

Vplyv dĺžky času blanširovania, veľkosti krájania a mraziarenského skladovania na enzymatickú aktivitu a nutričnú hodnotu karotky

Š. ŠULC

V rámci komplexnej úlohy „Výskum racionalizácie výživy“ sme urobili prácu o vplyve dĺžky času blanširovania, veľkosti krájania a mraziarenského skladovania na enzymatickú aktivitu a nutričnú hodnotu karotky. I keď prác bolo v tomto smere vykonané už viac, predsa sa pozornosť chemikov a biochemikov sústreďuje i naďalej na tento základný úkon technológie.

Z doterajších prác sú pre nás význačné práce Leea (1), ktorý vo svojom obsiahlom referáte „Pokroky vo výskume potravín“ zdôrazňuje, že inaktivácia enzýmov je nutná, lebo len po správnej inaktivácii enzýmov sa môžu mrazené potraviny s úspechom vyrábať. Vo svojom referáte najmä uvádza vlastné pokusy s blanširovanou a neblanširovanou zeleninou, kde zistil, že u mrazeného hrášku počas mraziarenského skladovania nastal vzrast celkovej kyslosti a peroxidového čísla v lipidickej hmote, pričom sa vytvorila cudzia chuť u neblanširovaného alebo u nedostatočne blanširovaného mrazeného hrášku. Okrem hrachu mal v pokusoch cukrovú kukuricu a zelenú fazuľku. Lynch (2) a iní uvádzajú, že na zmenách zeleného hrášku sa zúčastňujú kataláza, peroxidázy, oxidázy kyseliny l-askorbovej, chlorofyláza, lipáza, lipo-oxidáza, dehydrogenáza a purínová dekarboxyláza. Keimeier (3) pri kritickom hodnotení použitia lability enzýmov ako vodítka technického spracovania surového materiálu tvrdí, že stanovenie enzýmov pri rôznych manipuláciách predstavuje len vtedy platné kritérium, keď skúšané alebo výrobné podmienky sú konštantné. Hirsch (4) uvádza, že inaktivácia enzýmov nezávisí len od dĺžky času a spôsobu blanširovania, ale tiež od hrúbky, tvaru a veľkosti suroviny. Napr. špargľu o hrúbke 9–12 mm odporúča blanširovať 2 až 3 minúty vo vode a 4 až 5 minút v pare, kým špargľu o hrúbke 14 až 18 mm navrhuje blanširovať 4–5 minút vo vode a 6–8 minút v pare. Guerrant (5) mal v pokuse špargľu, zelenú fazuľku, brocoli, karfiol, kukuricu a špenát. Uvedená zelenina bola blanširovaná vo vode pri 93 °C určitý čas, patriaci pre jednotlivé druhy zeleniny, potom bola ochladená v ľadovej vode a zabalená do obalov z plastickej hmoty, načo sa zmrazila pri teplote –22 a –46 °C a skladovala pri –12, –18 a –29 °C. Hlavná pozornosť sa sústredila na zmeny farby v odrazovom svetle. U špargle sa zjavili iba malé zmeny v odrazovom svetle v oblasti zelenožltej poukazujúce na hnednutie, ktoré bolo najväčšie pri –12 °C. U zelenej fazuľky bola jasne viditeľná zmena a to zvlášť, keď sa

skladovala pri -12°C . Obdobne u zlatožltej kukurice bola zistená strata farby, zapríčinená rozkladom karotínových pigmentov, ktoré zhnedli počas skladovania. Thaler (6) uvádza práce Guerranta a Hára, ktorí sledovali straty karotinoidov pri rôznych technologických zárokoch. Pokusy ukázali, že straty karotinoidov sú nasledovné:

Úprava	Karotín v ‰
1. Zelený hrášok čerstvý	100 ‰
2. Zelený hrášok po uvarení	78 ‰
3. Zelený hrášok po blanširovaní	102 ‰
4. Zelený hrášok po blanširovaní a mrazení	102 ‰
5. Zelený hrášok po blanširovaní, mrazení a uvarení	103 ‰
6. Zelený hrášok po blanširovaní a sterilizovaní v plechovke	102 ‰
7. Zelený hrášok po blanširovaní a sterilizovaní v plechovke a po varení	117 ‰
8. Zelený hrášok po blanširovaní, sterilizovaní v skle	114 ‰
9. Zelený hrášok po blanširovaní, sterilizovaní v skle a po varení	113 ‰

Za účelom poznania vplyvu dĺžky času blanširovania, veľkosti krájania a mraziarenského skladovania na enzymatickú aktivitu a nutričnú hodnotu sme urobili pokusy.

