

ВАКУУМНАЯ СУШКА СОРТОВ ЧЕРЕШНИ ЛЯЗАТ, МЕРЕЙ И АЙГЕРИМ ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В ЮЖНЫХ РЕГИОНАХ РК

Р.С. АЛИБЕКОВ^{ID}, А.У. ШИНГИСОВ*^{ID}, С.У. ЕРКЕБАЕВА^{ID}
Э.А. ГАБРИЛЬЯНЦ^{ID}, Э.У. МАЙЛЫБАЕВА^{ID}, У.У. ТАСТЕМИРОВА^{ID}

(Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, г. Шымкент, Тауке- хана 5)
Электронная почта автора корреспондента : azret_utebai@mail.ru*

В данной статье представлены результаты вакуумной сушки сортов черешни: Лязат, Мерей и Айгерим. Динамика испарения влаги показывает, что наибольшее количество влаги испаряется в отрезке времени от начала до 4,0 ч времени сушки. Например, в сорте черешни Айгерим в рассмотренном отрезке времени за каждый час времени сушки в зависимости от сорта черешни испаряется в среднем 3,21 г влаги, а в последующее время сушки интенсивность испарения влаги монотонно снижается от 3,21г до 1,5 г. По достижении критической влажности в продукте испарение влаги резко снижается от 1,5г до 0,075г и ниже. Аналогичные результаты с незначительными отличиями испарения влаги наблюдаются и для других сортов черешни. Незначительные отличия характера испарения влаги в рассмотренных сортах черешни объясняются химическим составом, формой связи влаги в продукте. Исследованиями установлено, что при сушке черешни наблюдаются два периода сушки. Длительность первого периода сушки для всех изученных сортов черешни в среднем составляет 6,10...6,25 часов, а для второго периода 4,50...4,35 часов. Критическая влажность для всех рассмотренных сортов черешни в среднем составляет 30,5...30,7%. Полученные экспериментальные данные кинетики испарения влаги и кривая скорости сушки черешни на следующем этапе исследования позволяют выбрать оптимальные режимы их сушки.

Ключевые слова: черешня, вакуумная сушка, кинетика испарения влаги.

ҚР ОҢТҮСТІК АЙМАҚТАРЫНДА ӨСЕТІН ШИЕ ЛЯЗАТ, МЕРЕЙ ЖӘНЕ ӘЙГЕРІМ СҮРТТАРЫН ВАКУУМДЫ КЕПТІРУ

Р.С. АЛИБЕКОВ, А.У. ШИНГИСОВ*, С.У. ЕРКЕБАЕВА
Э.А. ГАБРИЛЬЯНЦ, Э.У. МАЙЛЫБАЕВА, У.У. ТАСТЕМИРОВА

(М.Әуезов, Оңтүстік Қазақстан университеті Шымкент қ, Тауке хан 5)
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы azret_utebai@mail.ru*

Мақалада Лязат, Мерей және Әйгерім шие сорттарын вакуумда кептіру нәтижелері берілген. Ылғалдың булану динамикасы кептіру уақытының басынан бастап 4,0 сағат аралығында ылғалдың ең көп мөлшері буланатынын көрсетеді. Мысалы, «Әйгерім» шие сортында қарастырылған уақыт кезеңінде, шие сортына байланысты кептіру уақытының әрбір сағаты үшін орташа есеппен 3,21г ылғал, ал келесі кептіру уақытында ылғалдың булану қарқындылығы монотонды түрде 3,21г – нан 1,5 г -ға дейін төмендейді. Булану өніміндегі шекті ылғалдылыққа жеткенде, ылғалдың булануы 1,5г–нан 0,75 г және одан төменге дейін күрт төмендейді. Осындай заңдылық шиенің басқа сорттары үшін байқалады. Қарастырылып отырған шие сорттарындағы ылғалдың булану сипатындағы шамалы айырмашылықтар шиелердің химиялық құрамымен, өнімдегі ылғалдың байланыс формасымен түсіндіріледі. Зерттеулер көрсеткендей шиені кептіру кезінде кептірудің екі кезеңі бар екені анықтады. Шиенің барлық зерттелген сорттары үшін бірінші кептіру кезеңінің ұзақтығы орташа 6,10...6,25 сағат болса, екінші кезең ұзақтығы 4,50...4,35 сағатты құрады. Барлық қарастырылатын шие сорттары үшін шекті ылғалдылық орташа есеппен алғанда 30,5...30,7% құрады. Ылғалды булану кинетикасы және зерттеудің келесі кезеңінде шиенің кептіру жылдамдығының қисығы бойынша алынған тәжірибелік мәліметтер оларды кептірудің оңтайлы режимдерін таңдауға мүмкіндік береді.

