

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
PEDAGOGICKÁ FAKULTA



Téma diplomové práce

**Obsah kyseliny askorbové v plodech
vybraných odrůd rajčat.**

Renata Vospělová

Vedoucí diplomové práce: Ing. Štěpánka Chmelová, Ph.D.
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Pedagogická fakulta

Studijní obor: BI-CH / SŠ

2007

Děkuji své vedoucí diplomové práce Ing. Štěpánce Chmelové, Ph.D., za cenné rady, připomínky, trpělivost a porozumění, s nímž mě při této práci vedla.

Zároveň děkuji všem ostatním, kteří se jakkoliv podíleli na dokončení této práce.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně na základě vlastních zjištění a za pomoci uvedené literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách

Renata Vospělová

V Českých Budějovicích dne 3.5.2007

ANOTACE:

Název diplomové práce: **Obsah kyseliny askorbové v plodech vybraných odrůd rajčat**

Pracoviště: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích,
Pedagogická fakulta, katedra biologie

Autor: Renata Vospělová

Studijní obor: Učitelství biologie-chemie pro střední školy

Vedoucí diplomové práce: Ing. Štěpánka Chmelová, Ph.D.

Cílem této diplomové práce bylo stanovit a porovnat obsah kyseliny askorbové v plodech vybraných odrůd keříčkových rajčat. Na vlastní zahradě byl založen maloparcelkový odrůdový pěstitelský pokus, pro který byly vybrány tři odrůdy keříčkových rajčat (*Diana*, *Oranže*, *Dulcia*). Po sklizni byl v plodech rajčat stanoven obsah kyseliny askorbové titrační metodou s 2,6-dichlorfenolindofenolem. Dále byl stanoven obsah kyseliny askorbové stejnou metodou u rajčat zakoupených v běžných nákupních řetězcích v České republice.

ANOTATION:

Name of dissertation: **Content of ascorbic acid in fruitages of selected tomatoes mutations**

Workplace: University of South Bohemia
College of Education, Department of Biology

Author: Renata Vospělová

Field of study: Teaching of biology-chemistry for the grammar schools

Head of dissertation: Ing.Štěpánka Chmelová, Ph.D.

The goal of this dissertation was to determine and to compare the content of the ascorbic acid in the fruitages of the selected mutations of the tomatoes. There was established a small site grower focus in the own garden, for which were selected three mutations of the tomatoes plants (*Diana, Oranže, Dulcia*). There was determined the content of the ascorbic acid by the titrating Method with 2,6-dichlorophenolindophenole in the fruitages of the tomatoes after the harvest. Further on there was determined the content of the ascorbic acid with the same method by the tomatoes, which were bought in the common shopping chains in the Czech republic.

OBSAH:

1. ÚVOD	8
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	9
2.1. Vitaminy	9
2.1.1. Rozdělení vitaminů.....	10
2.1.1.1. Vitaminy rozpustné v tucích	10
2.1.1.2. Vitaminy rozpustné ve vodě.....	12
2.1.2. Nedostatek a nadbytek vitaminů	13
2.1.2.1. Hypervitaminosa	13
2.1.2.2. Hypovitaminosa	14
2.1.3. Vitaminy v potravinách	15
2.2. Vitamin C (kyselina L-askorbová)	17
2.2.1. Jak byl vitamin C objeven?	17
2.2.2. Struktura a názvosloví	18
2.2.3. Vitamin C ve výživě člověka	19
2.2.3.1. Význam vitaminu C	19
2.2.3.2. Kolik vitaminu C potřebujeme?	23
2.2.3.3. Stabilita vitaminu C v potravinách.....	25
2.2.3.4. Vitamin C v potravinách	26
2.2.3.5. Použití vitaminu C	28
2.2.4. Metody stanovení vitaminu C	29
2.3. Rajče jedlé (<i>Lycopersicon esculentum</i>).....	33
2.3.1. Význam rajčat.....	33
2.3.2. Biologická charakteristika	34
2.3.3. Složení plodů rajčat	34
2.3.4. Odrůdy	35
2.3.5. Pěstování rajčat.....	37
2.3.5.1. Nároky na prostředí.....	37
2.3.5.2. Výsev a sadba.....	38
2.3.5.3. Sklizeň.....	39
2.3.5.4. Choroby a škůdci	40

3. MATERIÁL A METODIKA	42
3.1. Charakteristika pokusných odrůd	42
3.1.1. Odrůda Diana	42
3.1.2. Odrůda Oranže	42
3.1.3. Odrůda Dulcia	43
3.2. Půdní a klimatické podmínky oblasti.....	44
3.3. Založení pokusu	46
3.4. Rajčata zakoupená v obchodních řetězcích	47
3.5. Stanovení kyseliny L-askorbové.....	48
3.6. Statistické vyhodnocení	50
4. VÝSLEDKY A DISKUZE	51
5. VYUŽITÍ VE ŠKOLNÍ PRAXI.....	57
6. ZÁVĚR	58
7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	59
8. PŘÍLOHY:	61

1. ÚVOD

Zelenina je nepostradatelnou složkou potravy člověka, poskytuje člověku nejen základní živiny, ale i důležité vitaminy, minerální látky, hrubou vlákninu, silice a ostatní významné látky.

Jedním z nejdůležitějších zeleninových druhů je rajče jedlé (*Lycopersicon esculentum*). Do Evropy byla rajčata dovezena z oblasti dnešního území Peru a Ekvádoru v 16. století. Dnes se rajčata pěstují po celém světě, je známo mnoho odrůd nejrůznějších velikostí, tvarů a barev plodů. Plody rajčete obsahují velké množství vitaminů C, B, PP, provitaminu A, mají vysoký obsah cukrů a mnoho minerálních látek.

Právě vysoký obsah vitamínu C v rajčatech se stal námětem pro mou diplomovou práci. Cílem mé diplomové práce bylo stanovit tento vitamin v různých odrůdách keříčkových rajčat. Jelikož vitamin C je velice významným vitaminem, který se podílí na mnoha biologických procesech, bylo zajímavé zjistit, jak velké množství vitamínu C se vyskytuje v rajčatech, která lidé běžně pěstují na své zahradě.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1. Vitaminy

Název vitaminy, který zavedl v roce 1912 polský chemik Kazimír Funk, vznikl spojením označení životní nezbytnosti (vita = život) a (aminy = dusíkaté látky). Funk vycházel z domněnky, že tyto pro život nezbytné látky jsou aminové povahy, což obecně neplatí (*Schreiber, 1993*).

Vitaminy jsou organické nízkomolekulární sloučeniny syntetizované autotrofními organismy. Heterotrofní organismy je syntetizují jen v omezené míře a získávají je jako exogenní látky především potravou a některé z nich prostřednictvím střevních mikroorganismů. Vitaminy jsou v určitém minimálním množství nezbytné pro látkovou přeměnu a regulaci metabolismu člověka, nejsou zdrojem energie, ani stavebním materiálem (*Velíšek, 1999*). V těle plní vitaminy funkci takzvaných katalyzátorů, to znamená látek umožňujících průběh některých důležitých chemických reakcí, které by v jejich nepřítomnosti prakticky nemohly proběhnout (*Čermák, 2002*).