Usporiadanie pokusov:

Kvetoslavskú karotku v botanickej zrelosti sme dôkladne umyli v tečúcej pitnej vode a pokrájali na mechanickom struháku na veľkosť kociek o hrane $\frac{1}{2}$ cm, 1 cm a $1\frac{1}{2}$ cm. Nepravidelné kocky karotky sme vybrali a ostatné sme použili pre blanširovací pokus. Blanširovanie sme robili v jednom litre vody, do ktorej sa pridalo 200 gr nakrájanej karotky a blanširovalo pri teplote vody 98°C až 100°C počas 4 min., $3\frac{1}{2}$ min., 3 min., $2\frac{1}{2}$ min., 2 min., $1\frac{1}{2}$ min., 1 min., a $\frac{1}{2}$ min. Karotka sa potom zbavila blanširovacej vody na site z umelej hmoty, načo sa chladila v $\frac{1}{2}$ litre pitnej vody. Blanširovací čas sme merali pomocou stopiek a teplotu vody pomocou termočlánkov.

Odber vzoriek

Po rýchlom zbavení chladiacej vody sme blanširovanú karotku rozturmixovali na jemnú hmotu.

Počas mraziarenského skladovania sme odoberali vzorky v trojmesačných intervaloch v množstve $\frac{1}{4}$ kg, ktoré sa po miernom rozmrazení zhomogenizovali na jemnú hmotu. Takto pripravené vzorky sme použili na analytické stanovenia.

Použitá metodika

- Sušina (7).
- Redukujúce cukry (7).
- β karotín chromatograficky (8).
- Enzymatická aktivita katalázy (7).
- Enzymatická aktivita peroxydázy (9).

Tab. 1. Vplyv dĺžky času blanširovania a veľkosti krájania 0,5×0,5×0,5 na enzymatickú aktivitu a nutričnú hodnotu

Dĺžka času blanširovania	Sušina %	Celkový cukor %	Peroxi- dázy v sekun- dách	Kata- láza mg/g	Celkový cukor %	β karo- tín mg%
				v sušine		
Surovina	12,12	8,86	75.10—2	246,60	73,10	10,3
4 minúty	7,34	4,48	0	0	61,03	10,1
3½ minúty	7,35	4,66	0	0	63,40	10,9
3 minúty	7,27	4,55	560	0	62,51	10,2
2½ minúty	7,57	4,78	490	0	63,14	09,9
2 minúty	7,89	5,02	260	0	63,62	09,9
1½ minúty	8,14	5,32	120	0	65,36	08,9
1 minúta	8,20	5,69	80	0	69,39	
½ minúty	8,69	6,27	30	22,09	72,15	08,9

Tab. 2. Vplyv dĺžky blanširovania a veľkosti krájania 1×7×1 cm na enzymatickú aktivitu a nutričnú hodnotu

Dĺžka času blanširovania	Sušina %	Celkový cukor %	Peroxí- dázy v sekun- dách	Kata- láza mg/g	Celkový cukor %	β karo- tín mg%
				v sušine		
4 minúty	7,42	4,75	0	0	64,02	10,4
3½ minúty	7,92	5,30	0	0	66,91	09,9
3 minúty	8,03	5,52	480	0	68,74	10,4
2½ minúty	8,41	5,95	310	0	70,75	09,9
2 minúty	8,53	6,14	170	3,94	71,98	09,9
1½ minúty		6,40	80	7,71	72,56	09,5
1 minúta	8,96	6,60	50	9,15	73,66	09,8
½ minúty	9,22	6,90	20	11,97	74,84	09,5

Tab. 3. Vplyv dĺžky blanširovania a veľkosti krájania 1,5×,15,×1,5 cm na enzymatickú aktivitu a nutričnú hodnotu

