

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIV TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

FARG'ONA DAVLAT UNIVERSITETI

**FarDU.  
ILMIY  
XABARLAR**

1995-yildan nashr etiladi  
Yilda 6 marta chiqadi

2-2024

**НАУЧНЫЙ  
ВЕСТНИК.  
ФерГУ**

Издаётся с 1995 года  
Выходит 6 раз в год

Farg'ona shahrining geokimyoviy landshaftlari, ularning o'ziga xos xususiyatlari .....	117
<b>Sh.Q.Yuldasheva</b>	
Aqliy mehnat paytida qondagi qand miqdorini turli yoshdagi odamlarda o'zgarishi.....	122
<b>Z.A.Jabbarov, G.R.Atoyeva, M.H.Husniddinova</b>	
Tuproqlarning kimyoviy ifloslanish natijasida biologik xossalarning o'zgarishi .....	127
<b>X.X.Dolimov, I.J.Jalolov, A.A.Ibragimov</b>	
<i>Cynara scolymus</i> L. O'simligidan ajratib olingan endofit zamburug'lar ekstraktlarining saraton hujayralariga qarshi biologik faolliklari .....	133
<b>S.Israyiljanov, J.T.Mamasaidov, H.O.Adulboqiyeva</b>	
Og'ir metallarning o'simlik, hayvonlar va odam organizmiga fiziologik ta'sirini o'rganishga oid ilmiy tadqiqotlar tahlili .....	138
<b>M.K.Juliyev, L.A.Gafurova, M.D.Xolmurodova, B.E.Abdikairov</b>	
Markaziy Osiyoda tuproq eroziyasi bo'yicha 1993-2022-yillar oralig'ida Scopus ma'lumotlar bazasida nashr etilgan maqolalar tahlili .....	143
<b>X.X.Dolimov, I.J.Jalolov, A.A.Ibragimov</b>	
Analysis of macro and micro elements and water-soluble vitamins of the plant <i>Cynara scolymus</i> L.....	149
<b>S.O.Madumarova, M.Sh.Raximov, M.J.Madumarov, A.A.Tokoev</b>	
Farg'ona vodiysi Cladocera ( <i>Crustacea: Branchiopoda</i> ) lari ro'yxati.....	157
<b>Z.A.Jabbarov, T.Abdraxmanov, O.N.Imomov, J.J.Abdukarimov</b>	
Tuproq sifati indikatorlari va ularni qo'llanilishi.....	166
<b>M.A.Tog'ayeva, Sh.A.Samatova</b>	
Qashqadaryo viloyati aholisi iste'mol qilayotgan yumshoq bug'doy navlari tarkibidagi temir elementi miqdori.....	176
<b>M.A.Davidov</b>	
Tabiiy sharoitda <i>Mogoltavia sewerzowii</i> (Regel) korovin antekologik xususiyatlari .....	181
<b>X.N.Raximov, G.T.Djalilova</b>	
Qo'llanilgan mineral va organik o'g'it me'yorlarini tuproqlarni agrokimyoviy xossalari ta'siri .....	186
<hr/>	
<b>M.R.Qoriyev</b>	
Global iqlim isishi sharoitida mevali daraxtlar vegetatsiyasidagi o'zgarishlar.....	191
<b>O.N.Nasirov</b>	
Mustaqillikni dastlabki davrida O'zbekistonda aksiyadorlik jamiyatlarni shakllanishi .....	196
<b>R.A.Ikromov</b>	
Yangi O'zbekiston taraqqiyot strategiyasini amalga oshirishda milliy qadriyatlarning roli.....	200
<b>S.Nishonova</b>	
Maqollar paremiologik birlik sifatida .....	205
<b>Sh.A.Tadjibaeva</b>	
Rahbar ayol imidji tushunchasi va uni shakllantirishning psixologik xususiyatlari .....	208
<b>S.S.Jabborova</b>	
Yangi O'zbekistonda barpo etishda ma'naviy salohiyatdan foydalanish istiqbollari.....	213
<b>E.U.Gulzoda, A.Z.Rashidov</b>	
Ijodiy faoliyat uchun, o'quv mashg'ulotlarining o'ziga xos uslubiy chizmasiga egaligi, ijodkorlarning eksperimental ishiga katalizator bo'lib xizmat qilishi omillari.....	219
<b>K.M.Nilufar</b>	
Turli tarixiy kontekstlarda intellektual madaniyat masalasi.....	222
<b>T.Quyliyev</b>	
Global ekologik muammolar va ularning oldini olishda xalqaro institutlarning roli .....	227
<b>B.M.Qandov</b>	
Jamiyat barqarorligini ta'minlashda sog'lom mafkuralarning roli .....	233
<b>Z.A.Akbarova, G.M.Nosirova</b>	
Maktabgacha ta'lim yoshidagi bolalarning kognitiv rivojlanishiga bilingvizmning ta'siri .....	238
<b>F.F.Muydinov</b>	
Tibbiy ta'limda mediata'lim asosida o'quv mashg'ulotlarini samarali tashkil etishning ayrim jihatlari.....	242
<b>Z.S.Paziljanova</b>	



