

Význam vnútorných podmienok sušenia pre výber optimálneho spôsobu sušenia. Sušenie mrkvy o rôznych rozmeroch krájania.

A. ŠEPITKA, Š. ŠÍŠKA

Predpokladáme, že rozvoj sušiarstva v potravinárskom priemysle a poľnohospodárstve u nás treba viesť týmito smermi:

1. Zdokonaľovaním a optimalizovaním materaz používaných technológií a zariadení;
2. zvyšovaním času skladovateľnosti vysušených potravín a zlepšením ich balenia;
3. zlepšením rehydratačných vlastností vysušených potravín;
4. rozpracovávaním nových technológií a zariadení pre sušenie poľnohospodárskych a potravinárskych produktov.

Pod optimálnym spôsobom sušenia potravinárskych a poľnohospodárskych produktov rozumieme voľbu najvhodnejšieho typu sušiarne a určenie najvhodnejšieho režimu sušenia. Táto úloha sa rieši na základe vykonávaných laboratórnych, poloprevádzkových a prevádzkových pokusov.

Každý vlhký materiál je definovaný radom charakteristických látkových vlastností, ktoré tvoria súbor tzv. vnútorných podmienok sušenia (1, 2, 3) a určujú chovanie sa materiálu pri sušení a tým aj voľbu optimálneho spôsobu sušenia. Látkové vlastnosti sušeného materiálu môžeme ovplyvniť len v malej miere.

K najcharakteristickejším látkovým vlastnostiam potravín a poľnohospodárskych produktov počítame vlastnosti fyzikálno-chemické, fyzikálno-mechanické a taktiež tvar materiálu, znalosti ktorých môžeme využiť pre voľbu vonkajších podmienok sušenia, ktoré sú dané termodynamickými podmienkami sušenia, typom sušiarne a režimom práce.

Pri sušení zeleniny a ovocia neprichádzajú do úvahy značnejšie rozdiely v týchto látkových vlastnostiach medzi jednotlivými druhmi. Vnútorné vlastnosti a z nich vyplývajúce vnútorné podmienky sušenia sa dajú ovplyvňovať napríklad voľbou rozmerov krájania, predbežným opracovávaním materiálu alebo jeho povrchu, blanširovaním, predvarením, varením, alebo máčaním materiálu do cukorných alebo škrobových sirupov alebo ich bezvodých substancií. Takýmito zásahmi sa dá do istej miery vplývať okrem na samotný proces sušenia aj na kvalitu vysušeného produktu (4).

V záujme optimalizácie sušenia poľnohospodárskych a potravinárskych pro-

duktov sa venuje štúdiu látkových vlastností týchto produktov náležitá pozornosť.

Pre voľbu spôsobu sušenia s intenzifikovaným prívodom tepla treba aj ďalšie, špeciálne vlastnosti, ktoré sú charakterizované dielektrickou konštantou, činiteľom dielektrických strát, resp. aj elektrickou pevnosťou, ktorá určuje špecifický výkon, a teda aj množstvo tepla, ktoré vznikne v jednotkovom objeme materiálu pri jeho mikrovlnnom dielektrickom ohreve (5, 6, 7).

Pri použití radiačného ohrevu je potrebné vedieť pohltivosť žiarivej energie potravinárskymi a poľnohospodárskymi produktami, jej závislosť na štruktúre, vlhkosti a spôsobe spracovania materiálu (8, 9).

Problém určenia hospodárnej konečnej vlhkosti pri sušení je spojený s hodnotami rovnovážnych vlhkostí vysušeného materiálu. Preto izotermy rovnovážnych vlhkostí sú tiež nutné pre výpočet a riadenie vlastného procesu sušenia. Tvar izotermy umožňuje určiť aj väzbové pomery viazania vlhkosti na skelet.

Súhrnne možno povedať, že znalosť uvedených charakteristických vlastností, a najmä znalosť ich vplyvu na vonkajšie podmienky sušenia, ktoré sú dané typom sušiarne, druhom sušiaceho prostredia, spôsobom ohrevu a vzájomnými interakciami, prispieva k správnej voľbe režimu sušenia a príslušného zariadenia.