Vitaminy jsou látky s různou chemickou strukturou. V době, kdy nebyla známa struktura všech vitaminů a vitaminové preparáty byly směsí různých látek, byly pro vyjadřování kvantitativní hodnoty vitaminových preparátů zavedeny tzv. biologické jednotky (myší, kuřecí a další), které udávaly množství schopné na příslušném zvířeti ve stanoveném čase vyvolat fyziologický účinek. Později byly odvozeny tak zvané mezinárodní jednotky IU (z angl. International Units), ve vazbě na hmotnost konkrétního vitamínu. U vitaminů rozpustných v tucích se ve farmacii v medicíně používají často i dnes. V potravinách se obsah vitaminů běžně udává v jednotkách hmotnosti.

V minulosti se používaly názvy související s onemocněním vyvolaném nedostatkem příslušného vitamínu (např. antiskorbutický vitamin proti skorbutu). Později se používala velká písmena abecedy (vitamin A, C atd.). Když se zjistilo, že stejné fyziologické účinky vykazuje více látek, začalo se používat u písmen číselného indexu (např. A₁, A₂ atd.). V současné době se některá takováto označení

vitaminů ještě běžně používají, u dalších vitaminů se však dává přednost jednoduchým triviálním názvům (např. kyselina askorbová místo vitamin C) (Velíšek, 1999). Vitaminy se dostávají do těla buďto již hotové a nebo ve formě takzvaných provitaminů, látek ze kterých pak v těle vzniknou odpovídající vitaminy ve své konečné podobě (Čermák, 2002).

2.1.1. Rozdělení vitaminů

Vitaminy se rozdělují na skupinu rozpustných ve vodě (vitaminy B a vitamin C) a skupinu rozpustných v tucích (vitaminy A, D, E a K). Rozpustnost postihuje skutečnost, jak jsou vitaminy vstřebávány z trávicího traktu, transportovány organismem, ukládány v tukové tkáni a vylučovány ledvinami a močovým měchýřem, stejně tak jako jejich toxicitu a samozřejmě jejich funkci (Agerbo a kol., 1997).

2.1.1.1. Vitaminy rozpustné v tucích

Vitaminy rozpustné v tucích je tělo schopno získat ze zažívacího ústrojí pouze tehdy, jsou-li zároveň v potravě obsaženy tuky a organismus je schopen je vstřebat. Protože neexistuje jiný způsob, jak by se tyto vitaminy mohly v těle vstřebat, může v případě nepřítomnosti tuků v potravě dojít ke vzniku chorobného stavu způsobeného nedostatkem některého vitaminu z této skupiny. Vitaminy rozpustné v tucích jsou skladovány v poměrně značných množstvích v játrech, čímž je umožněno oddálení vzniku projevů jejich nedostatku. Jejich vyloučení z těla v případě nadměrného přívodu je však obtížnější, protože se nevylučují do moči, a proto může snáze dojít k onemocnění způsobeným jejich nadbytkem (Čermák, 2002).

Tabulka č.1 – Vitaminy rozpustné v tucích (www.jergym.hiedu.cz)

Název a chemické složení	Fyziologický význam	Experimentální a klinické příznaky z nedostatku	Výskyt	Doporučená denní dávka u člověka
Vitaminy skupiny A-karotenoidy, retinol	účinná složka zrakových pigmentů, podstatný pro normální epitelizaci	šeroslepost, rohovatění a vysychání dlaždicovitého a žlázového epitelu, zvláště rohovky a sliznic, loupání kůže, zpomalený tělesný růst	rybí tuk, játra savců, mléko, jako provitamin v mrkvi	1,3 mg
Vitaminy skupiny D – kalciferoly	podporuje vstřebávání vápníku, vápenatění kostí a zuboviny	měknutí a deformace kostí(křivice), zpomalení vápenatění kostí, demineralizace, zduření chrupavky	rybí tuk, játra savců, živočišný tuk	0,001-0,01 mg
Vitamin E – tokoferol	povzbuzuje tvorbu gonádotropních hormonů, antioxidační aktivita	atrofie semenných kanálků se zastavením spermiogeneze, potraty, ukládání tuku do jater, degenerace svalů	obilné klíčky, olej podzemnice olejné	30 mg
Vitamin K – fylochinon	podporuje syntézu protrombinu v játrech	zpomalení srážení krve	zelené rostliny, játra	1 mg

2.1.1.2. Vitaminy rozpustné ve vodě

Vitaminy rozpustné ve vodě přítomnost tuků v zažívacím ústrojí nevyžadují. Ve stěně střev jsou vytvořeny zvláštní systémy, kterými se tyto vitaminy aktivně vstřebávají. Vitaminy rozpustné ve vodě není organismus schopen skladovat ve větším množství, proto se jejich nedostatek může projevit poměrně brzy. Jejich rozpustnost ve vodě však také umožňuje jejich rychlejší vyloučení močí a proto jsou onemocnění způsobená jejich nadměrným přísunem poměrně vzácná (Čermák, 2002).

Tabulka č.2 – Vitaminy rozpustné ve vodě (www.jergym.hiedu.cz)

Název a chemické složení	Fyziologický význam	Experimentální a klinické příznaky z nedostatku	Výskyt	Doporučená denní dávka u člověka
Vitamin B₁-thiamin	součást karboxyláz ketokyselin	obrny, svalová křeč, srdeční nedostatečnost, poruchy resorpce (beri-beri)	droždí, obilí, játra	0,4-1,8 mg
Vitamin B₂-riboflavin	součást žlutých enzymů flavinadenindinukleoidů (přenos vodíku)	zastavení růstu, oční zánět rohovky, poruchy rohovky a sítnice	droždí, obilí, bílek, játra, mléko	1,6-2,6 mg
Vitamin B₅ – kyselina pantotenová	aktivace a odbourávání mastných kyselin, oxidativní dekarboxyláza ketokyselin, acetylace	poruchy nervové koordinace, svalová křeč	kvasnice, játra, srdce	5-10 mg
Vitamin B₆ – pyridoxin	součást transamináz a dekarboxyláz aminokyselin	zastavení růstu, zánět kůže, epileptické křeče, porucha tvorby hemoglobinu	kvasnice, játra, Srdce	2-4 mg
Vitamin B₁₂ – kobalamin	účast na metylacích, význam při metabolismu nukleových kyselin	megalocytární hyperchromní anémie, zánět jazyka, degenerace	játra, různé mikroorganismy	0,3-3 mg

		míšních nervů		
Kyselina listová	součást enzymů štěpících některé aminokyseliny	poruchy v krevním obrazu	zelené listy, droždí, játra, mikroorganismy	0,05-0,5 mg
Vitamin H-biotin	součást dekarboxylujících a dehydrogenačních enzymů	dermatitida, nadměrné vyměšování kožního mazu	játra, žloutek, mléko, droždí	0,3 mg
Vitamin C – kyselina askorbová	ovlivnění koloidního stavu kolagenové mezibuněčné hmoty, vliv na redoxní systémy	časté krvácení z dásní, kůže, kloubů, sklon k infekcím (kurděje -skorbut)	citrusové plody, paprika, šípky, petržel, černý rybíz	50-75 mg
Vitamin PP – kyselina nikotinová, niacin	součást pyridinových koenzymů dehydrogenáz (metabolismus aminokyselin)	dermatitida osvětlených částí těla, zánět sliznice dutiny ústní, zánět žaludku a střev, ztráta vědomí (pelagra)	droždí, obilí, rajčata, mléko, játra	12-18 mg