Негізгі сөздер: шие, вакуумда кептіру, ылғалдың булану кинетикасы.

VACUUM DRYING OF CHERRY VARIETIES LYAZAT, MEREY AND AIGERIM GROWING IN THE SOUTHERN REGIONS OF RK

R.S. ALIBEKOV, A.U. SHINGISOV*, S.U. YERKEBAYEVA,
E.A. GABRILYANTS, E.U. MAILYBAYEVA, U.U. TASTEMIROVA

(M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Tauke Khan 5)
Corresponding e-mail: ru:azret_utebai@mail.ru*

This article presents the results of vacuum drying of cherry varieties: Lyazat, Merey and Aigerim. The dynamics of moisture evaporation shows that the largest amount of moisture evaporates in the time interval from the beginning to 4.0 hours of drying time. For example, in the Aigerim sweet cherry variety, in the considered period of time, for each hour of drying time, depending on the sweet cherry variety, an average of 3.21 g of moisture, and over the next drying time, the intensity of moisture evaporation monotonously decreases of 3,21 g to 1.5 g. Upon reaching the critical humidity in the product of evaporation, moisture drops sharply of 1.5 g to 0.75 g and below. Similar results with slight differences in moisture evaporation are observed for other varieties of cherries. Slight differences in the nature of moisture evaporation in the considered varieties of cherries are explained by the chemical composition, the form of moisture bonding in the product. Studies have established that when drying cherries, two periods of drying are observed. The duration of the first drying period for all studied varieties of cherries averages 6.10...6.25 hours, and the second period 4.50...4.35 hours. The critical humidity for all considered sweet cherry varieties averages 30.5 ... 30.7%. The obtained experimental data on the kinetics of moisture evaporation and the curve of the drying rate of cherries at the next stage of the study make it possible to choose the optimal modes of their drying.

Keywords: sweet cherry, vacuum drying, moisture evaporation kinetics.

Введение

В последние десятилетия учеными аграрного сектора Казахстана разработаны различные перспективные отечественные сорта черешни и другие виды ягод [1,2], отличающиеся от традиционных содержанием фенольных веществ и химическим составом. Их можно использовать в пищевой промышленности для создания новых пищевых продуктов ориентированных на целевые группы: детей, беременных и кормящих женщин, пожилых людей, спортсменов и др.

Актуальной задачей пищевой промышленности Казахстана является исследование состава сортов черешни, произрастающих в южных регионах Казахстана с целью использования в качестве биологически активной добавки, улучшающей качественные составы традиционных и новых пищевых продуктов.

Учитывая, что черешня, как и многие другие виды ягод, массово высеивается в летне – осенний период, поэтому большинство пищевых предприятий, производящих функциональные продукты питания, подвергают сушке с целью равномерного обеспечения своих потребностей.

Основными традиционными потребителями сухих порошков черешни являются молочная, кондитерская, хлебобулочная промышленности, а также предприятия, произво-

дящие концентрированные завтраки быстрого приготовления и детское питание.

Известно, что при сушке происходят сложные нестационарные тепло- и массообменные процессы между продуктом и сушильным агентом [3,4,5,6,7,8,9], в результате чего меняются свойства продукта.

Одним из перспективных методов сушки ягод и фруктов с целью максимально сохранения их исходных качеств является сублимационная сушка [10,11,12]. К сожалению, недостатком этого метода считается высокая стоимость технологического оборудования и, соответственно, на получаемый продукт тоже возрастает цена.

