

Vplyv teploty na oxidáciu kyseliny *l*-askorbovej v prítomnosti peroxidáz

Š. ŠULC, B. KRKOŠKOVA

Vo svetovom meradle je Československá socialistická republika na druhom mieste v dennej spotrebe potravín s počtom 3150 kalórii. Kleer, ktorý hodnotil životnú úroveň v socialistických krajinách na základe národného dôchodku, úrovne priemyselnej výroby na jedného obyvateľa, spotreby potravín a vybavenia rodín priemyselnými výrobkami dlhotrvajúcej spotreby, došiel k záveru, že životnú úroveň v socialistických krajinách môžeme rozdeliť do 3 skupín. Do prvej skupiny s najvyššou životnou úrovňou patrí Nemecká demokratická republika a ČSSR, druhú so strednou životnou úrovňou tvorí SSSR, Poľsko a Maďarsko a napokon tretiu s najnižšou životnou úrovňou tvorí Bulharsko a Rumunsko.

I keď sme dosiahli vysokú spotrebu potravín na 1 obyvateľa po stránke kalorickej hodnoty, nemôžeme byť spokojní so zložením našej stravy. Doposiaľ naša strava vykazuje nadmernú spotrebu cukru a obilnín pri relatívne nízkej spotrebe živočíšnych bielkovín, vitamínov a minerálnych látok. Aby sa aspoň čiastočne zlepšila štruktúra našej stravy, rozhodla sa vláda podstatne zvýšiť dovoz južného ovocia, najmä citrónov a pomarančov, čím sa nám aspoň čiastočne podarilo kryť nedostatok kyseliny *l*-askorbovej. I pri dnešnom zvýšenom dovoze južného ovocia sa konštatovalo, že týmto spôsobom nevznikajú predpoklady kryť potrebné látky, v našej strave deficitné.

V poslednom čase otázkou správnej výživy školských detí a študentov sa zaoberal Zdravotný výbor Národného zhromaždenia, kde v svojom referáte Akademik Málek poukázal na veľké nedostatky v stravovaní školskej mládeže. I keď rozhodnutie vlády č. 69/65 o zaistení racionálnej výživy nášho obyvateľstva je zásadné, nerieši túto problematiku v celej šírke, ale svedčí o tom, že sa tejto problematike venuje veľká pozornosť aj na najvyšších miestach.

Výsledky prác viacerých autorov ukazujú, že hlavným a rozhodujúcim faktorom pre úchovu akosti rýchle sa kaziacich potravín je skladovacia teplota. Z tohto dôvodu sa vypracovávajú nové analytické metódy pre stanovenie rôznych faktorov, na základe ktorých by bolo možné poznať biochemické reakcie, ktoré prebiehajú počas dlhodobého skladovania.

Otázkou ako dlho sa má skladovať, a pri akej teplote, sa zaoberal Gut-schmidt (1), ktorý dokazuje, že mrazené potraviny je možné skladovať maximálne 18 mesiacov, avšak aby sa uchovala zvýšená akosť mrazených potravín, treba ich skladovať pri -28°C a nižšie. 20 %-ná strata kyseliny *l*-askor-

bovej počas dlhodobého skladovania poukazuje na prebiehajúce biochemické pochody pri skladovaní. Kolísavá teplota v značnej miere ovplyvňuje akosť zmrazených potravín a z toho dôvodu sa vyvinuli rôzne prístroje, ktoré zaznamenávajú zmeny teploty pri skladovaní. Tieto indikátory sú najviac rozšírené v USA.

Guerrant (2) mal v pokuse špargľu, zelenú fazuľku, brokoli, karfiol, kukuricu a špenát. Táto zelenina sa blanširovala vo vode pri 93 °C určitý čas potrebný pre jednotlivé druhy zeleniny, potom bola ochladená v ľadovej vode a zabalená do obalov z plastickej hmoty, načo sa zmrazila pri teplote —22 až —46 °C a skladovanie pri —12, —18 a —29 °C. Hlavná pozornosť sa sústredila na zmeny farby v odrazovom svetle. U špargle sa prejavili 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 karoténových pigmentov, ktoré počas skladovania zhnedli. U špenátu sa zistili podobné zmeny ako u špargle a zelenej fazuľky.

Farchmin (3) uvádza, že husi a kačice je možné skladovať 4—5 mesiacov pri —18 °C, relatívnej vlhkosti 93—95 %. Predĺženie skladovacieho času na 6—7 mesiacov je možné zabezpečiť iba znížením teploty na —22 °C pri relatívnej vlhkosti 95—98 %. Kohútov môžeme úspešne skladovať pri 19 °C, relatívnej vlhkosti 93—95 % počas 3—3,5 mesiaca. Pri skladovacej teplote —22 °C, relatívnej vlhkosti 95—98 % môžeme kohútov skladovať 4—5 mesiacov. Zložitejšia problematika skladovania je u rýb, kde má význačnú úlohu tučnosť. Napr. tučné morské ryby je možné skladovať pri —18 °C iba 2 mesiace, kým pri —22 °C ich možno skladovať 3 mesiace. Chudé morské ryby pri —18 °C sa môžu skladovať 4 mesiace, kým pri teplote —22 °C sa môžu skladovať až 5 mesiacov.

Zhedeck (4) študoval vplyv antioxidantov a skladovacích teplôt na akosť kontinuálne vyrobeného masla. Skladovacie teploty boli —2 °C, —15 °C a —18 °C. Výsledky ukázali, že antioxidanty brzdili oxidáciu tuku, avšak skaza masla nastala činnosťou enzýmov, v dôsledku čoho sa maslo skazilo počas 6 mesiacov pri teplote —2 °C. Obdobný výsledok nastal, keď sa maslo skladovalo pri teplote —12 a —18 °C počas 20—26 mesiacov. Z pokusu vidieť, že pri kazení masla hrajú významnú úlohu enzymatické systémy, ktoré možno inhibovať iba nižšími teplotami ako —18 °C.