2.1.2. Nedostatek a nadbytek vitaminů

2.1.2.1. Hypervitaminosa

I když jsou vitaminy pro náš organismus životně důležité, neznamená to, že dvakrát více je i dvakrát lépe (Agerbo a kol., 1997). Hypervitaminosa způsobená nadměrným příjmem lipofilních vitaminů skupiny A a skupiny D vyvolává poruchy biochemických procesů a může vést k těžkým onemocněním (Velíšek, 1999). Organismus není schopen nežádoucí přebytek jednoduše vyloučit, na rozdíl od vitaminů rozpustných ve vodě (vitaminů C a B), které se vylučují močí.

V praxi v podstatě neexistuje možnost, že bychom přijímali příliš velké množství vitaminu A nebo D pouze ze samotné stravy, pokud se ovšem nepřejídáme

velkém množství jater z mořských živočichů. Vepřová, hovězí a telecí játra nyní také obsahují poměrně velké objemy vitamínu A, neboť se změnilo složení živočišné výživy. V důsledku toho se z hlediska bezpečnosti těhotných žen doporučuje, aby se vyvarovaly požívání jater. Jinak neexistují v podstatě žádné potraviny, které by obsahovaly tolik vitamínů, aby mohly působit jako jed.

Předávkování je možné v případě, kdy používáme příliš mnoho vitamínů a minerálních doplňků s přísávkou vitamínů. Proto bychom měli být opatrní na to, abychom nepřijímali nadměrné dávkování jednotlivých vitamínů.

Ačkoliv se vitamíny rozpustné ve vodě obvykle vylučují z organismu bez jakýchkoli potíží, mohou mít vitamíny C, B₃ a B₆ vedlejší účinky, pokud jich přijímáme příliš velké množství (*Agerbo a kol., 1997*).

2.1.2.2. Hypovitaminosa

Při nedostatku některého vitamínu dochází k hypovitaminose (je-li vitamín dodáván v nedostatečném množství) nebo až k avitaminose (přechodný úplný nedostatek vitamínu projevující se poruchou některých biochemických procesů) (*Velíšek, 1999*).

Příčinou jejich vzniku nemusí být pouze nedostatečný obsah vitamínů v potravě, ale i jejich zvýšená spotřeba v organismu například během těhotenství, v období kojení, při některých onemocněních, zvláště horečnatých, při zvýšené námaze, při provozování výkonnostního sportu, při podávání některých léků s opačným účinkem než jaký mají vitamíny, ve stáří (*Čermák, 2002*).

Deficience vitamínů byla dříve jednou z hlavních příčin mnoha chorob a úmrtí. Pelagra (z nedostatku některých vitamínů B-komplexu), kurděje (vitamín C), beri-beri (thiamin), křivice (vitamín D), perniciosní anémie (korinoidy) a xeroftalmie (vitamín A) jsou dnes velmi dobře známými onemocněními z nedostatku vitamínů (*Velíšek, 1999*).

2.1.3. Vitaminy v potravinách

V potravinách se vitaminy vyskytují v proměnném množství zpravidla od $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ po stovky až tisíce $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ podle druhu vitamínu, druhu potraviny a způsobu jejího zpracování. Vyskytují se jednak volné, jednak v různých vázaných formách, obvykle vázané na bílkoviny nebo sacharidy. Fyziologickou aktivitu zpravidla vykazuje více látek. Např. aktivitu vitamínu A má asi padesát přirozeně se vyskytujících sloučenin, aktivitu vitamínu C vykazují dvě základní sloučeniny (*Velíšek, 1999*).

Významnými zdroji vitamínů jsou základní potraviny jako je maso a masné výrobky, mléko a mléčné výrobky, vejce, chléb a jiné cereální výrobky, ovoce a zelenina, jimiž se zpravidla dostatečně pokrývá potřeba vitamínů. Některé potraviny mohou mít vysoký až extrémně vysoký obsah vitamínů (např. šípky - vitamin C), ale konzumují se nepravidelně nebo výjimečně a jako zdroj vitamínů nemají proto u většiny populace velký význam. Jiné vitaminy jsou omezeny pouze na určitou skupinu potravin (např. kortikoidy se vyskytují pouze v potravinách živočišného původu) (*Velíšek, 1999*).

Vitaminy obecně patří mezi velmi labilní složky potravin. Během technologického zpracování i kulinární úpravy potravin dochází u většiny vitamínů k větším či menším ztrátám. Z tohoto důvodu se vitaminy považují za indikátory použití správných a šetrných technologických a kulinárních postupů (*Velíšek, 1999*).

Během normální doby vaření může ztratit zelenina v průměru 75 % obsahu vitamínů oproti čerstvým, syrovým stejným druhům zeleniny a ovoce. Tato ztráta se může pohybovat až do sta procent. Během varu se ztrácejí především vitaminy rozpustné ve vodě, jako thiamin (B_1), riboflavin (B_2), a vitamin C. Vitamin C se ztrácí, i když používáme tlakový hrnec (v němž je podle jiných verzí nejzdravější způsob vaření). Vitamin C se ztrácí rovněž v páře a zaniká při varu. U brambor se vitamin C ztrácí, dáme-li je vařit již oloupané, a dalších 30 až 50 % ztrácejí smažením. Existují však odolnější vitaminy – především vitamin A. Jestliže vaříme nad parou, ztráta tohoto vitamínu je nízká. Avšak při smažení je jeho ztráta veliká. Čím déle vaříme, tím více narušujeme vitaminy. Při smažení zmizí vitamin A za

10 minut. Betakaroten je stáležší, avšak při 180°C po 10 minutách mizí. Téměř polovina vitamínu B₆ se ztrácí varem. Při propírání zeleniny ve velkém množství vody a jejím ponechání ve vodě odchází všechny vitamíny rozpustné ve vodě do odpadu (*Fantó, 1992*). Stabilita jednotlivých forem vitamínů je různá a závisí na vnějších faktorech i na konkrétní potravíně a na použité technologii (*Velíšek, 1999*).