Štúdiom vplyvu vnútorných podmienok sušenia na priebeh sušenia za rôznych termodynamických podmienok dajú sa získať krivky sušenia, ktoré umožňujú odvodiť mnohé kvantitatívne závislosti v súvislosti s kinetikou a dynamikou sušenia a tieto možno zase použiť pre optimálne riešenie režimu sušenia z hľadiska ekonomického. Túto cestu považujeme za náročnú ale schodnú pre riešenie naznačených úloh.

Experimentálna časť

K pokusom sme použili laboratórnu periodickú teplovzdušnú sušiareň s otvoreným okruhom, na ktorej bolo možno meniť teplotu vzduchu a jeho rýchlosť.

Teplotu vzduchu sme merali obyčajným teplomerom, vlhkosť vzduchu psychrometrickou metódou na základe rozdielu teplôt suchého a mokrého teplomeru.

Rýchlosť vzduchu sme merali Pitotovou sondou, pričom dynamický tlak sa snímал sklopným mikromanometrom.

Na tejto sušiarňi sme študovali vplyv rozmerov krájania mrkvy (Stupická polodlhá). Nakrájanú mrkvu sme blanšírovali 3 minúty vo vriacej vode. Okolo 100 g nakrájanej, blanšírovanej mrkvy sme dali na podnos o ploche cca 175 cm² a po nastavení príslušných podmienok podnos sa vložil do sušiarne. V určitých časových intervaloch sme stanovili úbytok hmoty. Zo stanovenia počiatkovej a konečnej sušiny sme vypočítali hmotu odparenej vlhkosti v jednotlivých časových intervaloch a vlhkosť, ktorú obsahovala sušená zelenina v jednotlivých časových intervaloch. Z výsledkov sme zostrojili krivky sušenia. Z vysušenej mrkvy sme urobili ďalšie analýzy.

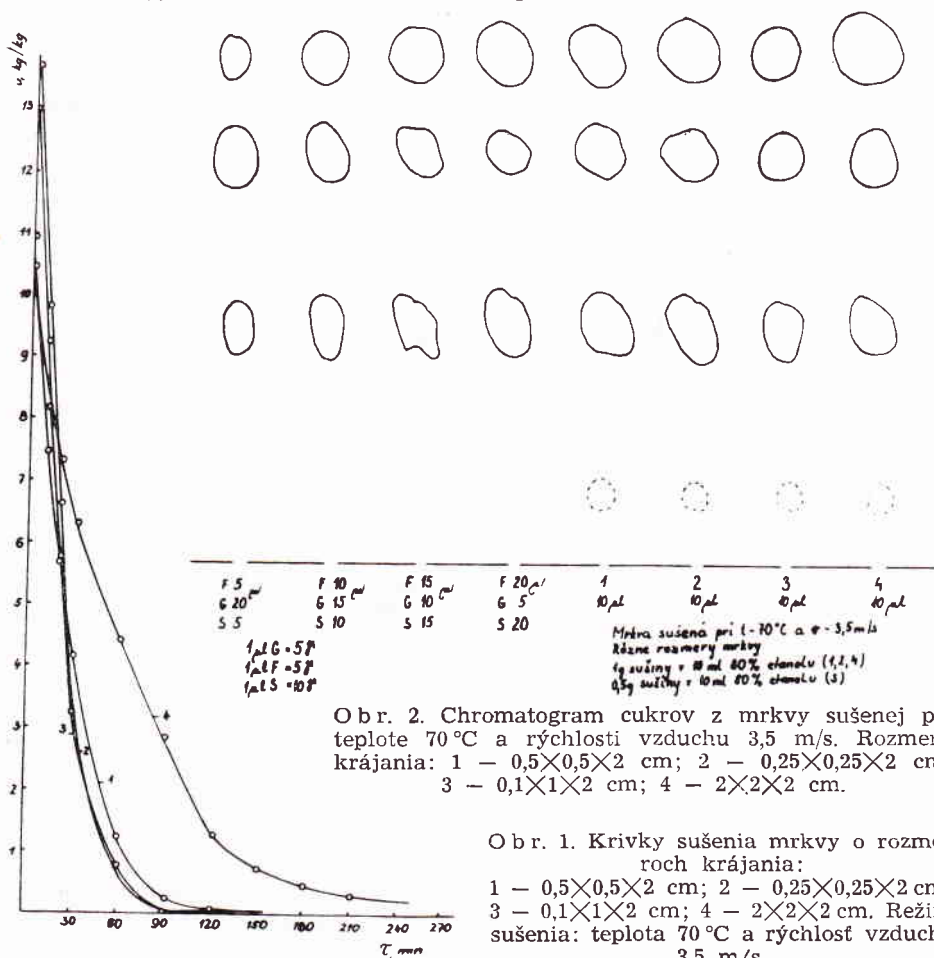
Mrkvu sme sušili pri konštantnej teplote 70 °C a konštantnej rýchlosti vzduchu 3,5 m/s pri rôznych rozmeroch krájania: 0,5 × 0,5 × 2; 0,25 × 0,25 × 2; 0,1 × 1 × 2; 2 × 2 × 2 cm.