Schultz (5) popisuje novú chladiareň vo Viedni, ktorá má skladovacie priestory chladené na —25 °C. V novovybudovaných priestoroch sa skladuje hlavne divina a hydina. Okrem toho sú priestory, ktoré sú chladené na 0 °C. Ako chladivo sa používa amoniak. Crdynsky (6) skúšal vplyv rôznych skladovacích teplôt —18, —24 a —30 °C počas 12 mesiacov. Hotové jedlá sa balili do plynotesných obalov — hliníkových misiek. U všetkých jedál (hovädzia polievka, šošovicové jedlo, fazuľka, kroket, zemiaková kaša, guláš a bravčové pečené) nezistilo sa až do 6 mesiacov skladovania pozoruhodné zhoršenie kvality. Po 12 mesačnom skladovaní pri teplote —24 a —30 °C bola kvalita jedál dobrá, naproti tomu tie jedlá, ktoré sa skladovali pri —18 °C mali iba uspokojivú kvalitu. Najväčšie zmeny sa zistili u zelenej fazuľky. — V Londýne (7) postavili ďalšiu skladovaciu mraziareň na 16 000 ton. Viac ako polovica priestoru má teplotu okolo —30 °C a zvyšok okolo —10 °C. Tovar sa dopravuje do a zo skladu cestnými vozidlami, železnicou a po vode. Zariadenie je automatické a manipulácia s tovarom vysoko mechanizovaná, včítane paletizácie.

V Nemeckej spolkovkej republike (8) vystavili a uviedli do prevádzky novú chladiareň asi o 5000 tonách, ktorá má mraziarenské priestory chladené na -30°C . Relatívne malá chladiareň má miestnosti o výške 7 m, čo umožňuje zavedenie paletizácie. Firma London Cold Storage Co Lod. (9) uviedla do prevádzky nový automatizovaný chladiarenský sklad, kde sú jednotlivé skladovacie komory chladené na -29°C a iné komory na -10°C . Spúšťanie a zastavenie motorov pre kompresory, čerpadlá a ventily sa riadi automaticky podľa termostatov v komorách. Mimoriadny dôraz sa kladie na rýchlu manipuláciu s tovarom, čím sa zabezpečuje kvalita mrazených potravín.

Za účelom zistenia vplyvu chladiarenských a mraziarenských teplôt na úchovu ľahko oxidovateľných látok sme urobili nasledovné pokusy:

Usporiadanie pokusov

Modelové systémy sme pripravili tým istým spôsobom ako sme opisali v predchádzajúcej práci (10). Takto pripravené vzorky sme skladovali v PVC tubách pri teplotách $+5^{\circ}\text{C}$, $+1^{\circ}\text{C}$, -12°C , -18°C , -24°C a -30°C počas 30 dní. Odber vzoriek na stanovenie obsahu kyseliny *l*-askorbovej sme robili v pravidelných intervaloch.

Metodika

Aktivitu peroxidáz sme stanovili podľa Morrissa (11) a Šulca (12).

Kyselinu *l*-askorbovú sme stanovili chromatograficky (13).

Výsledky pokusov

V tabuľkách 1—8 a grafoch 1—6 sú uvedené výsledky vplyvu teploty na oxidáciu kyseliny *l*-askorbovej v prítomnosti peroxidáz.

Pri zhodnotení oxidácie kyseliny *l*-askorbovej pri teplotách 5°C a 1°C sa ukázalo, že jej oxidácia bola približne rovnaká. Napr. pri teplote 5°C sa vo vodnom roztoku uchovalo 2,5—34,5 % kyseliny *l*-askorbovej, kým pri 1°C 2,5—35,0 % kyseliny *l*-askorbovej po 1. dni pri koncentrácii peroxidu vodíka 1 M, 0,1 M a 0,01 M a aktivite peroxidáz 200. Pri aktivite peroxidáz 800 a teplote 5°C sa v roztoku uchovalo 7,8—72,3 % kyseliny *l*-askorbovej a pri 1°C 9,0—74,5 % kyseliny *l*-askorbovej po 12 dňoch pri koncentrácii peroxidu vodíka 1 M, 0,1 M, 0,01 M a 0,0001 M.

Pri teplotách -12°C , -18°C , -24°C a -30°C oxidácia kyseliny *l*-askorbovej bola rozdielna, pričom sa jednoznačne ukázalo, že čím bola nižšia teplota, tým pomalšia bola oxidácia kyseliny *l*-askorbovej. Napr. pri teplote -12°C sa v roztoku nezistila kyselina *l*-askorbová, kým pri teplote -18°C sa jej uchovalo 18,0 %. Najväčšia úchova kyseliny *l*-askorbovej bola pri -24°C a -30°C , kde sa jej uchovalo až 57.—60,6 % po 12 dňoch pri koncentrácii peroxidu vodíka 1 M, aktivite peroxidáz 400. Rovnaké výsledky boli i pri iných koncentráciách peroxidu vodíka a aktivite peroxidáz.

I pri uvedených teplotách na oxidáciu kyseliny *l*-askorbovej v podstatnej miere vplývala koncentrácia peroxidu vodíka. Napr. pri teplote -18°C sa v roztoku nezistila kyselina *l*-askorbová pri koncentrácii peroxidu vodíka 1 M, 0,1 M, 0,01 M, kým pri koncentráciách peroxidu vodíka 0,001 M, 0,0001 M a

Tabuľka 1. Vplyv teploty na oxidáciu kyseliny *l*-askorbovej v % v prítomnosti peroxidáz

Teplota +5 °C

Koncentrácia H ₂ O ₂ Mol/lit.	Aktivita peroxi- dáz	Hneď	Hodi- ny	Dni					
			4	1	3	6	12	18	30
1	—2	100	27,5	0					
0,1	(19.10)	100	37,9	6,1	0				
0,01	100	100	36,6	12,8	0				
0,0001		100	80,6	77,5	74,0	70,0	67,5	60,0	56,7
1	—2	100	39,1	2,5	0				
0,1	(38.10)	100	46,6	26,8	11,0	4,9	0		
0,01	200	100	66,3	34,5	12,7	6,5	0		
0,0001		100	85,0	80,3	78,1	75,0	74,4	62,5	58,0
1	—2	100	48,0	31,6	14,0	6,0	0		
0,1	(75.10)	100	78,3	64,1	40,8	30,6	11,7	0	
0,01	400	100	80,0	69,1	55,0	40,8	31,6	27,3	20,1
0,0001		100	89,7	84,3	78,0	70,8	69,5	65,0	59,2
1	—2	100	60,6	52,0	36,2	29,4	7,8	0	
0,1	(150.10)	100	79,0	66,0	49,2	35,0	29,6	12,5	0
0,01	800	100	86,0	74,5	65,9	59,0	52,5	46,6	38,0
0,0001		100	89,0	87,0	80,0	75,0	72,3	65,8	62,5