2.2. Vitamin C (kyselina L-askorbová)

2.2.1. Jak byl vitamin C objeven?

Vlastní historie antiskorbutického faktoru začíná na samém začátku 20. století, kdy se norští badatelé Holst a Frölich snažili vyvolat experimentální beri-beri u morčat, vyvolali však skorbut. Morče je totiž jediným experimentálním zvířetem, které není schopno ve svém organismu vytvářet kyselinu askorbovou, a musí ji proto přijímat s potravou jako člověk. Intensivnější chemický výzkum antiskorbutického vitamínu začal až po první světové válce, kdy si několik badatelů vzalo za úkol izolovat vitamin C (tak byl v roce 1920 antiskorbutický vitamin nazván). Prvními byli Zilva v Anglii a Bezssonoff a Agopian ve Francii. Bezssonoff již v roce 1925 oznámil izolaci krystalického vitamínu C, izoloval jej však jen ve velmi nepatrném množství a často měnil názor na jeho povahu, takže tato jižně zapadla. Jeho zásluhou ale bylo objeveno první činidlo na vitamin C – kyselinu molybdenofosfowolframová a vyjádřil domněnku o seskupení v molekule tohoto vitamínu, obdobném s *o*-difenoly. Zilvovy se podařilo připravit z citrónů vysoce koncentrované preparáty vitamínu C, takže mohl určit některé vlastnosti tohoto vitamínu, např. jeho podobnost s cukry a nestálost vůči kyslíku, zejména v alkalickém roztoku. Protože se koncentráty vyznačovaly silně redukčními vlastnostmi, domníval se zpočátku, že redukující faktor je hledaným vitamínem. Pozdější jeho zjištění, že redukční schopnost a antiskorbutický účinek jeho preparátů nejsou vždy souběžné, vedlo však Zilvu k mylné domněnce, že redukující látka v jeho koncentrátech je jen jakýmsi ochranným faktorem, zajišťujícím účinnost vlastního vitamínu. Správný výklad této nesrovnalosti podal v roce 1932 Tillmans, který již dříve vypracoval první spolehlivou chemickou metodu stanovení antiskorbutického faktoru titrací 2,6-dichlorfenolindofenolem, založenou právě na předpokladu redukční schopnosti hledaného vitamínu. Tillmans správně usoudil, že vitamin C může být reversibilně oxidován a redukován beze ztráty antiskorbutické účinnosti, a uvedl tak mylnou představu Zilvovu na pravou míru.

V roce 1928 Maďar Szent-Györgyi izoloval z kůry hovězích nadledvinek a z pomerančové a zelné šťávy kyselou látku empirického vzorce $C_6H_8O_6$, silně redukujících účinků, podléhající reversibilní oxidaci jodem a fenolindofenolem. Nazval ji kyselina hexuronová. Szent-Györgyi a jiní vyslovili názor, že tato látka, vykazující stejné chování jako koncentráty vitamínu C, je identická s redukujícím faktorem Zilvovým. Avšak Zilvova autorita způsobila, že tato správná hypotéza byla zprvu zavrhována. Identičnost vitamínu C s kyselinou hexuronovou a se Zilvovým redukujícím faktorem byla dokázána až v roce 1932 téměř současně několika skupinami pracovníků. Vedle Tillmanxe to byli zejména Stent-Györgyi a Svirbely a američtí autoři King a Waugh. Brzy po uskutečnění izolace vitamínu C změnili Stent-Györgyi a Haworthem původní název kyselina hexuronová na jméno příhodnější, dnes běžně používané – kyselina askorbová (*Fragner, 1961*).

2.2.2. Struktura a názvosloví

Struktura kyseliny askorbové byla poznána roku 1933 – jsou to bezbarvé růžicovité krystalky o bodu tání 190-192 °C, o specifické otáčivosti +23 °C, dobře se rozpouští ve vodě, slabě v nižších alkoholech, v ostatních tukových rozpouštědlech kromě acetonu se nerozpouští (*Schreiber, 1956*).

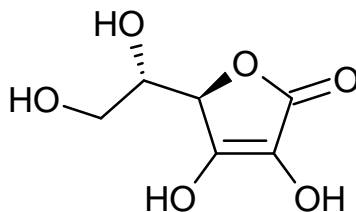
Kyselina askorbová patří spolu s kyselinou dehydroaskorbovou do skupiny látek s účinností vitamínu C. Jedna forma může v těle přecházet ve druhou. Tento oxidačně – redukční systém slouží v organismu k inaktivaci volných radikálů, čímž jej chrání před aterogenezí a ontogenezí. Je rovněž kofaktorem enzymu prolylhydroxylázy (*Pánek a kol., 2002*).

Ze čtyř možných stereoizomerů kyseliny askorbové (má asymetrický uhlík C-4 a C-5) vykazuje aktivitu vitamínu C pouze L-askorbová kyselina. Její izomer D-askorbová kyselina a druhý pár enantiomerů, tj. L- a D-izoaskorbová kyselina, aktivitu vitamínu C prakticky nevykazují (*Velíšek, 1999*).

Kyselina askorbová vzniká z derivátu glukózy, krevního cukru, působení enzymu gulonolakton-oxidázy. Tento enzym postrádá člověk, primáti, někteří netopýři, morčata, někteří ptáci a bezobratlí. Takže je pro člověka kyselina

askorbová vitamínem – látkou, jejíž přívod v potravě je pro zdraví nezbytný (Schreiber, 1993).

Obr. č.1 Kyselina L-askorbová



2.2.3. Vitamin C ve výživě člověka

Na rozdíl od mnoha zvířat nejsme sami schopni tvořit vitamin C v rámci své látkové přeměny. Zvířata mohou tvořit vitamin C z cukru, ale náš organismus neobsahuje enzym potřebný k této reakci, a proto musí přijímat vitamin ze stravy. Ironií je, že většina zvířat používá deseti až patnáctinásobné množství vitaminu C než my (relativně k tělesné hmotnosti) (Agerbo a kol., 1997).

2.2.3.1. Význam vitaminu C

Vitamin C má v organismu obrovské množství funkcí, proto se zaměřím jen na některé z nich.

Je nezbytným kofaktorem

Vitamin C je potřebný pro produkci velkého počtu nepostradatelných součástí těla, jako např. kolagen, rozličné enzymy a adrenální hormony (to má souvislost s protistresovým účinkem vitaminu C) (www.vitaminy.doktorka.cz). Kolagen vytváří velkou část našich vazivových tkání, kostí, chrupavek a zubů, je také důležitý pro

tvorbu tkání při zjizvování, když je poraněna kůže, nebo při zlomeninách kostí (Agerbo a kol., 1997). Pokud není vitamínu C v těle dostatečné množství, trpí tím soudržnost a pohyblivost podpůrných tkání. Mimochodem to, že je kolagen potřebný k hojení ran, ukazují i symptomy kurdějí (např. krvácení z dásní), které po podání vitamínu C mizí (www.ronnie.cz).

Metabolismus

Vitamin C se účastní celé řady metabolických procesů v organismu, např. metabolismu železa a žlučových kyselin, syntézy některých hormonů a neurotransmiterů, podílí se na metabolismu kyseliny listové a některých aminokyselin (www.ronnie.cz).