В пищевой промышленности также применяется инфракрасный метод сушки [13,14]. С применением этого метода сушки высушиваемый продукт получается с сохранением цвета, вкуса и запаха, легко восстанавливает свои свойства. Кроме того, в процессе сушки одновременно происходит стерилизация высушиваемого продукта. С точки зрения максимального сохранения витаминного состава этот метод уступает вакуумной сушке [15]. Как известно, при вакуумной сушке исключаются окисления высушиваемого продукта кислородом воздуха, и сушка производится при температуре не выше 40⁰С, в результате чего не нарушается витаминный состав продукта.

Как известно из теории сушки, качество высушенных продуктов зависит от интенсивности удаления влаги из продукта, т.е. кинетики сушки. Для определения закономерности кинетики сушки, соответствующей оптимальному режиму сушки, необходимо установить закономерности испарения влаги с поверхности продукта и изменения влажности продукта в процессе его сушки. Исходя из вышеизложенного, в данной работе приведены результаты исследования динамики испарения влаги и изменения влажности в сортах черешни в процессе их сушки.

Материалы и методы исследований

В данном исследовании использовались следующие сорта черешни: Лязат, Мерей и Айгерим 2022 года урожая, приобретенные в ТОО «АМАНГЕЛЬДЫ-АГРО».

Изменение массы продукта в процессе сушки измеряли с помощью весов марки- CAS MWP-300H.

Описание экспериментальной установки вакуумной сушки и методика определения кинетики сушки приведены в работе [15].

Результаты и их обсуждение

Характер кривой испарения влаги при вакуумной сушке черешни приведен на рисунке 1.

Как видно из рисунка 1, характер изменения кривой испарения влаги при сушке черешни имеет сложный вид. В интервале времени между началом процесса сушки до 4-х часов времени сушки происходит интенсивное испарение влаги, а затем интенсивность монотонно снижается. Далее после достижения критической влажности происходит резкое снижения интенсивности испарения влаги. В качестве примера рассмотрим кривую изменения испарения влаги при сушке сорта Айгерим.

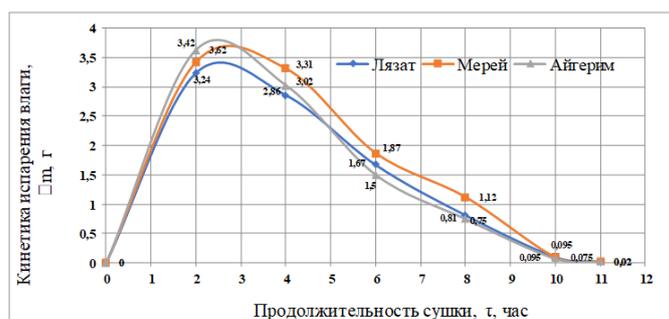


Рисунок 1 – Кривая испарения влаги с поверхности черешни

Анализ кривой испарения влаги сорта Айгерим показывает, что от начала сушки до 4-х часов времени сушки из продукта за каждые два часа времени в среднем испаряется 3,21г влаги, а последующее время сушки интенсивность монотонно снижается от 3,21г до 1,5 г. При достижении критической влажности испарение влаги резко снижается от 1,5г до 0,075г ниже. Аналогичные результаты с незначительными отличиями испарения влаги наблюдаются и для других сортов черешни. Незначительные отличия характера испарения влаги в других сортах черешни объясняется химическим составом и формы связи влаги в продукте.

По опытным данным кривой испарения влаги были определены изменения влажности продукта в процессе его сушки. Результаты представлены на рисунке 2.

Как видно из рисунка 2 при сушке черешни наблюдаются два периода. Длительность первого периода сушки для всех изученных сортов черешни в среднем составляет 6,10...6,25 часов, а во втором периоде 4,50...4,35 часов. Критическая влажность для всех рассмотренных сортов черешни в среднем составляет 30,5...30,7%.

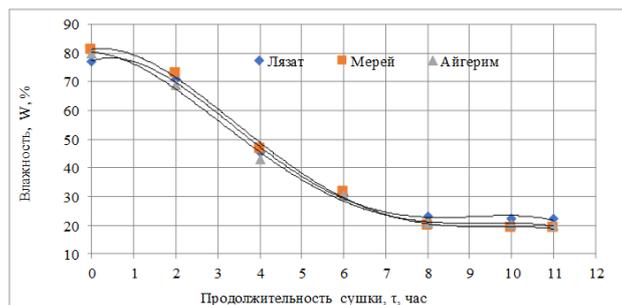


Рисунок 2 -Кривая скорости сушки черешни

Экспериментальные данные кривой сушки были обработаны на компьютере с помощью программы "Excel-2003".