Tabuľka 2. Vplyv teploty na oxidáciu kyseliny *l*-askorbovej v % v prítomnosti peroxidáz

Teplota +1 °C

Koncentrácia H ₂ O ₂ Mol/lit.	Aktivita peroxi- dáz	Hneď	Hodi- ny	Dni					
			4	1	3	6	12	18	30
1	—2	100	28,5	0					
0,1	(19.10)	100	43,7	8,9	0				
0,01	100	100	48,3	19,2	5,0	0			
0,0001		100	80,0	78,0	75,4	68,0	64,8	61,0	54,1
1	—2	100	37,8	2,5	0				
0,1	(38.10)	100	55,0	30,8	12,4	5,0	0		
0,01	200	100	79,1	35,0	16,1	8,0	0		
0,0001		100	90,6	80,0	78,0	73,1	65,0	63,0	59,0
1	—2	100	50,0	31,6	19,1	6,6	0		
0,1	(75.10)	100	79,0	64,7	50,0	36,6	12,6	0	
0,01	400	100	87,0	73,1	64,5	45,6	36,6	30,0	24,4
0,0001		100	95,0	86,5	82,3	75,7	73,9	70,1	61,2
1	—2	100	61,0	54,0	39,5	30,8	9,0	0	
0,1	(150.10)	100	88,0	70,6	58,7	38,8	26,8	16,0	0
0,01	800	100	92,0	79,0	67,3	55,1	50,4	47,0	42,9
0,0001		100	96,0	88,0	83,5	78,5	74,5	71,3	62,6

Tabuľka 3. Vplyv teploty na oxidáciu kyseliny l-askorbovej v % v prítomnosti peroxidáz

Teplota -12 °C

Koncentrácia H ₂ O ₂ Mol/lit.	Aktivita peroxidáz	Hneď	Hodiny		Dni						
			2	4	1	3	6	9	12	18	30
1		100	42,4	38,0	0						
0,1		100	55,8	52,0	13,3	4,0	0				
	-2										
0,01	(19,10)	100	65,0	50,0	0						
0,001	100	100	90,0	85,0	84,5	78,0	77,0	75,0	76,6	74,2	69,7
0,0001		100	91,0	86,6	85,6	82,4	79,2	78,0	77,2	76,6	71,6
0,00001		100	93,0	91,6	87,5	85,8	84,1	82,0	79,0	78,3	76,6
1		100	49,5	45,1	7,8	0					
0,1		100	76,6	62,5	30,0	25,0	0				
	-2										
0,01	(38,10)	100	89,0	87,5	41,6	22,5	15,0	4,1	0		
0,001	200	100	95,8	91,6	89,1	85,4	83,3	81,6	79,0	76,6	73,3
0,0001		100	97,0	94,1	94,1	90,8	88,0	86,5	84,3	81,2	73,3
0,00001		100	98,0	96,0	95,8	94,1	91,3	88,0	85,7	79,0	76,6

Tabuľka 4. Vplyv teploty na oxidáciu kyseliny l-askorbovej v % v prítomnosti peroxidáz

Teplota -12 °C

Koncentrácia H ₂ O ₂ Mol/lit.	Aktivita peroxidáz	Hneď	Hodiny		Dni						
			2	4	1	3	6	9	12	18	30
1		100	56,0	55,2	36,6	20,0	10,5	4,2	0		
0,1		100	84,0	89,0	71,6	53,3	38,0	27,2	19,0	0	
	-2										
0,01	(75,10)	100	91,6	90,0	80,0	71,6	54,1	50,0	44,2	39,2	31,6
0,001	400	100	96,0	92,0	80,0	76,6	78,0	76,6	75,0	76,0	74,0
0,0001		100	96,0	94,0	87,5	83,8	78,2	77,8	77,0	75,0	75,0
0,00001		100	97,6	96,0	90,0	84,7	80,0	81,6	75,0	76,6	76,6
1		100	82,5	64,2	60,8	40,0	26,6	20,0	15,0	4,2	0
0,1		100	97,4	94,0	78,3	67,0	43,3	37,2	33,0	19,2	0
	-2										
0,01	(150,10)	100	98,0	93,0	93,0	78,3	70,0	66,6	56,6	55,8	52,5
0,001	800	100	98,0	95,0	93,0	80,9	78,3	77,4	78,0	77,5	75,8
0,0001		100	97,0	95,4	94,0	85,8	81,0	79,5	78,0	79,0	77,3
0,00001		100	98,0	96,0	92,6	88,3	83,3	82,1	81,0	79,2	78,0

Tabuľka 5. Vplyv teploty na oxidáciu kyseliny *l*-askorbovej v % v prítomnosti peroxidáz

Teplota —18 °C

Koncentrácia H_2O_2 Mol/lit.	Aktivita peroxidáz	Hneď	Hodiny		Dni						
			2	4	1	3	6	9	12	18	30
1	—2 (19.10) 100	100	47,2	43,4	34,7	0					
0,1		100	76,6	70,3	56,6	50,0	35,0	21,5	19,5	0	
0,01		100	58,0	44,0	28,0	0					
0,001		100	90,7	89,0	85,2	73,2	68,0	65,9	63,9	62,8	62,8
0,0001		100	95,0	92,0	87,0	83,0	78,0	76,0	75,0	72,0	70,0
0,00001		100	97,5	92,8	88,5	81,4	79,4	78,0	78,0	74,2	74,2
1	—2 (38.10) 200	100	55,5	53,0	45,4	25,2	15,6	8,0	6,0	0	
0,1		100	80,0	73,9	65,0	62,6	59,0	47,0	43,0	28,7	0
0,01		100	75,0	73,0	58,0	54,0	40,0	36,0	11,0	0	
0,001		100	93,5	86,0	73,0	72,0	69,0	69,0	68,0	67,0	65,0
0,0001		100	98,0	96,0	91,0	79,0	76,0	75,0	74,0	70,0	70,0
0,00001		100	100,0	100,0	98,5	94,0	78,0	76,1	78,0	73,0	73,0