Antioxidant

Vitamin C je důležité antioxidační činidlo, tedy ochranná látka, která zpomaluje škodlivé účinky volných radikálů (Agerbo a kol., 1997). Vitamin C chrání tuky a cholesterol před oxidačním poškozením a recykluje oxidovaný vitamin E zpátky do aktivní formy. Dále působí společně s antioxidantními enzymy jako glutathion peroxidáza, superoxid dismutáza a kataláza a pomáhá chránit volné železo a měď před oxidací (www.vitaminy.doktorka.cz).

Podpora srdce a cév

Schopnosti vitamínu C recyklovat oxidovaný vitamin E a pomáhat při neutralizaci hydroperoxidových radikálů poskytuje silnou ochranu před onemocněním srdce a cév. Hydroperoxidové radikály snižují hladinu vitamínu E a oxidují LDL (špatný) cholesterol a krevní tuky (což je potenciální spouštěcí faktor pro tvorbu atherosklerotických plátů v cévách). Vitamin C též zabraňuje akumulaci lipoproteidu A v postižených tepnách (lipoproteid A nosí a shromažďuje cholesterol v tepnách a zabraňuje rozpouštění krevních sraženin). Vytváření plátů se urychluje, pokud se setkává LDL cholesterol s lipoproteidem A. Naštěstí vitamin

C zvyšuje hladinu dobrého cholesterolu (HDL), který zrychluje odvod LDL cholesterolu z tepen. Dodávání vitamínu C může snížit i celkový cholesterol a krevní tlak, vyšší dávky vitamínu C jsou spojovány s nízkou hladinou krevních tuků (www.vitaminy.doktorka.cz).

Podpora imunity

Vitamin C je životně důležitý pro imunitní systém organismu a funkci bílých krvinek, které napadají nebezpečné mikroorganismy. Přítomnost vitamínu C zlepšuje účinnost našeho příjmu anorganického železa, a tento vitamin je také důležitý pro naši schopnost využívat vitaminy B komplexu folacin a kobalamin (B₁₂) (*Agerbo a kol., 1997*). Hladina vitamínu C v krvi bývá během infekce nedostatečná. Vědci věnovali velkou pozornost vlivu vitamínu C na viry, bylo prokázáno, že vitamin C zkracuje dobu trvání chřipky a mírní symptomy. Snižuje totiž schopnost virů pronikat tkáněmi a zlepšuje stabilitu pojivových tkání, přes které se musí viry dostat (www.vitaminy.doktorka.cz).

Ochrana před toxiny

Vitamin C pomáhá netoxikovat či neutralizovat mnohé škodlivé látky. Například udržuje těžké kovy v roztoku, což umožňuje jejich vylučování ledvinami. Těžké kovy jsou produkovány průmyslem a automobilovou dopravou, jsou také zastoupeny v cigaretovém kouři. To vysvětluje, proč užívání vitamínu C je tak značně doporučováno kuřákům (www.vitaminy.doktorka.cz). Vitamin C brání tvorbě nitrosaminů v ústech a žaludku, které vznikají z nitrátů a nitridů v potravinách a pitné vodě. Vzhledem k tomu, že nitrosaminy mohou vyvolávat rakovinu jícnu a žaludku, je pravděpodobně důvod, proč nás vitamin C chrání proti těmto typům zhoubných nádorů (*Agerbo a kol., 1997*).

Ochrana očí

Vzhledem k roli v syntéze kolagenu je vitamin C nezbytný pro integritu pojivových tkání oka. Oční tkáň je velmi náchylná k poškození volnými radikály a k oxidaci, potenciálně způsobující šedý zákal či degeneraci žluté skvrny. Mnoho studií potvrzuje užitek vitaminu C na šedý oční zákal (www.vitaminy.doktorka.cz). U osob s šedým zákalem bylo v některých případech prokázáno výrazné zlepšení zraku během dvou týdnů při užívání 350g doplňku denně (Ursellová, 2004). Vitamin C totiž zvyšuje produkci glutathionu, mocného antioxidantu v oční tkáni. Vitamin C též chrání před poškozením zraku u diabetiků tím, že snižuje glykaci (poškození cukrem) oční tkáně a též snižuje hladinu sorbitolu, který se u diabetiků hromadí a způsobuje ztrátu ochranných živin z čočky (www.vitaminy.doktorka.cz).

Zdraví pojivových tkání

Vitamin C je potřebný pro zdraví tělních pojivových tkání (včetně kůže, krevních cév, šlach, trávicího a dýchacího systému a očí). Primárně díky své roli v syntéze kolagenu, odstraňování volných kyslíkových radikálů, detoxikaci, podpoře imunity a tlumení zánětlivých reakcí. Tyto vlastnosti opodstatňují jeho užití pro podporu zdraví tkání v těle, např. pooperační dodávání vitaminu C prokazatelně snižuje dobu uzdravení vzhledem k urychlení regenerace tkání a redukci zánětů (www.vitaminy.doktorka.cz).

Antialergické účinky

Schopnost vitaminu C snižovat hladinu histaminu (zánět vyvolávající chemická látka, která je spojována s mnohými alergickými symptomy) z něj činí účinný prostředek v prevenci a léčbě alergických stavů např. senná rýma, ekzémy, kopřivka. Zdá se, že dýchací trakt má speciální užitek z vitaminu C (vitamin C chrání plíce před oxidem dusným, který se nachází v znečištěném ovzduší). Např. několik studií prokázalo významný prospěch z pravidelného podávání 1000-2000 mg vitaminu C při astmatu (www.vitaminy.doktorka.cz).

Zmírnění potíží v přechodu

Vitamin C, zejména s bioflavonoidy, pomáhá uchovat integritu kolagenu ve stěních krevních cév a redukuje jejich odpověď na stimuly, které způsobují dilataci cév a návaly horka. Bylo zjištěno, že užívání vitamínu C, E a vápníku snižuje počet a sílu návalů horka (www.vitaminy.doktorka.cz).

Snižování vysokého krevního tlaku

Vitamin C projevuje jemný účinek na snižování krevního tlaku. Primární příčinou je schopnost vitamínu C chelátově vázat olovo. Vysoká hladina olova v těle má souvislost s vysokým krevním tlakem a vitamin C dokáže olovo z organismu odstraňovat. Studie prokázaly, že vysoká hladina vitamínu C v krvi je spojena s nižším krevním tlakem (www.vitaminy.doktorka.cz).

Zvyšování mužské plodnosti

Antioxidanty jsou považovány za velmi důležité při prevenci poškození spermií volnými radikály, které způsobuje snížení počtu spermií a jejich nízkou pohyblivost. Vysoká hladina volných radikálů byla prokázána u mužů, jenž měli problémy s plodností. Vitamin C dokáže chránit důležitý genetický materiál spermií před poškozením volnými radikály. Zejména kuřáci jsou ohroženi poškozením spermií volnými radikály (www.vitaminy.doktorka.cz).