Общий вид нелинейной модели описывается уравнением регрессии:

$$W_n = A \cdot \tau^4 + B \cdot \tau^3 + C \cdot \tau^2 + D \cdot \tau + E$$

Числовые значения коэффициентов А, В, С, D и E приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Числовые значения коэффициентов А, В, С, D и E

Сорт черешни	Значения коэффициентов					Достоверность аппроксимации R ²
	A	B	C	D	E	
Лязат	-0,030	0,770	-5,618	4,625	-77,27	0,997
Айгерим	-0,022	0,551	-3,807	0,863	80,31	0,996
Мерей	-0,023	0,621	-4,655	2,123	81,27	0,997

Заклучение,выводы

На основании вышеизложенных данных можно сделать вывод о том, что при сушке черешни наибольшее количество влаги испаряется в первые четыре часа времени сушки, а последующее время сушки монотонно снижается. После достижения критической точки испарение влаги резко сокращается. Незначительные отличия характера испарения влаги в сортах черешни объясняются химическим составом и формой связи влаги в продукте.

Для всех сортов черешни длительность первого периода сушки в среднем составляет 6,10...6,25 часов, а второго периода 4,50...4,35 часов. Критическая влажность для всех сортов черешни в среднем составляет 30,5...30,7%.

Полученные экспериментальные данные кинетики испарения влаги и кривая скорости сушки черешни на следующем этапе исследования позволяют выбрать оптимальные режимы сушки.

Благодарность, конфликт интересов (финансирование)

Авторы выражают признательность Министерству сельского хозяйства Республики Казахстан за финансовую поддержку проекта (BR10764977) и Алме Нураловне Архабаевой за софинансирование проекта.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Манарова Д.Г., Казыбаева С.Ж. Новые сорта и гибридные формы винограда окрашенных технических сортов казахстанской селекции //Известия НАН РК Алматы, 2015.- №4.- С76-79.
- Салько С, Алишеров А. Казахстанские фермеры, которые выращивают ягоды и фрукты на продажу. [Электронный ресурс]. Дата обновления: 14,06,2019
URL:<https://weproject.media/articles/detail/kazakhstanski-e-fermery-kotorye-vyrashchivayut-yagody-i-frukty-na-prodazhu/>(дата обращения: 12.02,2023).
- Кенжаев И.Г., Абдырахман уулу К, Абулова Н.Л. К вопросу разработки эффективного способа подвода тепла в процесс сушки сельхозпродуктов с использованием солнечной энергии//Вестник Ошского государственного университета,2019. -№2. - С 7-13.
- Перепрыгин Е.А., Рафалович И.С.Сушка как способ переработки пищевых продуктов / Сборник тезисов VI Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Том 1. Под общей редакцией А.Ю. Просекова, 2018 - С 248-251.
- Тепляшин, В.Н. Технологии и оборудование для сушки растительного сырья//В.Н. Тепляшин, Л.И. Ченцова, В.Н. Невзоров; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2019. – 173с.
- Семенов Г.В., Булкин М.С., Кузенков А.В. Современные направления научных исследований и технические решения по интенсификации процесса сублимационной сушки

в пищевой промышленности, фармпроизводствах и прикладной биотехнологии (Часть 1) // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств», 2015.- № 1. -С. 187-202.

7. Зорин А. С. Совершенствование технологии и технических средств комбинированной вакуумной сушки растительного сырья для производства чипсов: автореферат дис. канд. техн. наук. Мичуринск-наркоград РФ., 2019.-19с.

8. Курбанова М. Ж., Додаев К. О., Курбанов Ж. М. Исследование процесса сушки плодов яблок СВЧ-конвективным способом // Пищевая промышленность, 2015.-№10-С.19-21.

9. Макаров А. В. Совершенствование способа конвективно-радиационной сушки желатина из отходов рыбопереработки: автореферат дисс. канд. техн. наук, Астрахань, 2020.-18с.

