

«М.А.Гендельманның 110 жылдығына арналған «Сейфуллин окулары – 19» халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының материалдары = Материалы международной научно-практической конференции «Сейфуллинские чтения – 19», посвященной 110 - летию М.А. Гендельмана». - 2023. - Т.І, Ч.І.- С. 384-387.

УДК 10167

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ СУШКИ НА НЕКОТОРЫЕ ПИЩЕВЫЕ ЦЕННОСТИ ПЛОДОВ БЕЛОГО ТУТОВНИКА

*Абхижит Т., исследователь
Султанова Ш.А., д.т.н.*

Ташкентский государственный технический университет, г. Ташкент

Тутовнику можно легко выращивать в различных экологических условиях, от тропических до умеренных климатических условий. При рассмотрении пищевой ценности тутовника (табл. 1) видно, что он является важным источником энергии. При рассмотрении общего состава важное место в компонентах занимают углеводы. Учитывая состав жирных кислот, линолевая кислота (С18:2) определялась с наибольшей скоростью (43,4-61,9%), за ней следует пальмитиновая кислота в диапазоне 12,06-24,8%. С учетом жирнокислотного состава установлено, что все виды тутовника богаты полиненасыщенными жирными кислотами. При рассмотрении витаминов видно, что тутовник является важным источником аскорбиновой кислоты. Железо, одно из минеральных веществ, является одним из важных компонентов минорного состава. Общее распределение состава плодов тутовника указывает на то, что они содержат функциональные компоненты, которые могут внести важный вклад с точки зрения питания и здоровья.

Плодов белого тутовника можно употреблять как в свежем, так и в сушеном виде. Благодаря своим питательным свойствам и содержащимся в них различным функциональным компонентам спрос на сухофрукты, особенно зимой, возрастает. Его также можно перерабатывать в такие продукты, как патока, джем, фруктовая мякоть, тутовая паста, уксус, концентрат фруктового сока и т.д. [1].

Таблица 1 - Пищевая ценность белого тутовника

Пищевая ценность	Содержания	Пищевая ценность	Содержания
Влажность (г/100 г сырого веса)	81,72	Витамин С	15,20
Пепел (%)	0,57	Р	247
Белок (г/100 г сухого веса)	1,55	К	1668
Клетчатка (г/100 г сухого веса)	1,47	Са	152
Общие углеводы (г/100 г	14,21	Мg	106

сухого веса)			
Масло (%)	1,10	Na	60
Энергетическая ценность (ккал/100 г с.в.)	67,36	Fe	4.2
Линолевая кислота (C18:2)	57,26	Cu	0,5
Олеиновая кислота (C18:1)	10,49	Mn	3,8
Пальмитиновая кислота (C16:0)	22,42	Zn	2,8

В данной работе было исследовано влияние различных способов сушки плодов белого и черного тутовника, которые являются важными ягодами для Узбекистана, и изменения питательных характеристик плодов, таких как органические кислоты. Что касается методов сушки, были использованы естественная сушка (40-45 °С), микроволновая сушка (180 Вт) и инфракрасная сушка (70 °С). При этом была предпринята попытка определить, какой метод сушки будет иметь наилучшую питательную ценность сушеных плодов тутовника.

Экстракцию органических кислот из влажных и сушеных образцов проводили с помощью модификации метода, описанного Бевилакуа и Калифано [2]. 10 г образца отбирали в центрифужные пробирки, затем к образцам добавляли 10 мл 0,009 NH₂SO₄ и гомогенизировали. Образцы перемешивали в течение 1 часа и центрифугировали при 14000 об/мин в течение 15 минут. Супернатант фильтровали через фильтровальную бумагу, затем пропускали через мембранный фильтр 0,45 мкм и в конце через картридж SEP-ПАК C18. Их вводили в устройство ВЭЖХ и разделяли в соответствующей колонке. Органические кислоты определяли при длинах волн 214 и 280 нм. В качестве подвижной фазы использовали 0,009 раствор NH₂SO₄. В качестве стандартов органических кислот использовали лимонную кислоту, яблочную кислоту, янтарную кислоту, фумаровую кислоту и щавелевую кислоту [3].

В образцах белого тутовника определяли шесть различных органических кислот и витамин С (аскорбиновую кислоту). Определенные органические кислоты; щавелевая кислота, лимонная кислота, винная кислота, яблочная кислота, янтарная кислота и фумаровая кислота. В зависимости от процесса сушки изменения состава органических кислот определялись и статистически значимы ($p < 0,05$). Наибольшее количество органических кислот, определенных в плодах белого тутовника в свежих плодах, было яблочной кислоты и было определено как 3,31 г/100 г. За этой органической кислотой следовала винная кислота в количестве 2,68 г/100 г. Помимо этих органических кислот, количество других органических кислот было определено ниже 1 г/100 г. Изменение органокислотного состава белого тутовника в зависимости от способов сушки показано в таблицах 2 и 3.

Количество щавелевой кислоты незначительно увеличивалось при сушке. Наибольшее увеличение было определено методом естественной сушки, и количество было определено как 2,88 г/100 г. В методе сушки в

конвективной инфракрасной сушильной установке максимальное содержание щавелевой кислоты было определено при нанесении при 70 °С (1,80 г/100 г). Наименьшее увеличение содержания щавелевой кислоты наблюдалось в образцах, обработанных с помощью СВЧ. Статистически все приложения находились в одной группе и находились в пределах 0,97-1,16 г/100 г.

Наблюдалось статистически значимое увеличение количества лимонной кислоты в зависимости от процесса сушки. Количество лимонной кислоты при естественной сушке было определено как 3,75 г/100 г. В методах инфракрасной сушки количество лимонной кислоты было определено при 10,32 г/100 г при 70 °С. Было обнаружено, что количество лимонной кислоты в приложениях, приготовленных с использованием СВЧ сушки, ниже, чем в методе инфракрасной сушки.