2.2.3.2. Kolik vitamínu C potřebujeme?

Idea dr. Paulinga odstartovala rozsáhlý vědecký výzkum. Bylo zjištěno, že zvýšení dávky vitamínu C nejen redukuje výskyt a zkracuje průběh nachlazení, ale že je i efektivní prevencí před sekundárními virovými a bakteriálními komplikacemi. Dr. Pauling doporučoval užívat denně 1000 mg a více vitamínu C. Oficiální RDA

(Recommended Daily Allowance) při tom činí jen 60 mg/den (pro kuřáky 100 mg/den). Česká doporučená denní dávka (DDD) činí 60 - 80 mg/den. Minimální denní potřeba vitamínu C je u dospělých asi 30 mg a u dětí 5 mg hmotnosti. Toto množství je normálně obsaženo ve stravě, ale potřeba vitamínu C může být i velice individuální a čím větší je metabolická aktivita, tím větší je i potřeba vitamínu C. Ke krytí zvýšené potřeby se doporučuje 10 až 500 mg, zatímco v případech známého nedostatku se užívá 500 až 1000 mg. Denní dávka pro muže je 75 mg, pro ženu 70 mg, v těhotenství se zvyšuje na 100 mg, v období kojení na 150 mg. Dětem ve věku 3 až 6 let se podává 100 až 200 mg/den (*www.darius.cz*).

V období, kdy překonáváme určitou relativně krátkodobou zátěž (před sportovním výkonem a v jeho průběhu, ve stresu), kdy jsme vystaveni vyššímu riziku onemocnění (chřipkové epidemii, oslabení organismu, úraz, dlouhodobé stresující situace aj.) či máme narušenou imunitu, bychom měli užívat vyšší dávky vitamínu C (*www.darius.cz*). Vyšší dávky musí užívat např. ženy, které užívají antikoncepci, kuřáci. Podle nejnovějších amerických doporučení by se kuřáci měli snažit získat dvojnásobný příjem vitamínu C proti nekuřákům (*Agerbo a kol., 1997*). Zvýšené dávky vitamínu C také potřebují lidé užívající léky proti bolesti, acylpyrin, těhotné a kojící ženy, lidé po chemoterapii, starší osoby, osoby se špatnou asimilací (*www.darius.cz*).

Příjem vysokých dávek vitamínu C nad 1000-2000 mg denně může vést k dráždění sliznice žaludku a jícnu, což bývá provázené průjmami, bolestmi hlavy, slabostí, nespavostí, dále může docházet ke zvýšenému okyselení moči a ke tvorbě ledvinných oxalátových kaménků, k úbytku vitamínu B₁₂ v těle a ke zvýšení hladiny cholesterolu. U alergiků se ojediněle může objevit kopřivka. Ženy by neměly používat příliš mnoho vitamínu C během těhotenství. Jinak se vystavují nebezpečí, že novorozenci ho budou mít nedostatek, jakmile náhle přestanou přijímat velké dávky z těla matky (*Agerbo a kol., 1997*). Vitamin C ve vyšších dávkách může ovlivnit správnost výsledků některých laboratorních testů (např. stanovení glukózy v moči), proto je vhodné případné vysazení před podobnými testy konzultovat s lékařem (*www.ronnie.cz*).

První příznaky nedostatku vitamínu C jsou velice nespecifické - malátnost, zvýšená únavnost, ztráta chuti k jídlu, nízká odolnost vůči infekcím. Déletrvajícím

nedostatek vitamínu C se projevuje krvácivostí dásní, ztrátou zubů, v ojedinělých případech až kurdějemi, které se projevují oslabením a narušením kolagenních struktur a rozsáhlou kapilární krvácivostí. Neléčený stav může vyústit ve smrt. Kurděje se dnes vyskytují velice vzácně, nejnižší preventivní dávka proti tomuto onemocnění je 10-15 mg vitamínu C (*www.ronnie.cz*).

Na našem trhu můžeme najít velké množství preparátů s obsahem vitamínu C. Předně můžeme koupit klasická tabletová balení např. Celaskon nebo Ester-C 1000 mg. Dnes již existují vitaminové preparáty, které vitamín C uvolňují v organismu v průběhu celého dne např. Celaskon long effect nebo Cetebe vitamín C (*www.ronnie.cz*).

2.2.3.3. Stabilita vitamínu C v potravinách

Kyselina askorbová je jedním z nejméně stálých vitaminů. Ke ztrátám při skladování, kulinárním a průmyslovém zpracování potravin dochází různými způsoby. Nejvýznamnější jsou ztráty výluhem a ztráty oxidací. V nepřítomnosti vzdušného kyslíku jsou ztráty způsobeny hlavně kyselinami katalyzovanou degradací. Celkové ztráty se pohybují zpravidla mezi 20-80 %.

Ztráty kyseliny askorbové výluhem jsou obvyklé při mytí, předváření, vaření a konzervování ovoce a zeleniny v případech, kdy se příslušný výluh dále nezpracovává. Rozsah ztráty závisí na pH, teplotě, množství vody, velikosti povrchu materiálu, zralosti, rozsahu kontaminace těžkými kovy a přívodu kyslíku. K znanému úbytku dochází rovněž loupáním plodů, kdy se odstraňují povrchové vrstvy bohaté na vitamín (*Velíšek, 1999*). Namáčení, které se často používá ve velkokapacitních kuchyních, vede ke ztrátám vitamínu C vyluhováním. Čím déle toto vyluhování trvá, tím jsou ztráty vitamínu C větší. Při rozmělnování, krájení, strouhání nebo mixování ovoce a zeleniny se díky takto zvýšenému množství ploch a zároveň díky porušení buněčné tkáně urychluje enzymatické odbourávání vitamínu C. Při rychlém a pečlivém zmrazení lze ztráty vitamínu udržet relativně nízké, takže hluboko zmrazená zelenina často vykazuje více vitamínu C než čerstvé ovoce a zelenina,

kteřé je skladováno mnohem kratší dobu (*www.ronnie.cz*). Při teplotách -18 °C dochází jen k minimálním ztrátám, naopak ke značným ztrátám může docházet při rozmrazování (30-50 %).

Ke ztrátám vitamínu dochází také při mléčném kvašení zelenin. Kysané zelí obsahuje 50 % vitamínu ve srovnání s čerstvým hlávkovým zelím.

Snahou konzervářů je uchování maximálního množství vitamínu C v ovoci a zelenině . Používané metody jsou založeny na:

- omezení kontaktu potraviny se vzduchem (odvzdušnění za sníženého tlaku, výměnou vzduchu za inertní atmosféru)
- snížení množství přítomných iontů Fe^{3+} a Cu^{2+} (vyloučení kontaktu s měděnými, bronzovými, korodujícími železnými součástmi technologického zařízení vazbou iontů kovů do neaktivních komplexů chelatačními činidly)
- vytváření nepříznivých podmínek pro vznik komplexů kovových iontů s kyselinou askorbovou (snížením aktivity vody, hodnoty pH) (*Velíšek, 1999*).