10. Пойманов В.В., Яценко С.М., Барыкин Р.А. Исследование процесса вакуум-сублимационной сушки бактериальных концентратов для мясной отрасли с использованием криозамораживания // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий.2016, № 1. -С. 25-30.doi:10.20914/2310-1202-2016-1-25-30.

11. Сублимация в АПК. Метод сушки, позволяющий сохранить всю ценность продукта. [Электронный ресурс]. Дата обновления: 07.09. 2021 URL: <https://www.agroinvestor.ru/business-pages/36609-sublimateiya-v-apk-metod-sushki-pozvolayayushchiy-sokhranit-vsyu-tsennost-produkta>(дата обращения: 12.02,2023).

12. Занкевич В.А. и др. К вопросу интенсификации вакуум-сублимационной сушки термолабильных пищевых продуктов Сборник статей V Международной научно-практической конференции «Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции»: Секция I Переработка и хранение сельскохозяйственной продукции. Минск, 2019.-С. 135-138.

13. Демидов С.В. и др. Исследование кинетики сушки пшеничных зародышей инфракрасным излучением выделенной длиной волны в осциллирующем режиме//Интерактивная наука, 2016.-№ 2 -С.93-95.

14. Щербаков А.А., Сердюк В.А., Меркер А.А., Рева Е.Н. Тенденция использования инфракрасного излучения для сушки продуктов пищевой промышленности//Юбилейный сборник научных трудов XV Международной научно-практической конференции «Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса» Ростов-на-Дону, 2022 г. - С. 211-215

15. Шингисов А.У., Алибеков Р.С., Еркебаева С.У., Габрильянц Э. А., Тастемирова У.У. Вакуумная сушка сортов яблок, груши и малины, произрастающих в южных регионах РК// Вестник АТУ, 2022.- №4.-С.19-25.

REFERENCES

1. Manarova D.G., Kazybaeva S. Zh. Novye sorta i gibridnye formy vinograda okrashennyh tekhnicheskikh sortov kazakhstanskoy selekcii [New varieties and hybrid forms of grapes of colored technical varieties of Kazakhstani selection] //Izvestiya NAN RK Almaty, 2015.№4. PP 76-79. (In Kazakhstan).

2. Sal'ko S, Alisherov A. Kazakhstanskije fermery, kotorye vyrashchivayut yagody i frukty na prodazhu [Kazakh farmers who grow berries and fruits for sale]. [Elektronnyj resurs]. Data obnovleniya: 14,06,2019 . URL:

<https://weproject.media/articles/detail/kazakhstanskije-fermery-kotorye-vyrashchivayut-yagody-i-frukty-na-prodazhu/> (data obrashcheniya: 12.02,2023). (In Russian).

3. KENZHAEV I.G., ABDYRAHMAN UULU K , ABULOVA N.L. K voprosu razrabotki effektivnogo sposoba podvoda tepla v process sushki sel'hozproduktov s ispol'zovaniem solnechnoj energii [On the issue of developing an effective method for supplying heat to the process of drying agricultural products using solar energy]//Vestnik Oshskogo gosudarstvennogo universiteta 2019, №2.-PP 7-13.(In Kyrgyzstan).

4. Pereprygin E.A., Rafalovich I.S. Sushka kak sposob pererabotki pishchevyyh produktov [Drying as a way of food processing] //Sbornik tezisov VI Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh. Tom 1. Pod obshchej redakciej A.YU. Prosekova, 2018. S 248-251. (In Russian).

5. Teplyashin, V.N. Tekhnologii i oborudovanie dlya sushki rastitel'nogo syr'ya [Technologies and equipment for drying vegetable raw materials]// V.N. Teplyashin, L.I. CHencova, V.N. Nevzorov; Krasnoyar. gos. agrar. un-t. – Krasnoyarsk, 2019. – 173 s. (In Russian).

6. Semenov G.V., Bulkin M.S., Kuzenkov A.V. Sovremennye napravleniya nauchnyh issledovaniy i tekhnicheskie resheniya po intensivkacii processa sublimacionnoj sushki v pishchevoj promyshlennosti, farmproizvodstvah i prikladnoj biotekhnologii (CHast' 1) [Modern directions scientific research and technical solutions for the intensification of the freeze-drying process in the food industry, pharmaceutical production and applied biotechnology (Part 1)]// Nauchnyj zhurnal NIU ITMO. Seriya «Processy i apparaty pishchevyyh proizvodstv» .2015.,№ 1. S. 187-202. (In Russian).