Dĺžka času blanširovania	Sušina %	Celkový cukor %	Peroxí- dázy v sekun- dách	Kata- láza mg/g	Celkový cukor %	β karo- tín mg ⁰ / ₀
				v sušine		
4 minúty	8,27	5,42	315	0	65,53	09,8
3 ¹ / ₂ minúty	8,46	5,65	185	0	65,39	10,3
3 minúty	8,76	6,21	160	0	70,89	10,9
2 ¹ / ₂ minúty	8,90	6,35	140	0	71,35	10,3
2 minúty	9,15	6,58	105	2,00	71,91	10,0
1 ¹ / ₂ minúty	9,53	6,90	65	4,00	72,40	10,9
1 minúta	9,63	7,03	40	6,00	73,00	10,4
¹ / ₂ minúty	9,69	7,13	15	11,80	73,58	10,6

T a b. 4. Vplyv mraziarenského skladovania (-18°C) na karotinoidy a enzymatickú aktivitu

Dĺžka času blanširovania	Veľkosť krájania	Po 3 mesačnom skladovaní				Po 6 mesačnom skladovaní				Po 9 mesačnom skladovaní			
		Suši-na ^o / _o	Peroxi-dázy v sek.	Katalá-za mg/g	β-karotín	Suši-na ^o / _o	Peroxi-dázy v sek.	Katalá-za mg/g	β-karotín	Suši-na ^o / _o	Peroxi-dázy v sek.	Katalá-za mg/g	β-karotín
				v sušíne				v sušíne				v sušíne	
1/2 min.	0,5×0,5×0,5	10,31	30	6,58	12,5	10,82	15	2,90	12,6	11,10	6	3,43	12,7
1 min.		9,40	40	4,92	12,7	9,86	20	4,46	11,3	10,42	20	3,94	11,7
1 1/2 min.		8,27	70	1,76	11,4	9,50	50	0	11,4	9,97	40	0	11,0
2 min.		8,78	120	1,11	12,5	9,02	80	0	12,0	9,30	72	0	12,7
2 1/2 min.		8,67	540	0	11,7	8,22	240	0	11,3	8,65	180	0	11,8
3 min.		8,13	0	0	11,5	8,72	340	0	11,6	9,03	200	0	11,7
3 1/2 min.		8,31	0	0	11,2	8,62	0	0	11,4	8,97	0	0	11,9
4 min.	8,32	0	0	11,4	8,23	0	0	11,0	8,52	0	0	12,5	
β-Karotín je v mg ^o / _o .													

Tab. 5. Vplyv mraziarenského skladovania (-18°C) na karotinoidy a enzymatickú aktivitu[illegible]

Tab. 6. Vplyv mraziarenského skladovania (-18°C) na karotinoídy a enzymatickú aktivitu

Dĺžka času blanširo- vania	Veľkosť krájania	Po 3 mesačnom skladovaní				Po 6 mesačnom skladovaní				Po 9 mesačnom skladovaní			
		Suši- na %	Peroxi- dázy v sek.	Katalá- za mg/g	β- karotín	Suši- na %	Peroxi- dázy v sek.	Katalá- za mg/g	β- karotín	Suši- na %	Peroxi- dázy v sek.	Katalá- za mg/g	β- karotín
				v sušine				v sušine				v sušine	
1/2 min.	1,5×1,5×1,5	10,85	20	29,63	10,6	11,79	11	26,61	09,3	12,38	6	8,85	09,8
1 min.		10,40	30	28,09	10,9	11,87	13	15,27	09,0	12,48	10	0	10,3
1 1/2 min.		10,24	45	3,48	10,7	11,62	31	1,30	10,3	12,31	20	0	09,6
2 min.		9,74	80	0	10,6	10,95	45	0	10,5	11,19	29	0	10,4
2 1/2 min.		9,89	90	0	11,1	10,46	55	0	11,1	11,02	33	0	10,5
3 min.		9,01	100	0	12,8	9,87	90	0	12,1	10,37	97	0	11,2
3 1/2 min.		8,66	120	0	12,1	9,81	110	0	11,4	10,33	109	0	11,3
4 min.		8,60	0	0	12,3	9,09	275	0	12,4	10,24	140	0	11,9
β-Karotín je v mg%.													