2.2.3.4. Vitamin C v potravinách

Nejbohatším zdrojem vitamínu C je ovoce a zelenina. Nejvyšší obsah vitamínu má čerstvé ovoce a čerstvá zelenina. Mezi jednotlivými druhy však existují velké rozdíly v obsahu vitamínu (*Velíšek, 1999*). Množství vitamínu C kolísá v závislosti na odrůdě, klimatu, způsobu sklizně, skladování a způsobu zpracování surovin. Z živočišných zdrojů obsahují vitamin C především játra a ledviny, ale jeho množství je v živočišných zdrojích ve srovnání s rostlinnými velice malé (*www.ronnie.cz*).

Absolutně nejvyšší koncentrace askorbové kyseliny dosahující až $46 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ jedlého podílu obsahuje ovoce *Malpighia punicivolia* ze Západoindických ostrovů. Bohaté zdroje vitamínu C však zpravidla nebývají příliš významné pro krytí potřeby vitamínu (např. šípky, černý rybíz, kadeřavá petržel), neboť se konzumují jen

příležitostně a v malém množství. Mnohem větší význam mají zdroje s průměrným obsahem vitamínu C (především brambory), které se konzumují pravidelně a v relativně značném množství (Velíšek, 1999).

Tabulka č.3 – Obsah vitamínu C v některých potravinách (*www.darius.cz*)

Potravina	mg ve 100 g do jednoho týdne po sklizni	Potravina	mg ve 100 g do jednoho týdne po sklizni
mladá pšenice	12000	jahody	60
růže - různé druhy	250	kiwi	57
rakytník řešetlakový	1500	hrozny	53
grapefruit	40-700	zelí hlávkové - červené	52
růže šípková	1500	špenát	51
jeřáb obecný	550	angrešt	50
pomeranče	47,5-330	švestky	50
rybíz červený, bílý	36-330	jablka	7-47
papaya	330	černý bez	10-46
dřín obecný	200	kedluben	45
paprika kořeninová	235	kaštanovník jedlý	40
dřín obecný	200	květák	38
meloun canteloupský	200	cibule zelenačka	37
meloun cukrový	200	kapusta hlávková	34
citróny	42,4-177	petržel- kořen	34
petržel - nať	171	zelí hlávkové - bílé	33
paprika zeleninová	161	dýně	10-33
maliny červené	44-167	hrušky	31
rajčata	165	líška obecná	30
limetky	155	chřest	28
dříví obecný	150	brambory	25

ostružiny	140	maliny	24
mandarinky	116	ředkev	23
křen selský	100-112	ředkvička	23
černý rybíz	110	hrách	22
maliny černé	44-110	meloun cukrový	22
avokádo	110	trnka obecná	20
brusinky	20-110	višeň obecná	20
planá pažitka	100	morušovník	20
meloun červený	100	rebarbora	11-20
celer- nať	89	moruše	3,8-20
kapusta kadeřavá	83	pór	19
kopr	81	fíkovník	11
kapusta růžičková	79	červená řepa	11
meloun medový	76	olivy	11
meruňky	7-75	granátovník	11
třešně	8-72	čekanka	10
pažitka	66	česnek	9
banány	66	fazole	9
broskve	8-64	meloun vodní	8
borůvky	15-64	celer – bulva	8
pěstovaná pažitka	60	salát hlávkový	8
kopřiva	60	cibule	7
šťovík kyselý	60	mrkev	5

2.2.3.5. Použití vitamínu C

Kyselina askorbová má díky svým vlastnostem (vitamin, antioxidant) široké použití jako potravinářské aditivum především v konzervářské a kvasné technologii, v technologii masa a tuků a rovněž v cereální technologii.

Kyselina askorbová se přidává k ovocným džusům, konzervovanému a mrazírensky skladovanému ovoci jako prevence nežádoucích změn aróma vyvolaných oxidací při skladování a zpracování. Při loupání, krájení a sušení ovoce, zeleniny a brambor se používá jako inhibitor reakcí enzymového hnědnutí v relativně malých koncentracích a často v kombinaci s citronovou kyselinou.

Přídavek askorbové kyseliny v množství 20-30 mg.kg⁻¹ je prevencí tvorby tzv. chladových a oxidačních zákalů piva a prevencí nežádoucích změn chuti a aróma v důsledku oxidace, ke které dochází při pasteraci a skladování. Použití askorbové kyseliny při výrobě vína umožňuje snížit množství použitého oxidu siřičitého k síření.

Přídavek askorbové kyseliny (resp. askorbátu sodného) k masu a masným výrobkům spolu s dusitany (v množství 60-180 mg.kg⁻¹), např. při výrobě šunky, má funkční i ekonomický význam, neboť zkvalitňuje a podstatně zrychluje výrobu. Přídavek kyseliny askorbové navíc umožňuje zkrátit dobu uzení a stabilizuje barvu hotových výrobků. Kyseliny askorbové současně zvyšuje inhibiční účinky dusitanů na toxinogenní bakterie *Clostridium botulinum*.

V množství 10-100 mg.kg⁻¹ se kyselina askorbová přidává jako prostředek zlepšující pekařské vlastnosti mouky (Velíšek, 1999).

2.2.4. Metody stanovení vitamínu C

Ke stanovení vitamínu C se používá velké množství metod:

- **Stanovení vitamínu C pomocí Analytických testovacích proužků pro detekci a semikvantitativní stanovení kyseliny askorbové - Merckoquant** (výrobce – MERCK s.r.o.).

Princip stanovení – testovací proužek ponoříme na jednu sekundu do testovaného roztoku, po deseti sekundách porovnáme reakční zónu s barevnou stupnicí.

Stanovení touto metodou je však pouze orientační, protože naměřené hodnoty jsou značně nepřesné.

Metoda stanovení – barevná reakce je založena na redukci žlutě zbarveného fosfomolybdenového komplexu vlivem kyseliny askorbové s následným vznikem molybdenové modři.

Typické oblasti použití proužků Merckoquant – analýza vzorků životního prostředí, nápojový průmysl a další potravinářské technologie (www.merck.cz).

Obr. č.2 Použití testovacích proužků Merckoquant (www.merck.cz)



- **Stanovení vitamínu C s použitím mobilního přístroje Reflex/Merc.**

Princip stanovení – testovací proužky se namočí do testovaného roztoku, vloží do přístroje a vyhodnotí kvantitativně pomocí čárkového kódu. Výsledná hodnota se po několika sekundách objeví na displeji. Stanovení je založeno na reakci kyseliny askorbové s kyselinou molybdenofosforečnou, kterou jsou reagenční proužky napuštěny.

Tato metoda se doporučuje pro stanovení obsahu vitamínu C v nápojích, v ovoci a zelenině. Přístroj RQflex je univerzální, kromě vitamínu C jej lze použít ke stanovení asi 30 dalších analytů (např. amoniak, dusitany, dusičnany, a další) (www.merck.cz).

Obr. č.3 Přístroj RQflex (www.merck.cz)



- **Stanovení vitamínu C spektrofotometrickou metodou**

Princip stanovení – tato metoda je založena na měření vzniklého barevného produktu, který poskytuje kyselina dehydroaskorbová vzniklá oxidací bromem z kyseliny askorbové s činidlem s 2,4-dinitrofenylhydrazinem.

