



**ԱՐՐՈՎԻՏՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱ**  
 Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարան  
 AGRISCIENCE AND TECHNOLOGY АГРОНАУКА И ТЕХНОЛОГИЯ

Միջազգային գիտական  
պարբերական

**ISSN 2579-2822**



Կայքէջ՝ [anau.am/scientific-journal](http://anau.am/scientific-journal)

ՔՏԴ 634.21:664.047.41

## ԾԻՐԱՆԻ ՊՏՈՒՂՆԵՐԻ ՉՈՐԱՑՄԱՆ ԿԻՆԵՏԻԿԱՅԻ ՀԵՏԱՉՈՏՈՒՄԸ ԿՈՆՎԵԿՏԻՎ ԵՎ ԿՈՆՎԵԿՏԻՎ-ՄԻԿՐՈՎԱԼԻԲԱՅԻՆ ՉՈՐԱՑՄԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

**Վ.Ա. Կարապետյան**

Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարան  
[vardan93@mail.ru](mailto:vardan93@mail.ru)

### Տ Ե Ղ Ե Կ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

**Բանալի բառեր՝**  
 պտուղբանջարեղենային չիպսեր,  
 կոնվեկտիվ չորացում,  
 միկրոալիքային չորացում,  
 կոնվեկտիվ-միկրոալիքային չորացում,  
 չորացման ռեժիմ,  
 չորացման կինետիկա

### Ա Ս Փ Ո Փ Ա Գ Ի Ր

Հոդվածում ներկայացված են կոնվեկտիվ և կոնվեկտիվ-միկրոալիքային չորացման պայմաններում ծիրանի պտուղների չորացման կինետիկայի ուսումնասիրության արդյունքները:

Ըստ հետազոտությունների արդյունքների՝ կոնվեկտիվ-միկրոալիքային չորացման եղանակի կիրառության դեպքում ծիրանի պտուղների չորացման տևողությունը կրճատվում է 2,5 անգամ: Իսկ համաչափ չորացում ապահովելու նպատակով անհրաժեշտ է նախ կոնվեկտիվ չորացման տեղակայանքում պտուղների խոնավապարունակությունը հասցնել մինչև 25-30 %, ապա դրանք տեղափոխել միկրոալիքային չորացման տեղակայանք:

### Նախաբան

Հայաստանի ագրոարդյունաբերական համալիրի հեռանկարային զարգացման տեսանկյունից կարևորվում է բարձր արդյունավետությամբ և մրցունակ գյուղատնտեսական հումքի, հատկապես պտուղբանջարեղենային հումքատեսակների (չիպսերի) վերամշակման և սննդարդյունաբերության բոլոր ճյուղերի արագընթաց զարգացումը: Դա հնարավորություն կտա բարձրացնել երկրի պարենային անվտանգության մակարդակը և ավելացնել գյուղատնտեսական հումքի ու սննդամթերքի արտահանման ծավալները:

### Նյութը և մեթոդները

Գյուղատնտեսական հումքի վերամշակման ոլորտում

լայնորեն կիրառվում է կոնվեկտիվ չորացման եղանակներով պտուղբանջարեղենային չիպսերի պատրաստման տեխնոլոգիան:

Հետազոտությունների ընթացքում ծիրանի չիպսերի ստացման նպատակով կատարվել է կոնվեկտիվ և կոնվեկտիվ-միկրոալիքային չորացում: Ծիրանի պտուղների կոնվեկտիվ չորացումն իրականացվել է լաբորատոր կոնվեկտիվ չորացման տեղակայանքում՝ ջերմակրի 60-100 °C պայմաններում: Բոլոր փորձերի ընթացքում ջերմակրի շարժման արագությունը կազմել է 0,65 մ/վ:

Սկարներ 1 և 2-ում ներկայացված են չորացման ( $WC = f(\tau)$ ) և չորացման արագության ( $dWC/d\tau=f(WC)$ ) կորերը: Սկար 1-ում ներկայացված գծապատկերի համաձայն՝ փորձանմուշի սկզբնական խոնավությունը