7. Zorin A. S. Sovershenstvovanie tekhnologii i tekhnicheskikh sredstv kombinirovannoj vakuumnoj sushki rastitel'nogo syr'ya dlya proizvodstva chipsov [Improving the technology and technical means of combined vacuum drying of vegetable raw materials for the production of chips]// Avtoreferat dis. kand. tekhn. nauk . Michurinsk-naukograd RF, 2019. 19s. (In Russian).

8. Kurbanova M. ZH., Dodaev K. O., Kurbanov ZH. M. Issledovanie processa sushki plodov yablok SVCH - konvektivnym sposobom [Study of the drying process of apple fruits by microwave - convective method

]/Pishchevaya promyshlennost', 2015.-№10 S.19-21. (In Russian).

9. Makarov A. V. Sovershenstvovanie sposoba konvektivno-radiacionnoj sushki zhelatina iz othodov rybopererabotki [Improving the method of convective-radiation drying of gelatin from fish processing waste]// Avtoreferat diss. kand. tekhn. nauk. Astrahan', 2020. 18s. (In Russian).

10. Pojmanov V.V., YAshchenko S.M., Barykin R.A. Issledovanie processa vakuum-sublimacionnoj sushki bakterial'nyh koncentratov dlya myasnoj otrasli s ispol'zovaniem kriozamorazhivaniya [Study of the process of vacuum-freeze drying of bacterial concentrates for the meat industry using cryofreezing] // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernyh tekhnologij.2016.№ 1.C.25-30.doi:10.20914/2310-1202-2016-1-25-30. (In Russian).

11. Sublimaciya v APK. Metod sushki, pozvolyayushchij sohranit' vsyu cennost' produkta [Sublimation in APK. Drying method to preserve the full value of the product] [Elektronnyj resurs]. Data obnovleniya: 07.09. 2021 URL: //https://www.agroinvestor.ru/business-pages /36609-sublimatsiya-v-apk-metod-sushki-pozvolyayushchiy-sokhranit-vsuyu-tsennost-produkta (data obrashcheniya: 12.02,2023). (In Russian).

12. Zankevich V.A. i dr. K voprosu intensivatsii vakuum-sublimacionnoj sushki termo-labil'nyh pishchevyh produktov [On the issue of intensification of

vacuum-freeze drying of thermolabile food products]// Sbornik statej V Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Pererabotka i upravlenie kachestvom sel'skohozyajstvennoj produkcii»: Sekciya 1 Pererabotka i hranenie sel'skohozyajstvennoj produkcii . Minsk, 2019.- S. 135-138. (In Russian).

13. Demidov S.V. i dr. Issledovanie kinetiki sushki pshenichnyh zarodyshej infrakrasnym izlucheniem vydelennoj dlinoj volny v oscilliruyushchem rezhime [Study of the kinetics of drying wheat germs by infrared radiation of a selected wavelength in an oscillating mode]/Interaktivnaya nauka 2016, № 2.- S.93-95.

14. Shcherbakov A.A., Serdyuk V.A., Merker A.A., Reva E.N. Tendenciya ispol'zovaniya infrakrasnogo izlucheniya dlya sushki produktov pishchevoj promyshlennosti [The trend of using infrared radiation for drying food products]/Yubilejnyj sbornik nauchnyh trudov XV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Sostoyanie i perspektivy razvitiya agropromyshlennogo kompleksa» Rostov-na-Donu, 2022 g.- S. 211-215. (In Russian).

15. Shingisov A.U., Alibekov R.S., Erkebaeva S.U., Gabril'yanc E. A., Tastemirova U.U. Vakuumnaya sushka sortov yablok, grushi i maliny, proizrastayushchih v yuzhnyh regionah RK [Vacuum drying of varieties of apples, pears and raspberries growing in the southern regions of the Republic of Kazakhstan] / Vestnik ATU, 2022, №4, S.19-25. (In Kazakhstan).