Tabuľka 6. Vplyv teploty na oxidáciu kyseliny *l*-askorbovej v % v prítomnosti peroxidáz

Teplota —18 °C

Koncentrácia H_2O_2 Mol/lit.	Aktivita peroxidáz	Hneď	Hodiny		Dni						
			2	4	1	3	6	9	12	18	30
1	—2 (75.10) 400	100	70,5	65,0	51,0	34,7	27,3	24,0	18,0	12,5	0
0,1		100	—	83,6	64,0	49,5	47,4	45,8	42,9	37,0	26,6
0,01		100	75,0	74,0	68,0	65,0	61,0	59,0	56,0	52,0	42,0
0,001		100	98,0	92,0	86,0	70,0	70,5	69,0	68,0	67,0	66,0
0,0001		100	97,0	96,0	90,0	82,0	75,5	71,0	76,0	70,0	71,0
0,00001		100	100,0	100,0	98,0	97,0	94,0	87,0	82,0	77,0	76,0
1	—2 (150.10) 800	100	80,0	72,0	58,0	39,8	38,0	36,0	34,5	30,8	24,1
0,1		100	98,5	90,0	80,0	64,5	60,0	58,7	56,3	50,8	40,0
0,01		100	92,0	85,3	83,2	77,4	76,0	73,5	66,6	65,7	58,8
0,001		100	98,1	88,2	81,3	78,4	76,4	76,4	74,5	74,5	73,5
0,0001		100	98,9	98,4	95,1	78,9	78,0	77,0	75,5	75,1	74,0
0,00001		100	99,8	99,6	96,0	90,0	88,5	88,0	85,0	82,0	78,0

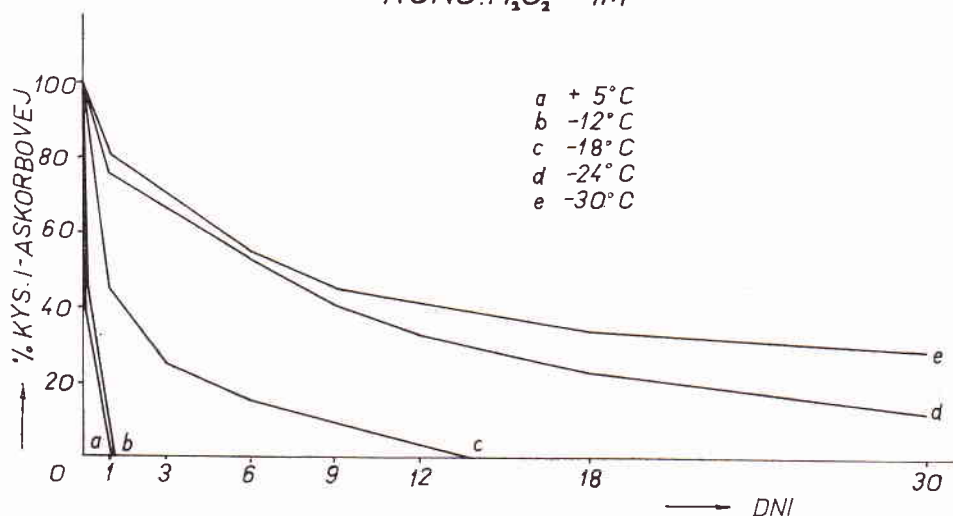
Tabuľka 7. Vplyv teploty na oxidáciu kyseliny *l*-askorbovej v % v prítomnosti peroxidáz
Teplota —24 °C

Koncentrácia H_2O_2 Mol/lit.	Aktivita peroxidáz	Hneď	Dni						
			1	3	6	9	12	18	30
1	—2	100	72,5	52,5	23,3	15,8	5,0	0	
0,1	(19,10)	100	75,8	66,6	58,3	51,6	43,6	36,6	17,5
0,01	100	100	81,6	73,5	62,5	55,8	46,6	43,6	25,8
0,0001		100	86,6	84,6	75,0	73,3	72,5	71,6	56,6
1	—2	100	75,6	66,6	53,3	40,8	33,3	23,3	12,5
0,1	(38,10)	100	83,3	78,3	66,6	58,3	51,6	44,3	30,0
0,01	200	100	85,0	78,5	68,3	60,8	54,1	46,6	34,5
0,0001		100	91,6	85,0	82,0	78,5	74,3	72,5	70,3
1	—2	100	72,6	67,0	60,6	59,0	57,6	53,0	50,0
0,1	(75,10)	100	77,5	73,1	66,6	64,5	62,5	58,3	54,1
0,01	400	100	86,6	81,6	75,5	72,5	70,0	64,5	56,6
0,0001		100	90,0	87,5	83,3	80,0	75,0	73,3	71,3
1	—2	100	82,5	70,3	66,5	63,3	60,0	55,0	53,3
0,1	(150,10)	100	85,5	78,6	75,0	68,3	66,6	65,0	62,5
0,01	800	100	87,5	82,5	80,0	77,8	76,3	72,5	67,5
0,0001		100	92,0	87,6	85,0	83,3	81,6	81,6	73,8

Tabuľka 8. Vplyv teploty na oxidáciu kyseliny *l*-askorbovej v % v prítomnosti peroxidáz
Teplota —30 °C