Výsledky a diskusia

Získané krivky sušenia sú uvedené na obr. 1, rozborý v tabuľke 1 a hodnotenie podľa 100 bodového systému v tabuľke 2. Chromatogram cukrov je na obr. 2.

Na jednom z vhodných rozmerov krájania mrkvy $0,5 \times 0,5 \times 2$ cm sme preskúšali vplyv teploty 50, 60 a 70 °C na priebeh sušenia. Krivky sušenia z tohto pokusu sú uvedené na obr. 3.

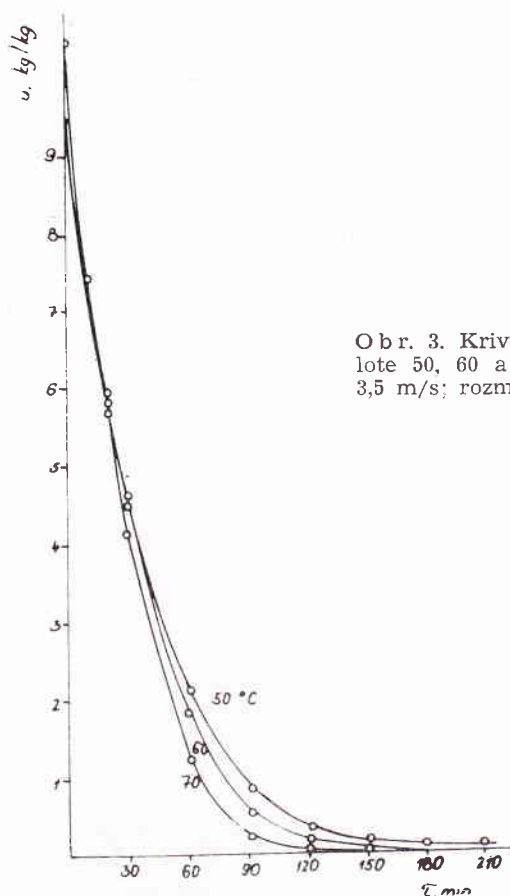
Vplyv rozmerov krájania na priebeh sušenia vyjadrený krivkami sušenia je zrejmý z obr. 1. Je dôležité, aby jedna z troch dimenzií zabezpečila malú hrúbku krájanej zeleniny, a to aspoň v rozpätí 0,1 až 0,5 cm. Ako ukazujú krivky sušenia, nie je podstatnejší rozdiel v sušení materiálu o hrúbke 0,1 a 0,25 cm alebo dokonca až o hrúbke 0,5 cm. Zostávajúce dve dimenzie hrajú podstatne menšiu úlohu pri vplyve na priebeh sušenia. Z kriviek sušenia môžeme vypočítať, že pri hrúbke mrkvy 0,1 až 0,5 cm sa mrkva vysuší na obsah 50 % vlhkosti za cca 1 hodinu a pri hrúbke 2 cm za viac ako 2 ho-



Obr. 2. Chromatogram cukrov z mrkvy sušenej pri teplote 70 °C a rýchlosti vzduchu 3,5 m/s. Rozmery krájania: 1 — $0,5 \times 0,5 \times 2$ cm; 2 — $0,25 \times 0,25 \times 2$ cm; 3 — $0,1 \times 1 \times 2$ cm; 4 — $2 \times 2 \times 2$ cm.

diny. Pre dosiahnutie konečnej sušiny 90 % je potrebný čas v prvom prípade asi 1,5 hodiny, v druhom prípade viac ako 6 hodín.