կազմել է 567 % (ըստ չոր նյութերի պարունակության), իսկ վերջնականը՝ 25 %: Ընդ որում, եթե  $T=60\text{ }^{\circ}\text{C}$  պայմաններում չորացումը տևել է  $\tau=1317$  րոպե, ապա  $T=70, 80, 90$  և  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  պայմաններում՝ համապատասխանաբար 1250, 1180, 1090 և 990 րոպե:

Քանի որ ծիրանը բարդ տարասեռ համակարգ է (A.B. Лыков, 1968), ուստի դրանում բացակայում է չորացման արագության երկրորդ կրիտիկական կետը (նկ. 1, 2): Այսինքն՝ չորացման ընթացքում պտղում խոնավապարունակության առավելագույն փոփոխությունը տե-

ղի է ունենում ներքին ջիմիական փոփոխությունների արդյունքում, սվազագույնը՝ ջերմաստիճանի ազդեցությամբ (A.C. Гинзбург, 1973, A.C. Гинзбург, 1976, M. Гришин и др., 2002):

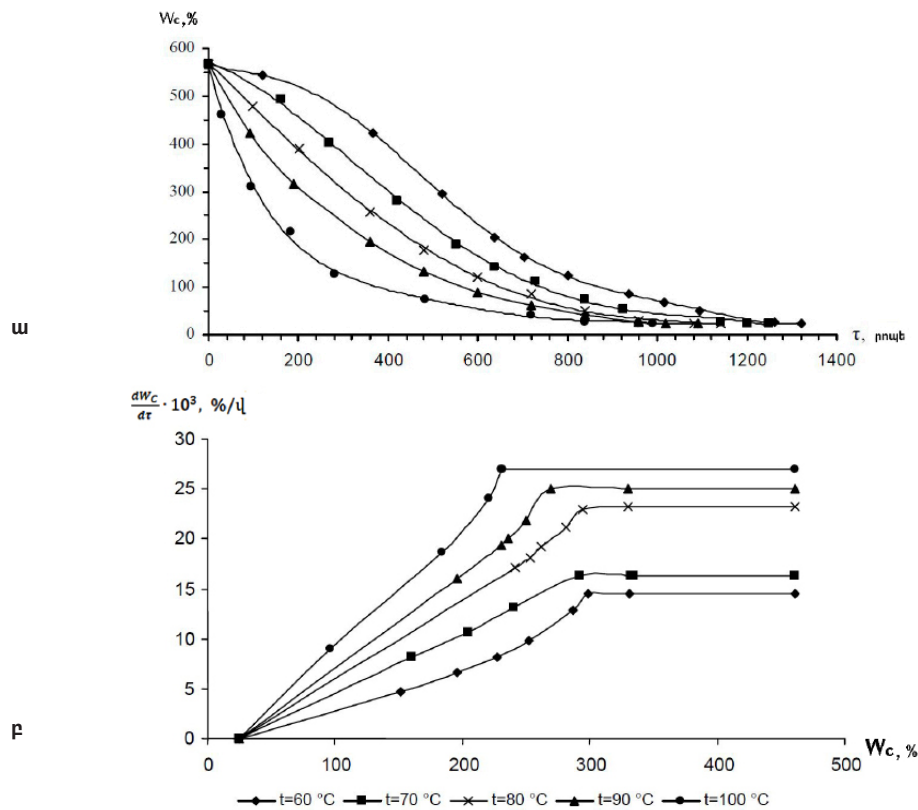
Չորացման և չորացման արագության կորերի (նկ. 1) հիման վրա հաշվարկվել են չորացման արագության հաստատունների արժեքները (աղ. 1):

Չորացման արագության գծապատկերի համաձայն՝ չորացման առավելագույն արագությունը ջերմաստիճանի աճին զուգընթաց մեծանում է (նկ. 1բ):