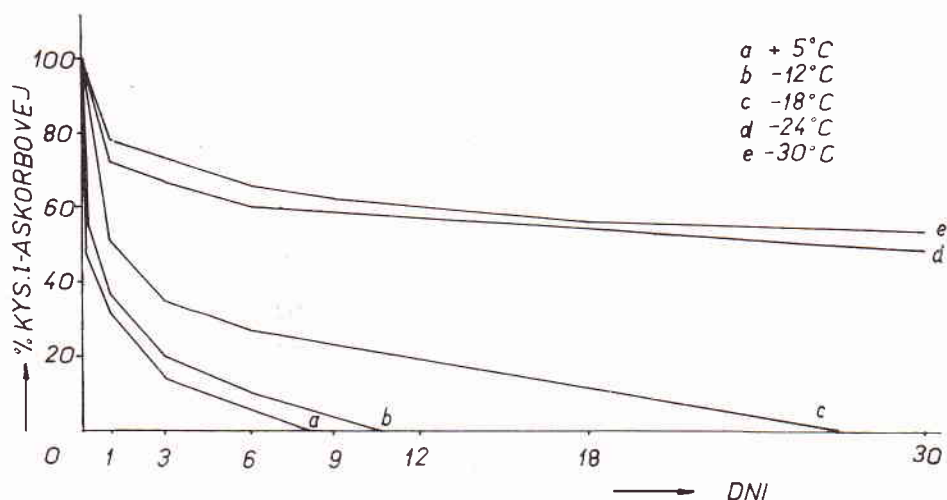
Koncentrácia H_2O_2 Mol/lit.	Aktivita peroxidáz	Hneď	Dni						
			1	3	6	9	12	18	30
1	—2	100	79,1	63,3	52,8	40,0	35,4	20,8	5,8
0,1	(19,10)	100	83,3	77,5	65,0	58,2	50,0	45,0	37,5
0,01	100	100	85,0	80,6	70,4	62,5	52,5	48,3	42,5
0,0001		100	92,5	86,8	78,3	75,8	74,0	72,6	71,6
1	—2	100	80,6	70,5	55,0	45,0	41,6	34,1	29,1
0,1	(38,10)	100	85,0	77,5	68,3	62,8	56,6	49,1	47,5
0,01	200	100	90,8	83,6	70,8	68,3	59,1	55,8	52,5
0,0001		100	98,0	90,8	86,3	82,5	79,1	76,2	75,0
1	—2	100	78,3	72,5	65,8	62,5	60,6	55,8	54,1
0,1	(75,10)	100	86,0	80,8	71,6	66,6	61,6	57,5	56,3
0,01	400	100	88,0	85,0	79,3	75,5	72,6	69,4	59,3
0,0001		100	91,6	88,3	83,3	80,0	79,1	72,5	73,3
1	—2	100	81,6	76,6	69,8	63,3	60,8	60,0	55,5
0,1	(150,10)	100	91,2	80,8	77,4	68,5	64,1	67,5	66,6
0,01	800	100	92,5	83,3	81,7	80,0	77,0	75,0	68,3
0,0001		100	93,3	88,3	85,0	82,5	79,0	76,6	74,2

VPLYV TEPLoty NA OXIDÁCIU KYS.1-ASKORBOVEJ
V PRÍTOMNOSTI PEROXIDÁZ PRI AKTIVITE 200
KONC.H₂O₂ 1M



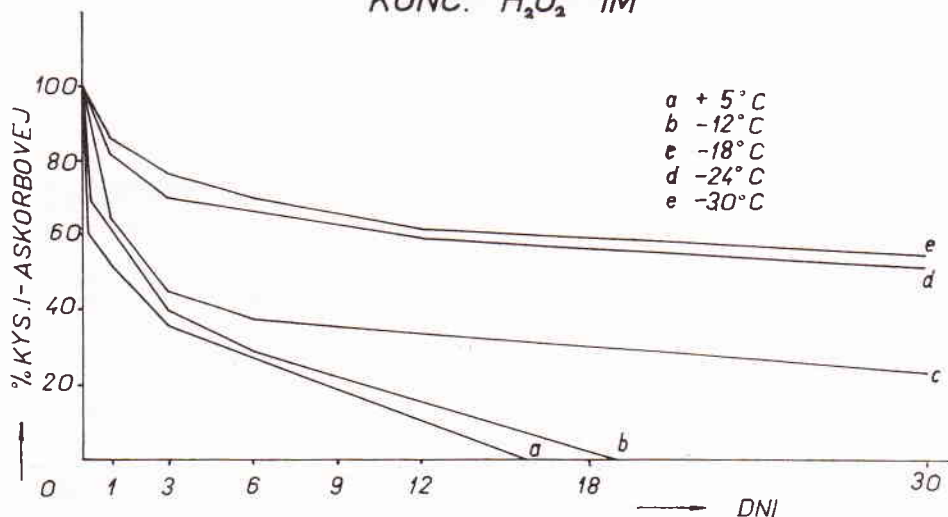
Graf 1.

VPLYV TEPLoty NA OXIDÁCIU KYS.1-ASKORBOVEJ
V PRÍTOMNOSTI PEROXIDÁZ PRI AKTIVITE 400
KONC.H₂O₂ 1M



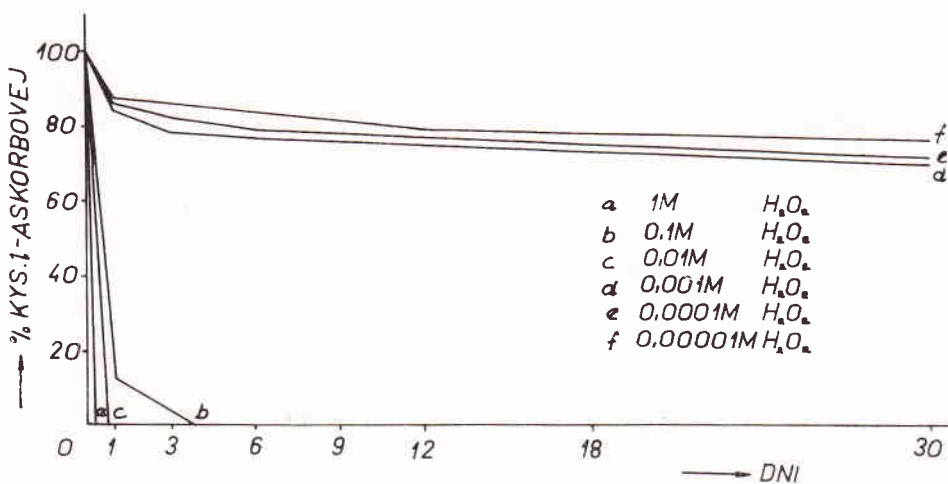
Graf 2.