UO'K: 664,8.6.579.6

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ПЛОДОВ  
И ОВОЩЕЙ В ПРОЦЕССЕ КОНВЕКТИВНОЙ СУШКИ****MEVVA VA SABZAVOTLARNING KONVEKTSION QURITISH JARAYONIDAGI  
STRESSLARINI O'RGANISH****STUDY OF ULTIMATE STRESSES OF FRUITS  
AND VEGETABLES IN THE PROCESS OF CONVECTION DRYING****Жамшед Маджидович Курбонов<sup>1</sup>**<sup>1</sup>доктор тех.наук., профессор Самаркандский институт экономики и сервиса**Салим Сатиевич Сабилов<sup>2</sup>**<sup>2</sup>кан. физ.-мат. наук, доцент Ферганский филиал Ташкентского университета  
информационной технологий им. Мухаммада ал-Хорезмий,**Мадина Жамшедовна Курбонова<sup>3</sup>**<sup>3</sup>доктор философии (PhD) технический, и.о. доцент, Ташкентский государственный  
аграрный университет**Annotatsiya**

*Ushbu maqolada konvektiv quritish jarayonida mevalarning (o'rik va olxo'ri), sabzavotlarning (kartoshka va sabzi) namligi va haroratiga qarab chegara va ichki normal kuchlanishini o'rganish natijalari keltirilgan.*

**Аннотация**

*В данной статье приведены результаты исследования предельных и внутренних нормальных напряжений в зависимости от влагосодержания и температуры плодов (абрикоса и сливы), овощей (картофеля и моркови) в процессе конвективной сушки.*

**Abstract**

*This article presents the results of a study of limiting and internal normal stresses depending on the moisture content and temperature of fruits (apricots and plums), vegetables (potatoes and carrots) during convective drying.*

**Kalit so'zlar:** meva va sabzavotlarni qayta ishlash, kuchlanish, tenzometrik, rentnografik, tenzobalka, harorat, namlik.

**Ключевые слова:** переработка плодов и овощей, напряжения, тензометрический, рентгенографический, тензобалка, температура. Влажнос

**Key words:** the processing of fruit and vegetable, tension, tensometric, rayographic, tensobal, temperature, humidity.

**ВВЕДЕНИЕ**

В последнее время во всём мире производство овощей возросло от 500 до 972 млн.т, лидерами являются Китай 449 млн т, Индия 80 млн т, США 37 млн т, Турция 25 млн т. За прошедшие 10 лет объем экспорта плодоовощной продукции увеличился почти в 2 раза от 400 тыс.т. до более 800 тыс.т, тогда как рост экспорта в стоимостном выражении составил около 12 раз. В связи с этим быстро развивается переработка плодов и овощей, получение фабрикатов и полуфабрикатов из них [1].