Výsledky pokusu

V tabuľkách 1—6 sú uvedené výsledky vplyvu dĺžky času blanširovania, veľkostného krájania a mraziarenského skladovania (-18°C na enzymatickú aktivitu a nutričnú hodnotu karotky.

Pri sledovaní vplyvu dĺžky času blanširovania, napr. pri $\frac{1}{2}$ min. blanširovaní aktivity závisla od dĺžky času blanširovania, napr. pri $\frac{1}{2}$ min. blanširovaní aktivity peroxidáz bola 30 sek. kým pri $3\frac{1}{2}$ min. a 4 min. blanširovaní bola negatívna, keď sa karotka krájala na kocky o hrane 0,5 cm. Približne obdobné údaje boli zistené aj pri ostatných veľkostných triedach.

Pri sledovaní vplyvu krájania karotky na kocky sa ukázalo, že aktivity peroxidáz závisí od veľkosti kocky. Tak pri krájaní karotky na kocky o hrane 0,5 cm a 1 cm sa aktivity peroxidáz nezistila pri $3\frac{1}{2}$ min. blanširovaní, kým pri krájaní na kocky o veľkosti hrany 1,5 cm, boli prítomné i pri 4 min. čase blanširovania.

Obdobné výsledky sme mali pri sledovaní aktivity katalázy len s tým rozdielom, že táto bola v kratších časových intervaloch inaktivovaná ako peroxidázy. Napr. pri krájaní karotky na kocky o hrane 1 cm sa dosiahla inaktivácia katalázy pri $2\frac{1}{2}$ min. blanširovaní, kým inaktivácia peroxidáz nastala až po $3\frac{1}{2}$ min. blanširovaní vo variacej vode. Ešte preukaznejšie výsledky sme mali pri krájaní karotky na kocky o hrane 1,5 cm, kde sa kataláza inaktivovala po $2\frac{1}{2}$ min. blanširovaní, kým enzymatická aktivita peroxidázy bola zistená i po 4 min. varení vo vode.

Najväčšie straty celkového cukru boli pri 4 min. čase blanširovania, kedy sa blanširovacou vodou vylúžilo 16,52 % celkového cukru, kým najmenešie straty boli pri $\frac{1}{2}$ min. blanširovaní, ktoré tvorili 1,32 % celkového cukru pri krájaní karotky na kocky o hrane 0,5 cm.

Stanovením celkového cukru sa zistilo, že jeho straty záviseli tiež od veľkosti krájania karotky. Napr. pri 3 min. inaktivácii enzýmov sa blanširovacou a chladiacou vodou vylúžilo 14,41 % celkového cukru, keď sa karotka krájala na kocky o hrane 0,5 cm, kým pri uvedenom čase blanširovania a pri krájaní karotky na kocky o veľkosti hrany 1 cm boli straty celkového cukru iba 6,00 %. Najmenšie straty boli 3,12 % u karotky krájanej na kocky o hrane 1,5 cm pri 3 min. inaktivácii enzýmov.

Zaujímavé výsledky sme mali pri sledovaní strát β -karotínu, kde jeho straty nezáviseli od dĺžky času inaktivácie enzýmov, ani od veľkosti krájania a prakticky boli nulové.

Počas mraziarenského skladovania sa jednoznačne zistilo, že nastáva reaktivácia peroxidáz, napr. pri krájaní karotky na kocky o hrane 1 cm bola aktivita peroxidáz nulová po 3 $\frac{1}{2}$ min. blanširovaní, keď sa táto skladovala 3 mesiace. Po 6 a 9 mesiacoch skladovania sa aktivita peroxidáz zistila i pri najdlhších časoch blanširovania (4 min.) s tým výsledkom, že po 6 mesačnom skladovaní ich aktivita bola nižšia ako pri 9 mesačnom skladovaní.

Obdobné poznatky sme získali tiež pri krájaní karotky na kocky o hrane 0,5 cm a 1,5 cm.