VPLYV TEPLOTY NA OXIDÁČIU KYS.1-ASKORBOVEJ
V PRÍTOMNOSTI PEROXIDÁZ PRI AKTIVITE 800
KONC. H_2O_2 1M



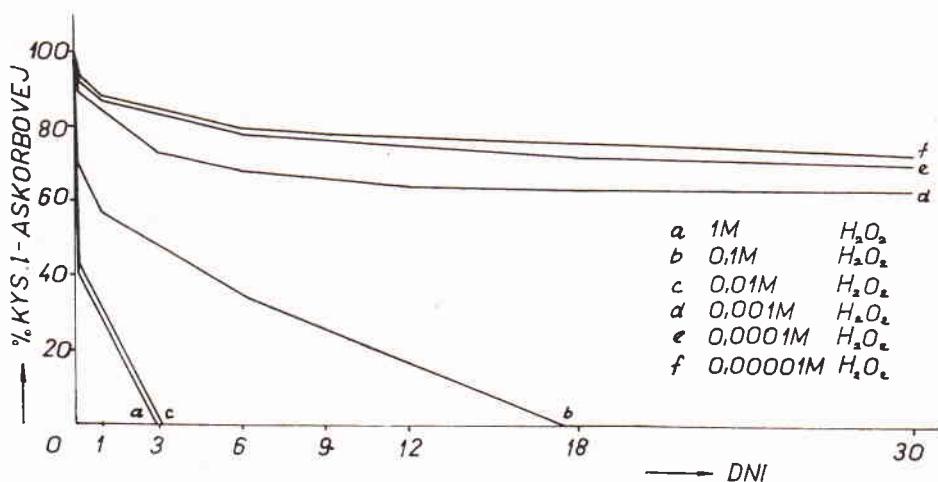
Graf 3.

VPLYV KONC. H_2O_2 NA OXIDÁČIU KYS.1-ASKORBOVEJ
V PRÍTOMNOSTI PEROXIDÁZ PRI AKTIVITE 100
TEPLOTE -12°C



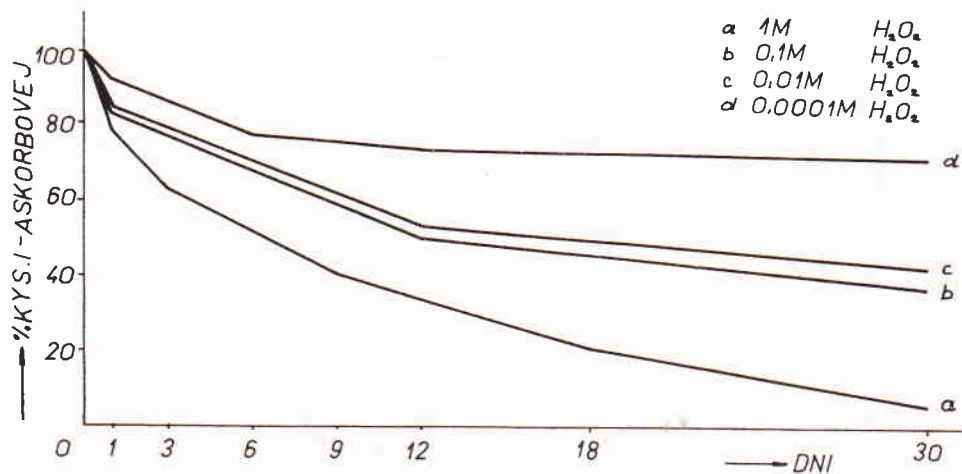
Graf 4.

VPLYV KONC. H_2O_2 NA OXIDACIU KYS.1-ASKORBOVEJ
V PRÍTOMNOSTI PEROXIDÁZ PRI AKTIVITE 100
TEPLOTE $-18^\circ C$



Graf 5.

VPLYV KONC. H_2O_2 NA OXIDÁCIU KYS.1-ASKORBOVEJ
V PRÍTOMNOSTI PEROXIDÁZ PRI AKTIVITE 100
TEPLOTE $-30^\circ C$



Graf 6.

0,00001 M sa v roztoku uchovalo 65,0—73,0 % kyseliny *l*-askorbovej po 30 dňoch a aktivite peroxidáz 200.

Pri aktivite peroxidáz 100 nastala úplná oxidácia kyseliny *l*-askorbovej, kým pri aktivite peroxidáz 800 sa jej v roztoku uchovalo 55,0 % po 18 dňoch pri koncentrácii peroxidu vodíka 1 M a teplote -24°C .

Diskusia

Skúmali sme 4 faktory ako ovplyvňujú oxidáciu kyseliny *l*-askorbovej kyslíkom, ktorý sme uvoľnili z peroxidu vodíka pomocou peroxidáz. Skúmané faktory boli:

- a) teplota,
- b) koncentrácia peroxidu vodíka,
- c) aktivita peroxidáz,
- d) dĺžka času skladovania.

Z chladiarenských teplôt sme volili 1°C a 5°C , kým z mraziarenských teplôt sme vybrali -12°C , -18°C , -24°C a -30°C .

Chladiarenské teploty 1°C a 5°C a mraziarenská teplota -18°C sú prevádzkové teploty, kým ostatné skúmané teploty sa v praxi u nás nepoužívajú. Naším cieľom bolo poukázať na klady a zápory jednotlivých teplôt s určením, ktorá teplota je vhodná na určitú potrebu.

Ani z literatúry sme nemohli zistiť koncentráciu peroxidu vodíka v rastlinných tkanivách a ani nám sa doteraz nepodarilo stanoviť peroxidy v rastlinných tkanivách, preto sme volili širokú škálu koncentrácií peroxidu vodíka tak, aby sme vyčerpali všetky možnosti koncentrácií, ktoré by sa mohli vyskytovať v rastlinných tkanivách.