За годы независимости Узбекистана уделено отдельное внимание развитию и переработке сельхозпродукции и достигнуты отдельные успехи. Продукция консервной промышленности составляет почти 25% валовой продукции пищевой промышленности [2]. Вместе с этим, до сих пор есть необходимость выполнить многое по сушке и производстве из них экспорториентированную продукцию, а также выйти на мировом рынке на ведущие места. В этом плане научные исследования, направленные на получение сушкой плодов и

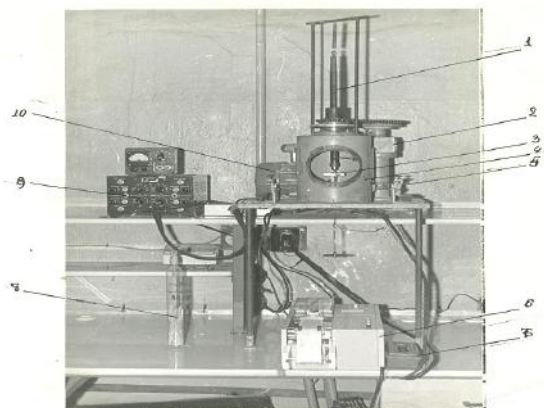
овощей с максимально сохранёнными витаминами, углеводами, минеральными веществами, а также формы готового продукта, упакованные с ориентацией на экспорт, имеют важное значение. Поэтому, результаты исследования предельных напряжений в зависимости от влагосодержания и температуры плоды, овощей в процессе конвективной сушки, определяет ее качество, форму и общий вид сушенного продукта.

### МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Для экспериментального метода измерения предельного напряжения применяют: тензометрический, рентгенографический, делительных сеток и поляризационно-оптический и др. [3]. В зависимости от влагосодержания плодов и овощей нами применяли электротензометрический метод с проволочными датчиками омического сопротивления [4,5], нами определены предельные и внутренние нормальные напряжения при конвективной сушке.

На рис.1 представлена общий вид и схема экспериментальной установки, позволяющей определить предельное напряжение в материале при воздействии динамической нагрузки. Динамическая нагрузка осуществляется вертикально продвигающейся осью с малым ходом. Движение ее осуществляется системой электропривода, с цепной и ременной передачами. Тензодатчики вклеены в центре на тензобалку. Измерительная цепь собрана по мостовой схеме.

В установке использованы тензоусилитель и самописец плоды и овощи после сушки до определенной влажности выдерживали в течение 10-15 часов в стеклянных эксикаторах. После стабилизации температуры и влажности подвергали исследования предельного напряжения.



**Рис.1. Экспериментальная установка для определения предельного напряжения.**

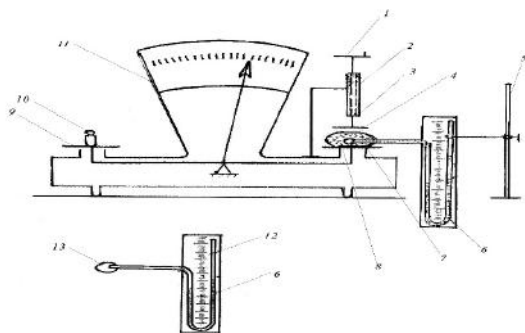
- 1.Динамическая нагрузка;
- 2.Редуктор; 3. Подставка для испытываемого продукта;
- 4.Камера для испытания;
- 5.Тензобалка; 6.Самописец;
- 7.Пульт управления;
- 8.Испытываемый продукт;
- 9.Тензоусилитель;
- 10.Электропривод.

Для этого образцы плодов (сливы и абрикоса) и овощей (картофель моркови) определенной размерности помещали в камеру на специальной подставке заранее тарированной тензобалки. При заданной динамической нагрузке все сигналы по измерениям силы записывались самописцем вплоть до предельного напряжения. Измерение повторялось для каждой исследуемой партии 15-20 раз при комнатной температуре 297 К.