**Աղյուսակ 1.** Ծիրանի պտուղների կոնվեկտիվ չորացման կինետիկական ցուցանիշները\*

Ձ/հ	$T\text{ }^{\circ}\text{C}$	$W_{\text{լն}},\%$	$dW_c/d\tau \cdot 10^3, \%, \text{ ր}$	$K_1, \%$ $\%/(d^2 \cdot \text{ր})$	$K_2 \cdot 106, \text{ ր}^{-1}$	$\tau_{\text{տաք}},$ րոպե	$\tau_1,$ րոպե	$\tau_2,$ րոպե	$\tau_{\text{ընդ}},$ րոպե
1	60	325	14,55	50,96	1,3	120	899	308	1317
2	70	325	16,29	51,73	1,6	102	727	421	1250
3	80	235	23,17	54,96	1,7	81	697	402	1180
4	90	325	25,07	56,98	2,4	70	692	328	1090
5	100	235	26,9	58,02	3,0	52	640	298	990

\*Կազմվել է հեղինակի կողմից:



**Սկ. 1.** Ծիրանի պտուղների կոնվեկտիվ չորացման (ա) և չորացման արագության (բ) կորերը ջերմակրի տարբեր ջերմաստիճանային պայմաններում (կազմվել է հեղինակի կողմից):

Այսպես՝  $T=60\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ի դեպքում կազմում է  $14,55 \cdot 10^{-3}\text{ \%}/\text{վ}$ , իսկ  $T=70, 80, 90$  և  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ի դեպքում՝ համապատասխանաբար  $16,29 \cdot 10^{-3}, 23,17 \cdot 10^{-3}, 25,07 \cdot 10^{-3}$  և  $26,9 \cdot 10^{-3}\text{ \%}/\text{վ}$ : Այսինքն՝ հեղուկի գոլորշիացման արագությունը ջերմաստիճանի բարձրացմանը ( $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ից մինչև  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) զուգընթաց մեծանում է 1,9 անգամ:

Անկման փուլում չորացման արագությունները տարբեր ջերմաստիճանային պայմաններում տարբերվում են միմյանցից: Այսպես՝  $T=90$  և  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  պայմաններում ծիրակից հեղուկը գոլորշիանում է աստիճանային օրինաչափությամբ և տևում է այնքան ժամանակ, մինչև խոնավությունը կազմի 25 % (A.C. Гинзбург, 1973, A.C. Гинзбург, 1976):

Այսպես՝  $T=60\text{ }^{\circ}\text{C}$  պայմաններում կոնվեկտիվ չորացման տևողությունը կազմում է 1317 րոպե, իսկ էլեկտրամագնիսական դաշտի 18000 Վ/մ լարվածության դեպքում կոնվեկտիվ-միկրոալիքային համակցված չորացման տևողությունը՝ 995 րոպե: Այսինքն՝ համակցված չորացումը կոնվեկտիվ չորացման համեմատությամբ տևում է 1,32 անգամ ավելի քիչ (H. Schubert, M. Regier, 2005):

Գիտափորձերի արդյունքների համաձայն՝ չորացման արագացումը պայմանավորված է էլեկտրամագնիսական դաշտի լարվածության աճին զուգընթաց ծիրակի ծավալի յուրաքանչյուր միավորից ջերմության անջատման ինտենսիվացմամբ:

Ըստ գիտափորձերի արդյունքների՝ էլեկտրամագնիսական դաշտի E լարվածության աճի (8750-18000 Վ/մ) հետևանքով չորացման տևողությունը  $E=8750$  Վ/մ և  $E=18000$  Վ/մ

լարվածությունների դեպքում համապատասխանաբար նվազում է 2,44 և 2,67 անգամ (աղ. 2):

**Արդյունքները և վերլուծությունը**

Փորձնական հետազոտությունների արդյունքում սահմանվել է, որ չորացման առաջին փուլում մթերքից հեղուկի գոլորշիացումը դիֆուզիոն գործընթաց է, որի ջերմային գործակիցը հնարավոր է որոշել անուղղակի հաշվարկի միջոցով՝ ըստ ակտիվացման էներգիայի:

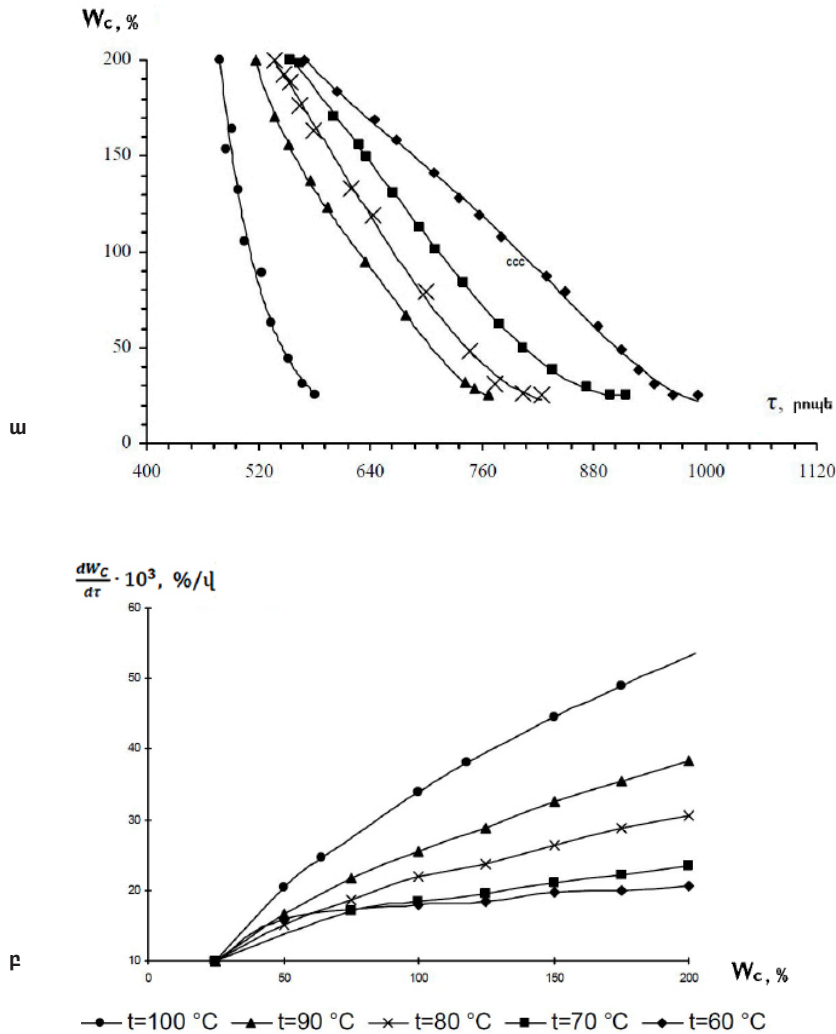
Ծիրակի չորացման դեպքում ջերմակրի ջերմաստիճանի բարձրացումը գործնականում գրեթե չի ազդում մթերքի դիֆուզիոն դիմադրության վրա: Չորացման գործընթացը կարելի է ինտենսիվացնել դիֆուզիոն դիմադրությունը կասեցնելու միջոցով՝ մրգերի տաքացման ոչ ավանդական եղանակների (օրինակ՝ բարձր կամ գերբարձր հաճախականության հոսանքի աղբյուրների) կիրառմամբ:

Ծիրակի պտուղների էլեկտրաֆիզիկական պարամետրերը որոշելու համար կոնվեկտիվ-միկրոալիքային եղանակով կատարված փորձերի արդյունքում պարզվել է, որ բուսական ծագման հումքատեսակների դիէլեկտրիկ հատկություններն առավել ակնհայտ են դրսևորվում բացարձակ խոնավության, այսինքն՝ 195 % և ավելի ցածր խոնավապարունակության պայմաններում: Ուստի մրգերի համակցված չորացման տեխնոլոգիայում կոնվեկտիվ չորացման սահմանային խոնավապարունակությունն ընդունվել է 195 %, իսկ միկրոալիքային չորացմանը՝ սահմանային խոնավապարունակությունից մինչև 20-25 %:

**Աղյուսակ 2.** Ծիրակի պտուղների կոնվեկտիվ-միկրոալիքային չորացման գործընթացի կինետիկական ցուցանիշները\*

Յ/հ	T °C	W <sub>լր.</sub> , %	K <sub>2</sub> ·10 <sup>6</sup> , վ <sup>-1</sup>	Չորացման տևողությունը (գումարային)	
				T <sub>կոնվեկտիվ</sub> , րոպե	T <sub>համակցված</sub> , րոպե
<b>Էլեկտրամագնիսական դաշտի լարվածությունը, E=8750 Վ/մ</b>					
1	60	250	1,68	1317	1045
2	70	270	1,92	1250	979
3	80	239	2,76	1180	873
4	90	290	2,89	1090	792
5	100	308	4,66	990	704
<b>Էլեկտրամագնիսական դաշտի լարվածությունը, E=18000 Վ/մ</b>					
1	60	250	2,08	1317	995
2	70	290	2,19	1250	916
3	80	300	2,85	1180	825
4	90	295	3,59	1090	767
5	100	285	6,29	990	582

\*Կազմվել է հեղինակի կողմից:



Նկ. 2. Ծիրանի պտուղների կոնվեկտիվ-միկրոալիքային չորացման (ա) և չորացման արագության (բ) կորերը ջերմաստիճանային պայմաններում (կազմվել է հեղինակի կողմից):

Ըստ նկար 2-ի՝ ծիրանի պտուղների չորացման համակցված եղանակի կիրառումը զգալիորեն ինտենսիվացնում է այդ գործընթացը:

**Եզրակացություն**

Կոնվեկտիվ-միկրոալիքային համակցված եղանակի դեպքում չորացման արագությունը  $E=8750$  և  $E=18000$  Վ/մ-ի դեպքում ավելանում է 14-29 %-ով: Միևնույն ժամանակ մեծանում է չորացման հաստատուն փուլի արագությունը, և շուրջ երկու անգամ նվազում է գործընթացի տևողությունը:

Համակցված եղանակի կիրառումը նաև նպաստում է էներգետիկ ծախսերի և պատրաստի արտադրանքի ինքնարժեքի նվազմանը:

**Գրականություն**

1. Гинзбург А.С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов. - М.: Пищевая промышленность, 1973. - 528 с.
2. Гинзбург А.С. Технология сушки пищевых продуктов. - М.: Пищевая промышленность, 1976. - 248 с.
3. Гришин М., Ярославская Р., Новикова М. Сушіння білих коріннів пряно-смакових культур у зваженому шарі / Научные труды Одесского Университета пищевых производств. - Вып. 23. - 2002. - С. 77-80.
4. Лыков А.В. Теория сушки. - М.: Энергия, 1968. - 470 с.
5. Schubert, H., Regier, M. (2005). The microwave processing of foods. Cambridge, Woodhead Publishing, - 360 p.

**АННОТАЦИЯ****Исследование кинетики засушивания плодов абрикоса при конвективной и конвективно-микроволновой сушке**

В статье представлены результаты исследования кинетики засушивания плодов абрикоса в условиях конвективной и конвективно-микроволновой сушки.

По результатам исследований, при применении способа конвективно-микроволновой сушки продолжительность засушивания плодов абрикоса сокращается в 2,5 раза. А для обеспечения равномерной сушки необходимо вначале довести содержание влаги в плодах до 25-30 %, после чего переместить их в установку микроволновой сушки.

**ABSTRACT****Research on the Drying Kinetics of Apricot Fruits in Convective and Convective-Microwave Drying Conditions**

The study results on drying kinetics of the apricot fruits in convective and convective-microwave conditions are introduced in the article.

According to the results of investigations the duration of drying process in apricot fruits is reduced in 2.5 times in case of applying the convective-microwave drying method. Thus, in order to provide uniform drying it is necessary, first, to dry the fruits up to 25 %-30 % moisture content in the convective drying plant and then to replace them into the microwave drying plant.

---

*Ընդունվել է՝ 24.01.2020 թ.  
Գրախոսվել է՝ 06.02.2020 թ.*