Oproti tomu aktivita katalázy počas mraziarenského skladovania poklesla napr. pri krájaní karotky na kocky o hrane 1 cm poklesla aktivita katalázy o 36,16 % po 6 mesiacoch skladovania, kým po 9 mesiacoch skladovania jej pokles bol vyšší — 42,91 % pri 1 min. blanširovaní. Obdobné výsledky boli pri odlišnom veľkostnom krájaní a pri rôznych časoch blanširovania. Strata β -karotínu bola nulová.

Diskusia

Pri sledovaní vplyvu veľkosti krájania karotky sa zistilo, že čím je jej krájanie menšie, tým kratší čas je potrebný na inaktiváciu enzýmov a opačne, keď je krájanie karotky väčšie, je potrebný dlhší blanširovací čas.

Túto skutočnosť možno vysvetliť dlhším priestupom teploty do hmoty, ktorá je potrebná pre inaktiváciu enzymatického systému.

Z uvedených poznatkov vyplýva, že pre jednotlivé veľkosti karotky je potrebné stanoviť presný blanširovací čas a na základe takto získaných časov zabezpečiť inaktiváciu enzymatických systémov pri priemyselnom spracovaní karotky.

Ďalej z pokusov možno usúdiť, že peroxidázy sú odolnejšie voči teplote ako kataláza. K obdobnému záveru dospeli Lee, Yamamoto a iní pri blanširovaní zeleniny.

Pri blanširovaní sú straty nutričnej hodnoty vysoké, a to hlavne pri predĺžených časoch blanširovania. Toto možno vysvetliť tým, že pri inaktivácii enzymatických systémov nastáva porušenie štruktúry karotky, (ktoré je tým väčšie, čím na menšie časti je karotka krájaná) čo umožňuje vylúhovanie rozpustných látok z karotky.

Pri mraziarenskom skladovaní sme konštatovali dôležitú skutočnosť, že počas skladovania nastáva reaktivácia peroxidáz, kým aktivita katalázy klesá.

Reaktiváciu peroxidáz možno vysvetliť na základe hypotézy Fischera, ktorý tvrdí, že pri enzymatickej inaktivácii často nedochádza k úplnej dena-

turácii jednotlivých bielkovín, lebo tieto sú chránené rôznymi látkami. Počas skladovania sa prostetická skupina spojí s nedenaturovanou bielkovinou, čím vzniká aktívny enzým.

Okrem toho naše pokusy ukázali, že straty β -karotínu sú nulové počas mraziarenského skladovania, čo si možno vysvetliť tým, že teplota -18°C dostatočne bráni oxidácii β -karotínu.

S ú h r n

Sledovali sme vplyv dĺžky času blanširovania, veľkosť krájania a mraziarenského skladovania na enzymatickú aktivitu a nutričnú hodnotu u karotky, ktorá sa krájala na kocky o hrane 0,5 cm, 1 cm a $1\frac{1}{2}$ cm a blanširovala 4 minúty, $3\frac{1}{2}$ minúty, 3 min., $2\frac{1}{2}$ min., 2 min., $1\frac{1}{2}$ min., 1 min. a 0,5 min.

Výsledky ukázali, že inaktivácia peroxidáz a katalázy závisí od dĺžky času blanširovania a od veľkosti krájania. Z tohoto dôvodu je potrebné pre každú veľkosť krájania karotky určiť presné inaktivačné časy. Peroxidázy sú rezistentnejšie voči teplote ako katalázy. Počas blanširovania nastávajú pomerne vysoké straty na cukroch, čo závisí od veľkosti krájania a dĺžky času blanširovania. Oproti tomu straty β -karotínu boli nulové, čo možno vysvetliť jeho malou rozpustnosťou v horúcej vode. Počas mraziarenského skladovania došlo k reaktivácii peroxidáz, pričom straty β -karotínu boli nulové.