Для определения внутреннего нормального напряжения образца нами были сконструирован экспериментальная установка на базе настольных циферблатных весов РН-10ц134. Схема установки приведена на рис-2. Она состоит из весов 2, специального приспособления для осевого сжатия куса образца. U- образного манометра 6 с штативом 5. На левое плечо 9 весов ставятся при необходимости гири 10, а на правое плечо 7 ставится кусок образца 8. Осевое сжатие образца осуществляется специальными приспособлениями, смонтированными на весах 2. Она состоит из диска 2 с рукояткой для вращения, винтовой пары 2, в которой вращается шток 3 с укрепленной на нем круглой пластиной 4. При вращении диска 1 шток 3 перемещается в вертикальном направлении, и укрепленная на нем круглая пластина 4 давит на кусок образца в незамкнутом объеме. Для измерения внутреннего нормального напряжения образца используется U-образный манометр 6, укрепленный на штативе 5. На одном конце U-образного манометра имеется гибкий баллончик 13, который внедряется в центр куса теста. Для отсчета разности уравнений

## FIZIKA-TEXNIKA

жидкости в правом и левом столбах манометра, между ними закреплена пластинка 12 со шкалой в миллиметрах.



**Рис-2. Схема экспериментальной установки для определения внутреннего нормального напряжения плодов и овощей.**

Для экспериментов подготовили образцы плодов и овощей по размеру площади, сжимающей круглого диска толщиной 0,01-0,03 м. Образец укладывали на правую тарелку 7 весов 2 экспериментальной установки (рис-2). Затем в центр образца внедряли U-образный манометр 6 с концом, имеющим гибкий баллончик 13. U-образный манометр устанавливали на штативе 5. До сжатия образца внутреннее нормальное напряжение отсутствует, поэтому давление воздуха в баллончик манометра равно атмосферному, что обуславливает одинаковый уровень жидкости в столбах манометра.

После этого вращение диска 1 перемещали по вертикали штук 3 и круглой пластиной 4 осуществляли одноосное сжатие образца. Усилие сжатия определяли по показаниям по показаниям стрелки весов. При необходимости, когда усилия сжатия превышало 0,8 кг (в этом случае общий груз с учетом веса образца на правой плече весов превышал 0,8+0,2=1 кг), на левое плечо 9 весов устанавливали гири. При сжатии образца, возникающее в нем внутреннее нормальное напряжение сжимает гибкий баллончик. Поэтому давление воздуха в нем превышает атмосферное на значение, равное внутреннему нормальному напряжению: здесь используется аналогия давления газа и внутреннего нормального напряжения твердого тела.

Таким образом, разность уровней столбов жидкости на правом и левом коленах U-образного манометра будет показывать внутренне нормальное напряжение плодов и овощей. В качестве жидкости использовали воду, в которой растворяли небольшое количество синей краски для окрашивания ее в синий цвет.

Усилие сжатия определяли по формуле:

$$P_{\text{сжат}} = \frac{m \cdot g}{S}, \text{ Па} \quad (1)$$

где:  $m$  – масса груза сжатия, отсчитываемая стрелкой по шкале весов, кг;  $g$  – ускорение свободного падения тела,  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ;  $S$  – площадь круглой пластины, которой осуществляется сжатие образца,  $\text{м}^2$ ;  $S = 0,5 \text{ м}^2$ .

Внутреннее нормальное напряжение образца вычислили по формуле:

$$P_n = 9,81 \cdot h, \text{ Па} \quad (2)$$

где:  $h$  – разность уровней столбов воды на правом и левом коленах U-образного манометра, мм.

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Определение зависимости напряжения от температуры  $50 \text{ }^\circ\text{C} \div 100 \text{ }^\circ\text{C}$  и время нагрева плодов (абрикоса и сливы), овощей (картофеля и моркови) показали, что процесс нагревания плодов и овощей происходит при определенных периодах. Начальный нагрев при температуре от  $50 \text{ }^\circ\text{C}$  до  $80 \text{ }^\circ\text{C}$  напряжение этой незначительно, но она постепенно падает в пределах от  $9,7 \div 19,8 \text{ Па}$  до  $5,6 \div 15,3 \text{ Па}$ , а затем начинает резко поднимается до определенного значения.