S podstatne dlhším sušením pri hrubšom krájaní je spojený aj väčší rozklad sacharózy a zhoršenie rehydratačných vlastností. V prospech tenšieho krájania hovorí aj hodnotenie vysušenej mrkvy podľa 100 bodového systému.



Obr. 3. Krivky sušenia mrkvy pri teplote 50, 60 a 70 °C a rýchlosti vzduchu 3,5 m/s; rozmery krájania 0,5×0,5×2 cm.

Pri zvolenej hrúbke krájania, napr. 0,5 cm, na priebeh sušenia má vplyv aj volená teplota (obr. 3). Tak napríklad konečná sušina 90 % sa dosiahne pri hrúbke krájania 0,5 cm pri teplote 70 °C za cca 1,5 hodiny, pri teplote 60 °C za viac ako 2 hodiny a pri teplote 50 °C je potrebné už 3 hodiny bez toho, aby táto znížená teplota sa výraznejšie prejavila na kvalite vysušenej mrkvy.

Preto odporúčame krájanie mrkvy a zeleniny na najtenšie plátky a sušenie pri teplote 70 až 80 °C (10).

Znižovanie rozmerov krájania a tým intenzifikovanie procesu sušenia ni-
jako neovplyvní ani zloženie cukrov, ako to ukazuje obr. 2.

Tab. 1. Mrkva (Stupická polodlhá) sušená pri teplote 70 °C a rýchlosti vzduchu 3,5 m/s; rôzne rozmery krájania

Podmienky sušenia	t = 70 °C, v = 3,5 m/s			
Rozmery krájania, cm	0,5×0,5×2	0,25×0,25×2	0,1×1×2	2×2×2
Sušina, %	95,7	96,7	94,2	91,7
Vlhkosť, %	4,3	3,3	5,8	8,3
Cukry analyticky, % v sušine:				
celkové	34,3	30,0	37,8	34,1
redukujúce	17,4	18,1	19,6	17,2
glukóza	16,9	11,9	18,2	16,9
fruktóza	0,5	6,2	1,4	0,3
Cukry chromatograficky %, v sušine:				
celkové	37,0	39,0	41,0	37,0
glukóza	7,0	7,0	7,0	8,0
fruktóza	10,0	12,0	10,0	14,0
sacharóza	20,0	20,0	24,0	15,0
Karotinoidy, mg % v sušine:	54,3	57,4	57,3	58,5
Číslo napučievania	80,9	87,6	92,5	75,4

Súhrn

V práci sa poukazuje na cesty rozvoja sušiarensťva potravinárskych a poľnohospodárskych výrobkov, ako aj na potrebu štúdia vnútorných podmienok sušenia pre optimalizáciu a intenzifikáciu sušenia. Vnútorné podmienky (vlastnosti) možno ovplyvňovať napríklad voľbou rozmerov krájania, predbežným opracovaním materiálu alebo jeho povrchu blanšírovaním, predvarením, varením alebo máčaním do roztokov škrobu a cukrov.

V záujme štúdia vplyvu rozmerov krájania na priebeh sušenia a kvalitu produktu preskúšali sme sušenie mrkvy o rozmeroch krájania: 0,5 × 0,5 × 2; 0,25 × 0,25 × 2; 0,1 × 1 × 2; 2 × 2 × 2 cm pri teplote 70 °C a rýchlosti vzduchu 3,5 m/s. Výsledky ukázali, že je dôležité, aby jedna z troch dimenzií zabezpečila malú hrúbku krájania zeleniny, a to aspoň v rozpätí 0,1 až 0,5 cm, čím sa dosiahne zvýšenie rýchlosti sušenia a zlepši sa kvalita produktu.