Aktivitu peroxidáz sme volili na základe našich určení v jednotlivých druhoch ovocia a zeleniny.

Pri chladiarenských a mraziarenských teplotách (1°C a 5°C , -12°C , -18°C , -24°C a -30°C) sme volili 30 dňové skladovacie obdobie, lebo sme predpokladali, že oxidácia kyseliny *l*-askorbovej bude spomalená.

Pri hodnotení teplôt 5°C , 1°C , -18°C , -24°C a -30°C sa ukázalo, že s klesajúcou teplotou sa oxidácia kyseliny *l*-askorbovej spomaľuje a opačne so stúpajúcou teplotou stúpa.

Túto rozdielnu úchovu kyseliny *l*-askorbovej môžeme vysvetliť nasledovne:

Aby vznikla reakcia medzi jednotlivými prvkami alebo molekulami, je potrebné týmto chemickým látkam pridať určité množstvo tepla, ktoré je potrebné, aby atóm alebo molekula určitej látky mohla vstúpiť do aktivovaného stavu a potom zreagovať s určitou látkou.

Pri hodnotení chladiarenských teplôt (1°C a 5°C) sa ukázalo, že úchova kyseliny *l*-askorbovej je pomerne dobrá, z čoho sa dá usúdiť, že uvedené teploty už výrazne zabraňujú vstupu molekulám kyseliny *l*-askorbovej a kyslíka do aktivovaného stavu, v čom treba hľadať príčiny vyššej úchovy kyseliny *l*-askorbovej pri skladovaní.

Pri mraziarenských teplotách (-12°C , -18°C , -24°C a -30°C) bola ešte vyššia úchova kyseliny *l*-askorbovej ako pri chladiarenských teplotách, z čoho možno usúdiť, že uvedené teploty, a to hlavne nižšie teploty zabraňujú molekulám vstup do aktivovaného stavu ešte vo väčšej miere ako chladiarenské teploty.

Z hľadiska účinku vplyvu koncentrácie peroxidu vodíka na oxidáciu kyseliny *l*-askorbovej je potrebné koncentráciu peroxidu vodíka rozdeliť na dve skupiny.

Do prvej skupiny patria koncentrácie peroxidu vodíka 1 M, 0,1 M a 0,01 M, ktoré vo výraznej miere ovplyvňujú oxidáciu kyseliny *l*-askorbovej, kým koncentrácie peroxidu vodíka 0,001 M, 0,0001 M a 0,00001 M ovplyvňujú túto oxidáciu iba v malej miere.

Túto skutočnosť môžeme vysvetliť tým, že peroxid vodíka ako hlavný substrát peroxidáz ovplyvňuje činnosť peroxidáz, čím dochádza k rýchlejšiemu alebo pomalšiemu rozloženiu peroxidu vodíka.

Pri sledovaní rôznej enzymatickej aktivity peroxidáz sa ukázalo, že oxidácia kyseliny *l*-askorbovej bola najväčšia v tých roztokoch, kde aktivita peroxidáz bola najvyššia.

Pri aplikácii našich poznatkov pre výskum a prax vyplýva:

1. Chladiarenské teploty (1 °C a 5 °C) intenzívnejšie využívať pre skladovanie za účelom lepšej úchovy zmyslových vlastností a nutričnej hodnoty. Z pokusov vyplýva, že je potrebné rýchle a účinné chladenie, t. j. aby sa v najkratšom čase dosiahla požadovaná chladiarenská teplota.

2. Pri výstavbe mraziarenských objektov pamätať na zníženie teploty skladovacích komôr, a to aspoň na -24 °C a vývojové až na -30 °C, čím sa v podstatnej miere zlepši kvalita mrazených výrobkov. Teploty -12 °C zakázať používať pre dlhodobé skladovanie. Teploty -18 °C v doterajších mraziarňach ďalej používať pre určitý potravinársky sortiment alebo tovar rýchle podliehajúci skaze skladovať kratšiu dobu ako 9 mesiacov.

3. Vybaviť dopravné zariadenia takým systémom chladenia, aby rozvázané mrazené potraviny nepodliehali výkyvom teploty, lebo i tieto ovplyvňujú zmyslové vlastnosti a nutričnú hodnotu výrobku.

4. Obchod vybaviť predajnými pultami o teplote -18 °C s účinným rýchlochladením, ktoré by v krátkom čase výkyvy teploty vznikajúce pri otváraní pultov opäť znížilo na požadovanú skladovaciu teplotu (-18 °C).

5. Chladničky vybaviť mraziacim priestorom veľkosti 60 litrov o teplote -18 °C. Terajší mraziaci priestor, ktorý má teplotu približne -12 °C neumožňuje skladovať väčšie množstvo mrazených potravín a jeho teplota je pomerne vysoká.

6. Výskumom sledovať vplyv teploty a času na enzymatické systémy, nutričnú hodnotu, mikroorganizmy, atď. za účelom získania podkladov, ktoré budú slúžiť pre zlepšenie terajšieho stavu.

S ú h r n

Sledovali sme vplyv 4 faktorov na oxidáciu kyseliny *l*-askorbovej kyslíkom, ktorý sme uvoľnili z peroxidu vodíka pomocou peroxidáz. Skúmané faktory boli:

- a) Teplota (+5 °C, +1 °C, -12 °C, -18 °C, -24 °C, -30 °C);
- b) koncentrácia peroxidu vodíka (1 M; 0,1 M; 0,01 M; 0,001 M; 0,0001 M; 0,00001 M);
- c) aktivita peroxidáz (100, 200, 400, 800);
- d) dĺžka času skladovania (30 dní).

Pri hodnotení vplyvu teploty sa ukázalo, že s klesajúcou teplotou sa oxidácia kyseliny *l*-askorbovej spomaľuje. Chladiarenské teploty +5 °C a +1 °C už

в достъ výraznej miere brzdia oxidáciu kyseliny *l*-askorbovej. Úchova kyseliny *l*-askorbovej je tu pomerne dobrá.