Увеличением продолжительности нагрева изменения напряжения, общий характер кривых не изменится, однако значение предельного напряжения во всех периодах уменьшается. На рис-3. представлены кривые зависимости напряжения от температуры и время наложения на плодов (сливы и абрикоса) и овощей (картофеля и моркови). Как видно из этих кривых, они также по виду (характеру) однозначны, а по количеству незначительно меньше от овощей (картофеля и моркови).

После обработки данных наблюдений была получена зависимость вида:

$$\sigma_c = a \cdot 10^{-b\tau} \quad (3)$$

где:  $\sigma_c$  – временное сопротивление разрушению, Па;  $\tau$  – длительность тепловой обработки, С;  $a, b$  - значения коэффициентов, приведенных в таблице 1.

Таблица-1

Значения коэффициентов уравнения (3)

Коэффициенты	Температура, °C						
	Для яблок		Для моркови				
	50	80	100	110	120	130	140
$a \cdot 10$ , Па	2,14	2,14	19,8	19,8	19,8	18,0	16,9
$b, c^{-1}$	0,0018	0,0077	0,005	0,0092	0,0128	0,0142	0,011

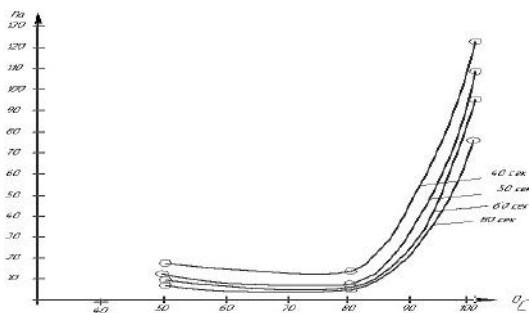


Рис-3. Зависимость напряжения от температуры и время наложения на плодов и овощи.

картофель. 1  $\tau_c=40$  с; 2  $\tau_c=50$  с; 3  $\tau_c=60$  с; 4  $\tau_c=80$  с.

Значения коэффициентов и уравнения (3.1) приведены в таблице-2.

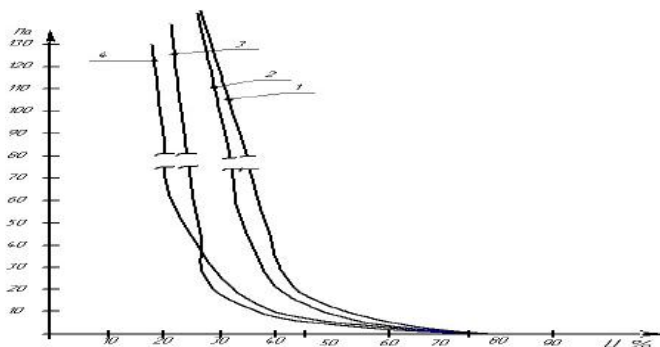
Таблица-2

Значения коэффициентов уравнения (3)

Сорт муки	Влажность %	Коэффициенты, Па	
		$a$	$b$
Слива	60	4,676	0,007
Слива	78	0,9878	0,0031
Абрикос	40	2,409	0,00228
Абрикос	43	2,8024	0,00159

Результаты, проведенные нами исследования до 100 °C, при изменении длительности тепловой обработки 40, 50, 80 сек. Подтверждается такая зависимость для картофеля, абрикоса и сливы и использования зависимости (3) для расчета различных режимов обработки.

На рис-4 представлены зависимости предельного напряжения от влажности плодов: абрикоса, сливы и овощей картофеля, моркови.