Literatúra

1. Tůma V., Vazebná energie vlhkosti ve vlhkých materiálech a metody jejího stanovení, SVÚTT 64 – 05023.
2. Ginzburg A. S., Suška pišćevych produktov, Moskva 1960.

Tab. 2. Hodnotenie podľa 100-bodového systému mrkvy (Štipická polodlhá) sušenej pri teplote 70 °C a rýchlosti vzduchu 3,5 m/s; rôzne rozmery krájania

Rozmery krájania, cm		0,5×0,5×2	0,25×0,25×2	0,1×1×2	2×2×2
Zmyslové znaky akosti:	Vzhľad	12	12	12	12
	farba	10	7	10	10
	čistota a opracov.	8	8	8	8
	konzisten- cia	10	10	7	10
	chuf a vôňa	20	15	20	20
	Počet bodov	60	52	57	60
Analytické znaky akosti:	Vlhkosť	20	20	20	20
	Číslo napu- čiavania	5	10	10	0
	Obsah piesku	10	10	10	10
	Počet bodov	35	40	40	30
Celkový počet bodov		95	92	97	90

3. Lykov A. V., Teorija suški, Moskva 1968.
4. Šepitka A. a spol.: Vplyv vonkajších a vnútorných podmienok sušenia na niektoré fyzikálne a chemické zmeny sušeného produktu, čiastková správa ÚVÚPP, Bratislava, 1968.
5. Decareau R. V., Baker's Digest, 1968, 41, č. 6, 52.
6. Fitzpatrick T. I., Amer. Potato J., 1968, 45, č. 3, 103.
7. Allaire R. P., Food Technol., 1965, 19, č. 8, 40.
8. Ginzburg A. S., Infračervená technika v pšičejovej promyšlenosti, Moskva 1966.
9. Bystrická E., Šepitka A., Progresívne spôsoby dehydratácie potravín a poľnohospodárskych produktov, štúdiálna správa SPA – VÚP, Bratislava 1969.
10. Šepitka A. a spol., Vplyv termodynamických podmienok sušenia na niektoré fyzikálne a chemické zmeny mrkvy, čiastková správa ÚVÚPP, Bratislava, 1967.

Значение внутренних условий сушки для отбора оптимального способа сушки. Сушка моркови с различными размерами резания

Выводы

В работе указываются пути развития сушки пищевых и сельскохозяйственных продуктов и также необходимость изучения внутренних условий сушки для оптимизации и интенсификации сушки. На внутренние условия (свойства) можно влиять например выбором размеров резания, предварительной подготовкой материала, или бланшированием его поверхности, предварительной варкой, варкой или обмакиванием в растворы крахмала или сахаров.

В интересах изучения влияния размеров резания на процесс сушки и качество продуктов мы проверили сушку моркови размеров резания: $0,5 \times 0,5 \times 2$; $0,25 \times 0,25 \times 2$; $0,1 \times 1 \times 2$; $2 \times 2 \times 2$ см при температуре 70°C и скорости воздуха $3,5$ м/с. Результаты показали, что необходимо, чтобы одно из трех измерений обеспечило маленькую толщину резания овощей, а именно хоть в расстоянии $0,1$ до $0,5$ см, чем достигается повышение скорости сушки и улучшается качество продукта.

The importance of internal conditions of drying for selection of the optimal method of. Drying of carrot, cut into various thicknesses

Summary

The study discusses the trends of development of drying of food industry and agricultural products as well as the need of study of internal conditions of drying for optimization and intensification of the drying process. The internal conditions (properties) can be influenced by e. g. thickness of cuts, preliminary treatment of material or its surface by blanching, pre-cooking, cooking, or dipping into solutions of starches and sugars.

In the interest of study of the effect of dimensions of cutting on the course of drying and quality of the product, we have tested drying of carrot, at the following dimensions of the cutting: $0.5 \times 0.5 \times 2$; $0.25 \times 0.25 \times 2$; $0.1 \times 1 \times 2$; $2 \times 2 \times 2$ cm at the temperature of 70°C and air circulation 3.5 m/sec. The results showed, that it is important for at least one dimensions to guarantee thinness of vegetable cutting, at least in the dimension 0.1 to 0.5 cm, by which drying is more rapid and quality of product better.