Pri mraziarenských teplotách (-12°C , -18°C , -24°C a -30°C) bola úchova kyseliny *l*-askorbovej ešte vyššia ako pri chladiarenských teplotách. Výrazný brzdiaci účinok sa zistil najmä pri teplotách -24°C a -30°C .

Z hľadiska vplyvu peroxidu vodíka sa koncentrácie peroxidu vodíka delia do dvoch skupín:

Prvá skupina koncentrácií (1 M; 0,1 M; 0,01 M) výrazne ovplyvňuje oxidáciu kyseliny *l*-askorbovej, kým druhá skupina koncentrácií (0,001 M; 0,0001 M a 0,00001 M) ovplyvňuje túto oxidáciu iba v malej miere.

Sledovanie rôznej enzymatickej aktivity peroxidáz ukázalo, že oxidácia kyseliny *l*-askorbovej bola najrýchlejšia pri najvyššej aktivite peroxidáz a s klesajúcou aktivitou klesala aj jej rýchlosť.

Literatúra

1. Gutschmidt, Tiefkühl — Praxis 6, č. 3, 1965.
2. Guerrant N. B., J. Agric. and Food Chem. str. 207—212, 1957.
3. Farchmin G., Tierärztliche Lebensmittelhygiene, 1965.
4. Zhedek M. S., Izv. VUZ Pišč. Techn. č. 6, 1964.
5. Schulz H., Kälte, 18, č. 2, 1965.
6. Crdynsky, C., Tiefkühl-Praxis, 6, č. 5, 1965.
7. Frozen Foods, 17, č. 12, 1964.
8. Tiefkühl-Praxis 6, č. 6, 1955.
9. J. Mod. Refrig., 68, č. 802, 1965.
10. Šulc Š., Krkošková B., Bulletin ÚVÚPP, IV. č. 2 (1965).
11. Morris H. J., Agricultural and Food Chemistry, 26, 1954.
12. Šulc Š., Vplyv technológie a sort na mrazený špenát, Mrazírny, n. p. Praha, VÚM Bratislava, 1961 záv. zpráva.
13. Hais, Macek, Procházka, Papírová chromatografie, 1959.

Влияние температуры на окисление *l*-аскорбиновой кислоты в присутствии пероксидаз

Выводы

Авторы исследовали влияние четырех факторов на окисление *l*-аскорбиновой кислоты кислородом, который освобождается из перекиси водорода при помощи пероксидаз. Изучаемые были следующие:

- а) температура ($+5$, $+1$, -12 , -18 , и -30°C),
- б) концентрация перекиси водорода (1; 0,1; 0,01; 0,001; 0,0001 и 0,00001 M),
- в) активность пероксидаз (100, 200, 400 и 800),
- г) время хранения (30 дней).

При оценке влияния температуры указалось, что с понижением температуры окисление *l*-аскорбиновой кислоты замедляется. Холодильные температуры $+5$ и $+1^{\circ}\text{C}$ уже достаточно заметно тормозят окисление *l*-аскорбиновой кислоты.

При морозильных температурах (-12 , -18 , -24 и -30°C) явилась устойчивость *l*-аскорбиновой кислоты еще лучше чем при холодильных температурах.

Отчетливое тормозящее действие было обнаружено особенно при температурах -24 и -30°C .

Что касается влияния перекиси водорода, можно концентрации перекиси водорода разделить в две группы. Первая группа (1; 0,1; 0,01 М) отчетливо влияет на окисление *l*-аскорбиновой кислоты, в то время как вторая группа концентраций (0,001; 0,0001 и 0,00001 М) влияет на окисление только мало.

Исследование разной энзиматической активности пероксидаз показало, что скорость окисления *l*-аскорбиновой кислоты была самая высокая при самой высокой активности пероксидаз, и с падающей активностью падала и скорость окисления.

Einfluss der Temperatur auf die Oxydation der *l*-Askorbinsäure in Anwesenheit von Peroxydasen

Zusammenfassung

Wir haben den Einfluss von 4 Faktoren auf die Oxydation der *l*-Askorbinsäure mittels Sauerstoff, den wir aus dem Wasserstoffperoxyd mit Hilfe von Peroxydasen ausgelöst haben untersucht. Die untersuchten Faktoren waren:

- a) Temperatur (+5 °C, +1 °C, -12 °C, -18 °C, -24 °C, -30 °C);
- b) Konzentration von Wasserstoffperoxyd (1 М; 0,1 М; 0,01 М; 0,001 М; 0,0001 М; 0,00001 М);
- c) Aktivität von Peroxydasen (100, 200, 400, 800);
- d) Länge der Lagerungsdauer (30 Tage).

Bei der Bewertung des Einflusses von Temperatur hat sich gezeigt, dass sich mit sinkender Temperatur die Oxydation der *l*-Askorbinsäure verlangsamt. Die Kühlungstemperaturen +5 °C und +1 °C verzögern schon in genug ausgeprägtem Masse die Oxydation der *l*-Askorbinsäure. Die Erhaltung der *l*-Askorbinsäure ist hier verhältnismässig gut.

Bei den Tiefkühltemperaturen (-12 °C, -18 °C, -24 °C und -30 °C) war die Erhaltung der *l*-Askorbinsäure noch höher als bei den Kühlungstemperaturen. Ausgeprägte verzögernde Wirkung haben wir besonders bei den Temperaturen -24 °C und -30 °C festgestellt.

Vom Standpunkt des Einflusses des Wasserstoffperoxydes teilen sich die Konzentrationen des Wasserstoffperoxydes in 2 Gruppen ein:

Die erste Konzentrationsgruppe (1 М; 0,1 М; 0,01 М) beeinflusst ausdrucksvoll die Oxydation von *l*-Askorbinsäure, während durch die andere Konzentrationsgruppe (0,001 М; 0,0001 М und 0,00001 М) diese Oxydation nur sehr wenig beeinflusst wird.

Das Studium verschiedener enzymatischer Aktivität der Peroxydasen hat gezeigt, dass die Oxydation der *l*-Askorbinsäure am schnellsten bei der höchsten Peroxydasenaktivität war und mit der sinkenden Aktivität sank auch ihre Geschwindigkeit.