Количество винной кислоты имело тенденцию к увеличению в зависимости от способов сушки. В методе естественной сушки количество винной кислоты было определено как 3,60 г/100 г. В то время как винная кислота определялась как 0,75 г/100 г при инфракрасной сушке и она определялась как 0,88 г/100 г при методе сушки СВЧ.

Яблочная кислота, которая является наиболее распространенной органической кислотой в свежих ягодах, увеличивалась при сушке. При сравнении процессов сушки наибольшее увеличение было определено при способе инфракрасной сушки (70 °С), и количество было определено как 17,67 г/100 г. Было обнаружено, что увеличение содержания яблочной кислоты при сушке СВЧ выше, чем при естественной сушке. При мощности 180 Вт увеличение яблочной кислоты наблюдалось (16,30 г/100 г).

Таблица 2 - Влияние различных способов сушки на содержание щавелевой, лимонной, винной и яблочной кислот в плодах белого тутовника (*Morus alba* L) (г/100 г)

Способ сушки	Режим	Щавелевая кислота	Лимонная кислота	Винная кислота	Яблочная кислота
Инфракрасная сушка	70 °С	1,80±0,11	10,32±0,25	0,75±0,02	16,84±0,24
СВЧ сушка	180 Вт	1,16±0,05	5,52±0,18	0,88±0,07	16,30±0,31
Естественная сушка	40-45 °С	2,88±0,09	3,75±0,18	3,60±0,15	4,66±0,00

Аскорбиновая кислота (Витамин С) является одной из органических кислот, количество которых уменьшается при сушке. Количество аскорбиновой кислоты было определено как 13,40 мг/100 г при естественной сушке. Если в образцах, высушенных при 70 °С, количество аскорбиновой кислоты составляло 14,37 мг/100 г. Количество аскорбиновой кислоты при СВЧ сушки составляет 16,51 мг/100 г.

Таблица 3 - Влияние различных способов сушки на содержание витамина С, янтарной и фумаровой кислот в плодах белого тутовника (*Morus alba L*) (г/100 г)

Способ сушки	Режим	Витамин С	Янтарная кислота	Фумаровая кислота
Инфракрасная сушка	70 °С	14,37±0,09	2,69±0,21	0,13±0,00
СВЧ сушка	180 Вт	16,51±0,24	1,76±0,15	0,09±0,01
Естественная сушка	40-45 °С	13,40±0,16	3,24±0,18	1,31±0,13

При сушке плодов белого тутовника фумаровая кислота также проявляла склонность к винной кислоте. При естественной сушке количество фумаровой кислоты (1,31 г/100 г) было больше, чем в свежих плодах. Количество фумаровой кислоты уменьшалось в зависимости от температуры при СВЧ. Количество фумаровой кислоты составляло 0,09 г. Хотя количество фумаровой кислоты в плодах белого тутовника, высушенной в инфракрасном методом, было высшим и определялось как 0,13 г/100 г. В ходе исследования изучалось влияние различных методов сушки на содержание органических кислот и некоторые качественные показатели плодов белого тутовника, а также изучалась изменчивость, сформированная по результатам анализов основных компонентов. В ходе исследования скорость изменения биохимического состава плодов белого тутовника была определена как 75,7% в зависимости от различных методов сушки (рис. 1) [4].

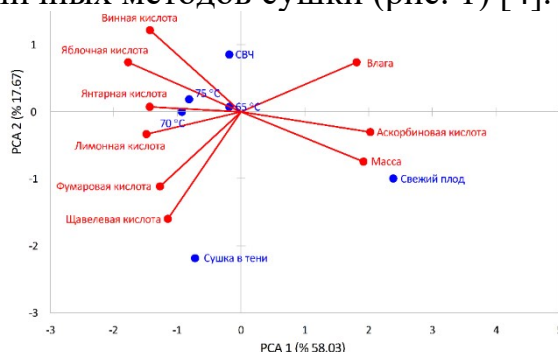


Рис. 1. Взаимосвязь между различными способами сушки и органических кислот в плодах белого тутовника

Значения органических кислот - винной кислоты, яблочной кислоты и янтарной кислоты находились в одной области варьирования при сушке в конвективной инфракрасной сушильной установке и сушки СВЧ. Было обнаружено, что содержание витамина С выше в свежих фруктах и находится в той же области колебаний, что и вес плода. Кроме того, в ходе исследования было установлено, что имело место параллельное изменение соотношений лимонной, фумаровой и щавелевой кислот.

Список использованной литературы

1. Doymaz I. Pretreatment effect on sun drying of mulberry fruits (*Morus Alba L.*). *Journal of Food Engineering*, 2004, 65(2): 205-209.

2. Абхижит Тараваде, Самандаров Д.И., Сафаров Ж.Э., Султанова Ш.А. Определение аминокислотных компонентов в плодах тутовника при использовании различных способов сушки. // *Universum: технические науки*. –Москва, 2022. №10(100), часть 2. С.49-54.

3. Tarawade A., Samandarov D.I., Azimov T.Dj., Sultanova Sh.A., Safarov J.E. Theoretical and experimental study of the drying process of mulberry fruits by infrared radiation / *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 1112 (2022) 012098. P.1-8.

4. Абхижит Тараваде, Самандаров Д.И., Сафаров Ж.Э., Султанова Ш.А. Определение флавоноидов в высушенных плодах тутовника с помощью различных способов сушки. // *Развитие науки и технологий*. Бухара, 2022. №5. С.48-52.