленные технологии пищевой переработки. Предложенные режимы сушки (кружочки 5 мм – 360 °С, 60 мин; кубики 10 × 10 мм – 390 °С, 55 мин) позволят повысить эффективность процесса, обеспечить высокое качество конечного продукта и минимизировать энергозатраты на производстве.

Список источников

1. Прудников А.Ю. Технология переработки сельскохозяйственной продукции посредством // Проблемы научной мысли. 2022. Т. 6, № 5. С. 59–64. EDN: DROOKX.
2. Кадырова З.Х., Абдуллаева М.А. Расширение возможностей производства сушеной продукции по экологически чистой технологии // Вестник Технологического университета Таджикистана. 2015. № 1 (24). С. 32–35. EDN: VUWDZN.
3. Холдоров Б.Б., Каримов Ш., Эрматов О.С., и др. Расширение возможностей производства сушеной продукции по экологически чистой технологии. В сб.: Наука, образование, инновации: апробация результатов исследований. 7 февраля 2020 г. Нефтекамск, 2020. С. 242–246. EDN: FUQLDZ.
4. Мулдабекова Б.Д., Иссаков Ш.А., Садуллаев Д.М., и др. Исследование влияния сублимационной сушки на сохранение питательных веществ и органолептических свойств овощей и фруктов // Universum: технические науки. 2024. № 9-3 (126). С. 8–11. EDN: BXKIBZ.
5. Королев А.А., Прокопенко А.В. Применение конвейерной комбинированной конвективно-микроволновой обработки для сушки фруктов и овощей // Тракторы и сельхозмашины. 2019. № 4. С. 85–90. DOI: 10.31992/0321-4443-2019-4-85-90. EDN: VVNPJM.
6. Яшин И.С., Тихомиров Д.А. Обзор современных сушильных установок для овощей и фруктов и способы повышения их энергоэффективности // Агротехника и энергообеспечение. 2022. № 4 (37). С. 175–181. EDN: FIHPRQ.
7. Андреева Е.В. Комбинированный метод сушки маслосодержащих продуктов. Конвективная сушка с использованием энергии электромагнитного поля высокой и сверхвысокой частоты // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. 2008. № 3. С. 693. EDN: JUDOAX.
8. Завалий А.А., Лаго Л.А., Рыбалко А.С. Сравнительная оценка энергоэффективности сушки ягод в компактных устройствах конвективной и инфракрасной сушки // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2020. № 22(185). С. 78–90. EDN: DAFSQL.
9. Афанасьев А.М., Никишова А.В., Сипливый Б.Н. Переходные процессы при сушке конвекцией и сушке инфракрасным излучением // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. 2017. Т. 60, № 10. С. 94–101. DOI: 10.6060/tcct.20176010.5568. EDN: ZTHYXB.
10. Клычов А. Сравнительная оценка урожайности и товарности плодов баклажана группы компаний «Гавриш». В сб.: Овощеводство – от теории к практике. 13 декабря 2022 г. Краснодар, 2022. С. 29–33. EDN: NZAURK.
11. Кузьмин С.В. Линии женского типа цветения как основа новых высокопродуктивных F1 гибридов кабачка // Овощи России. 2021. № 6. С. 71–75. DOI: 10.18619/2072-9146-2021-6-71-75. EDN: IRONHA.

References

1. Prudnikov AYu. Tehnologija pererabotki sel'skhozjajstvennoj produkcii posredstvom. *Problemy nauchnoj mysli*. 2022;6(5):59-64. (In Russ.). EDN: DROOKX.
2. Kadyrova ZKh, Abdullaeva MA. Rasshirenie vozmozhnostej proizvodstva sushenoj produkcii po ekologicheski chistoj tekhnologii. *Vestnik Tekhnologicheskogo universiteta Tadjikistana*. 2015;1(24):32-35. (In Russ.). EDN: VUWDZN.

3. Holdorov BB, Karimov Sh, Ermatov OS, et al. Rasshirenje vozmozhnostej proizvodstva sushenoj produkcii po ekologicheski chistoj tekhnologii. In: *Nauka, obrazovanie, innovacii: aprobaciya rezul'tatov issledovanij*. 7 Feb 2020. Neftekamsk, 2020;242-246. (In Russ.). EDN: FUQLDZ.
4. Muldabekova BD, Issakov ShA, Sadullaev DM, et al. Study of the effect of freeze-drying on the preservation of nutrients and organoleptic properties of vegetables and fruits. *Universum: tekhnicheskie nauki*. 2024;9-3:8-11. (In Russ.). EDN: BXKIBZ.
5. Korolev AA, Prokopenko AV. The use of combined convection-microwave processing line for drying fruits and vegetables. *Tractors and agricultural machinery*. 2019;4:85-90. (In Russ.). DOI: 10.31992/0321-4443-2019-4-85-90. EDN: VVNPJM.
6. Yashin IS, Tikhomirov DA. Review of modern drying installations for vegetables and fruits and ways to increase their energy efficiency. *Agrotehnika i energoobespechenie*. 2022;4:175-181. (In Russ.). EDN: FIHPRQ.
7. Andreeva EV. Kombinirovannyj metod sushki maslosoderzhashchih produktov. Konvektivnaya sushka s ispol'zovaniem energii elektromagnitnogo polya vysokoj i sverhвысокой chastity. *Pishchevaya i pererabatyvayushchaya promyshlennost'*. Referativnyj zhurnal. 2008;(3):693. (In Russ.). EDN: JUDOAX.
8. Zavaliy AA, Lago LA, Rybalko AS. Comparative Assessment of Energy Efficiency in Berry Drying Using Compact Convective and Infrared Dryers. *Transactions of taurida agricultural science*. 2020;22:78–90. (In Russ.). EDN: DAFSQL.
9. Afanas'ev AM, Nikishova AV, Siplivy BN. Transient Processes in Convective Drying and Infrared Radiation Drying. *Chemchemtech*. 2017;60(10):94-101. (In Russ.). DOI: 10.6060/tcct.20176010.5568. EDN: ZTHYXB.
10. Klychov A. Sravnitel'naya ocenka urozhajnosti i tovarnosti plodov baklazhana gruppy kompanij «Gavriush». In: *Ovoshchevodstvo – ot teorii k praktike*. 13 Dec 2022. Krasnodar, 2022:29-33. (In Russ.). EDN: NZAURK.
11. Kuzmin SV. Female flowering lines as the basis for new highly productive F1 zucchini hybrids. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(6):71-75. (In Russ.). DOI:10.18619/2072-9146-2021-6-71-75. EDN: IRONHA.

Статья принята к публикации 21.04.2025 / The article accepted for publication 21.04.2025.

Информация об авторах:

Григорий Анатольевич Купин¹, директор, кандидат технических наук

Татьяна Викторовна Першакова², ведущий научный сотрудник отдела хранения и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья, доктор технических наук, доцент

Анна Анатольевна Тягушева³, младший научный сотрудник отдела хранения и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья

Елизавета Сергеевна Семиряжко³, младший научный сотрудник отдела хранения и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья

Information about the authors:

Grigory Anatolyevich Kupin¹, Director, Candidate of Technical Sciences

Tatyana Viktorovna Pershakova², Leading Researcher at the Department of Storage and Complex Processing of Agricultural Raw Materials, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

Anna Anatolyevna Tyagusheva³, Junior Researcher, Department of Storage and Complex Processing of Agricultural Raw Materials

Elizaveta Sergeevna Semiryazhko³, Junior Researcher, Department of Storage and Complex Processing of Agricultural Raw Materials