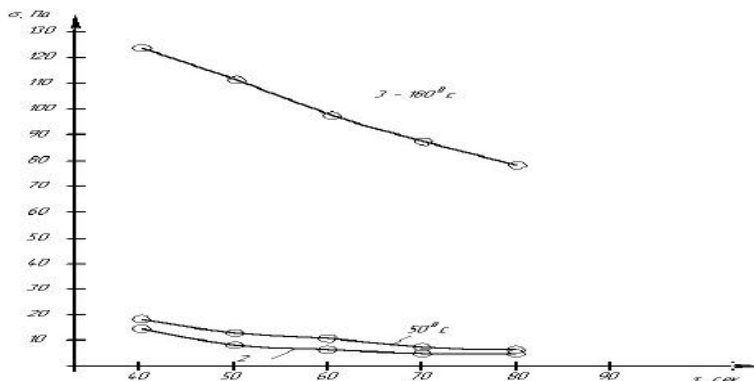


**Рис-4. Зависимость предельного напряжения от влажности плодов и овощей. 1-картофель, 2-морковь, 3-абрикос, 4-слива.**

Как видно из характера кривых, предельное напряжение (прочность) плодов и овощей нелинейно связано с влагосодержанием. При влажности от 80% до 60% оно изменяется плодов 2,1 Па; от 60% до 40% увеличивается до 8,17 Па; а от 40% до 30% увеличивается на 15 Па; от 30% до 20% увеличивается, достигается 650 Па; для овощей резкое увеличение начинается при 45% влажности до 820 Па.

Все образцы в камере сушились при постоянных параметрах сушильного воздуха в течение определенного времени  $\varphi_s = 60 - 65\%$ ,  $T = 313K$ ,  $v_s = 6-7$  м/с после чего их внимали из камеры, снова взвешивали.

Кривые кинетики предельного напряжения в зависимости от изменения влажности подтверждает существование различных состояний тел; вязкое, пластичное, упругое. Кроме этого, снятие зависимости свидетельствуют о значительном влиянии влагосодержания на реологическое состояние тел. При изменении влажности, как бы постепенно, происходит переход от одного вида состояния тел у другому. Поэтому при выборе реологической модели необходимо, чтобы адекватно отражается процесс происходящей в процессе сушки, учитывать различное состояния тела.



**Рис-5. Зависимость  $\tau_c \pm$  от время  $\tau_c$  и температуры. 1-50°C 2-80°C 3-100°C.**

На рис.5/ приведены зависимости внутреннего нормального напряжения от усилия сжатия. Величина внутреннего нормального напряжения во всех образцах растет. Такая зависимость вполне очевидно, и она наблюдается при испытаниях и в других видов плодов и овощей.

Таблица-3

**Изменение внутреннего нормального напряжения образцов  
влажностью  $\bar{U}=74\%$**

№	Усилие сжатия, Па	Внутреннее нормальное напряжение			
		слива	абрикос	яблока	картофель
1	306,56	49,6	58,86	117,72	58,86
2	613,13	134,34	176,58	156,96	117,72
3	919,69	156,96	206,01	196,2	168,67
4	1226,29	176,58	235,44	235,44	215,82
5	1532,81	196,2	274,68	255,06	294,3
6	1839,38	215,92	313,92	264,87	317,42
7	2145,94	255,06	353,16	274,68	367,87
8	2452,5	294,3	367,87	294,3	298,9
9	3065,63	313,92	397,31	333,54	431,64
10	3372,19	372,78	412,02	393,35	451,26

### ВЫВОДЫ

Проведенные исследования по определению предельного и внутреннего напряжения образцов плодов (сливы и абрикоса) и овощей (картофеля и моркови) определенной размерности при конвективной сушке, позволяет обеспечивать качество этих продуктов и создает наилучшие условия упаковки.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУР

1. Экспортный потенциал плодовоовощной отрасли Узбекистана / Uzbekistan.kg / news2207.php.
2. Курбанов Ж.М., Ходжаева У.Р. Электрофизические методы воздействия на продукты питания сервисных предприятий, монография, "Iqtisod-moliya", Ташкент, 2012, 159 с.
3. Курбанова М.Ж. Мева сабзавотларни бошланғич импульс энергияси ёрдамида қуритиш. / Автореферат докт. дисс. –Т. ТХТИ. 2018. – 41 б.
4. Курбанова М.Ж. - Интенсификация тепло-массообменных процессов начальным импульсным энергоподводом // Монография.-Самарканд: ГП издательство "Zarafshon"-2017.-с.136.
5. Мачихин Ю.А., Мачихин С.А., Инженерная реология пищевых материалов – М.: Легкая и пищевая промышленность. 1986г -216 с.