L i t e r a t ú r a

1. Lee F., Proces blanširovania. Pokroky vo výskume potravín. New York, zv. 8, 1958.
2. Lynch L. J. a iní, Organizácia pre vedecký a priemyselný výskum v Spojených štátoch austrálskych. Oddelenie pre konzerváciu potravín a dopravu Homebusch, New South Wales, Austrália. Z „Advances in Food Research”, IX, 1960.
3. Joslyn M. A., Enzymatická aktivita mrazenej zeleniny, Advances in Enzymology, 9, s. 613—652, 1949.
4. Hirsch, P., Enzyíny v rámci potravinárskej chémie. Enzyíny v potravinách rastlinného pôvodu (zelenina a ovocie) str. 69—85. Prehľad enzyímov z hľadiska výskytu. Str. 85—86. Theodor Steinkopf, Dresden und Leipzig, 1956.
5. Guerrant N. B., Zmeny v odraze svetla a v obsahu kyseliny l-askorbovej v mrazených potravinách počas ich konzervovania. J. Agric. and Food Chem. s. 207—212, 1957.
6. Thaler H., Straty karotínoidu pri príprave potravín. Carotene und Carotinoide. Darmstadt, s. 21, 1963.
7. Šulc Š., Štúdium vplyvu tepla na chemické a biochemické pochody počas výroby. Dizertačná práca. Ústredný výskumný ústav potrav. priemyslu Bratislava, 1965.
8. Cerevitinov F. V., Chemické složení a fyzikální vlastnosti ovoce a zeleniny. Průmyslové vydavatelství Praha, 1952.
9. Morris H., Reagenčný papier na zistenie peroxidázy. Agr. Food. Chem. 6, s. 383—384, 1958.

Влияние продолжительности бланшировки, величины кубиков и морозильного хранения на энзиматическую активность и питательную ценность каротки

Выводы

Авторы исследовали влияние продолжительности бланширования, величины резанных кубиков и морозильного хранения на энзиматическую активность и питательную ценность каротки, которая резалась на кубики размером 0,5×1×1,5 см и бланшировалась 4, 3,5, 3, 2,5, 2, 1,5, 1 и 0,5 минут.

Результаты показали, что инактивация пероксидаз и каталазы зависит от длительности бланширования и от величины кубиков. Вследствие того нужно определить для каждой величины кубиков каротки акуратную длительность инактивации. Пероксидазы являются термоустойчивейшими чем каталазы. Во время бланшировки приходит к сравнительно большим потерям сахаров, что зависит от величины кубиков и длительности бланшировки. Напротив того, потери каротенов были ничтожными, что можно объяснить их малой растворимостью в горячей воде. Во время морозильного хранения произошла реактивация пероксидаз, причем потери каротенов были ничтожными.

Der Einfluss der Blanchierdauer, der Aufteilungsgrösse und der Tiefkühlagerungszeit auf die enzymatische Aktivität und Nährwert der Karotten

Zusammenfassung

Der Einfluss der Blanchierdauer, der Aufteilungsgrösse und der Tiefkühlagerungszeit auf die enzymatische Aktivität und Nährwert der Karotten.

Der Einfluss der Blanchierdauer, der Aufteilungsgrösse und der Tiefkühlagerungszeit auf die enzymatische Aktivität und Nährwert der Karotten wurde untersucht. Die Karotten wurden in Würfeln vom Ausmass von 0,5 1, und 1,5 cm aufgeteilt und über eine Zeitdauer von 4, 3,5, 3, 2,5 2, 1, 1/2 Minute blanchiert.

Die Ergebnisse zeigten, dass die Inaktivierung der Peroxydase und Katalase von der Dauer des Blanchierens und von der Grösse der Teilchen abhängig ist. Aus diesem Grunde ist es nötig entsprechend der Aufteilungsgrösse der Karottenteilchen die Inaktivierungszeit zu bestimmen. Die Peroxydasen sind wärmebeständiger als die Katalasen.

Während des Blanchierens kommt es zu verhältnismässig hohen Verlusten am Zuckergehalt die gleichfalls von der Grösse der Teilchen und von der Dauer des Blanchierens abhängig sind. Demgegenüber sind die Verluste an β -Carotin gleich Null, was auf Grund der niedrigen Lösbarkeit dieser Stoffe im heissen Wasser zu erklären ist. Im Laufe der Tiefkühlagerung kam es zu einer Reaktivierung der Peroxydasen, die Verluste an β -Carotin waren im Laufe dieser Zeit wieder gleich Null.