Metoda našla větší uplatnění pouze pro stanovení celkové koncentrace vitamínu C v živočišných tkáních a klinických materiálech (*Davídek, 1981*).

- **Stanovení vitamínu C polarografickou metodou**

Princip stanovení – tato metoda využívá ke stanovení kyseliny askorbové její oxidace na rtuťové kapkové elektrodě a redukce chinoxalinového derivátu, který vzniká kondenzací kyseliny dehydroaskorbové s o-fenylendiaminem.

Tato metoda lze použít pro stanovení kyseliny askorbové a dehydroaskorbové v ovoci, zelenině, bramborách syrových i tepelně upravovaných, v mase a masných výrobcích (*Hálková a kol., 2001*).

- **Stanovení vitamínu C chromatografickou metodou**

Princip stanovení – tato metoda je založena na tom, že kyselina askorbová se oddělí chromatografií na papíře od ostatních rušivých látek, skvrny se vyeluují a kyselina askorbová se stanoví kolorimetricky z úbytku absorbance modrého zbarvení 2,6- dichlorfenolindofenolu .

Metodu lze použít jen pro takový materiál, ze kterého lze získat extrakt obsahující 5 až 20 µg kyseliny askorbové v 10 až 100 µl. Metoda je vhodná pro analýzu vzorků s vysokým obsahem interferujících látek, je však časově velmi náročná (*Davídek, 1981*).

- **Bromatometrické stanovení vitamínu C**

Princip stanovení – toto stanovení je založeno na oxidačním účinku bromičnanu draselného v kyselém prostředí. Titrace se provádějí v roztocích okyselených kyselinou chlorovodíkovou. Za přítomnosti bromidových iontů vzniká volný brom, který oxiduje kyselinu L-askorbovou na kyselinu L-dehydroaskorbovou. Vizuální indikace ekvivalenčního bodu se provádí změnou barvy indikátoru indigokarmínu. Nadbytkem bromičnanu,

po dosažení bodu ekvivalence, uvolněný brom převede redukovanou formu indikátoru (modrá barva) ve formu oxidovanou (žlutá barva) (*Hálková a kol., 2001*).

- **Stanovení vitamínu C pomocí spektrometrické metody 2,6-dichlorfenolindofenolem po extrakci xylenem**

Princip stanovení – extrakce kyseliny askorbové ze zkušební vzorku buď roztokem kyseliny šťavelové nebo roztokem kyseliny metafosforečné a kyseliny octové. Kvantitativní redukce kyseliny askorbové barvivem 2,6-dichlorfenolindofenolem, extrakce přebytečné barevné sloučeniny xylenem a stanovení přebytku spektrometricky, měřením při vlnové délce 500 nm (*ČNS ISO 6557/2, 1995*).

- **Stanovení vitamínu C titrační metodou pomocí 2,6-dichlorfenolindofenolu**

Princip stanovení – extrakce kyseliny askorbové ze zkušební vzorku buď roztokem kyseliny šťavelové nebo roztokem kyseliny metafosforečné kyseliny octové a následná titrace 2,6-dichlorfenolindofenolem do lososově růžové barvy.

Titrační metoda je velmi rychlá a vhodná především pro sledování úbytku kyseliny askorbové během technologického procesu. Pro vzorky s nízkým obsahem kyseliny askorbové dává relativně nejlepší výsledky (*ČNS ISO 6557/2, 1995*).

- **Stanovení vitamínu C metodou HPLC (vysokoučinná kapalinová chromatografie)**

Chromatografické metody se v dnešní době používají ke stanovení vitamínu C stále častěji. Chromatografie je jedna z nejvýznamnějších analytických separačních metod. Umožňuje dělení, identifikaci a stanovení velkého počtu látek.

2.3. Rajče jedlé (*Lycopersicon esculentum*)

Pravlastí rajčat byly horské oblasti na území dnešního Peru a Ekvádoru. Tam je jako liánovitou rostlinu s drobnými plody poznaly indiánské kmeny. Při vzájemné komunikaci mezi indiánskými civilizacemi se rajčata šířila na sousední území. Kultura rajčat se dostala do oblasti dnešního Mexika, které je všeobecně považováno za místo zdomácnění. Mezi vlohy rajčat patří i častý výskyt svazčitosti, fasciace, srůstání plodolistů, které vedlo ke zvětšení plodů. Právě taková rajčata byla v kultuře preferována a založila slávu dnešní nejoblíbenější zeleniny světa (*Skorňakov a kol., 1991*).

Do Evropy se rajčata dostala společně s bramborami až po Kolumbově objevení Ameriky. Pěstovat je začali Italové až po roce 1560, nejdříve jen pro okrasu. Původní plané typy byly drobnoplodé a měly poléhavé stonky. V našich zemích se rajče na trhu objevilo teprve začátkem 20. století (*Pekárková, 2001*). V důsledku přenesení rajčete do jiných podmínek, přirozeného výběru a mnohaletého šlechtitelského úsilí se vyšlechtily výnosné odrůdy s dobrými chuťovými kvalitami. Lze říci, že rajče, které dnes pěstujeme, jen vzdáleně připomíná svého předka rostoucího planě v přírodě (*Šapiro a kol., 1988*).

2.3.1. Význam rajčat

Syrová rajčata, šťáva z rajčat, protlak a další konzervované výrobky z rajčat posilují vylučování žaludečních šťáv, zlepšují trávení. Díky množství vitaminů, vysokému obsahu solí draslíku, železa, hořčíku, kobaltu a zinku je třeba rajčata zařazovat do stravy nemocných s nemocemi srdce a oběhové soustavy a poruchami látkové výměny. Doporučují se rovněž při nemocech žlučníku a střev, neboť obsahují málo vlákniny a jejich jemná dužnina je snadno stravitelná. Rajčata mají mírně projímavý účinek, podporují peristaltiku střev. Existují také údaje o schopnosti

syrových rajčat a rajčatové šťávy mírně snižovat krevní tlak a snižovat úroveň cholesterolu v krvi (*Šapiro a kol., 1988*).

2.3.2. Biologická charakteristika

Rajčata (*Lycopersicon esculentum*) se řadí do čeledi Lilkovité (*Solanacea*). Rajče je dvouděložná jednoletá rostlina se silným stonkem a bohatým kořenovým systémem (*Bartoš, 2000*). Lodyha je dužnatá, rozvětvená, nese lichozpeřené listy (*Melichar, 1997*) a je celá pokrytá žláznatými chlupy, které při dotyku žlutě barví (*Troníková, 1985*). Pětičetné a vícečetné žluté květy jsou uspořádány v nepravidelných vijanech a jsou samosprašné (*Bartoš, 2000*). Plodem rajčat jsou dvou i více pouzdré bobule velmi proměnlivého tvaru, velikosti (od zlomků gramů po 900 g) i barvy (*Skorňakov a kol., 1991*).

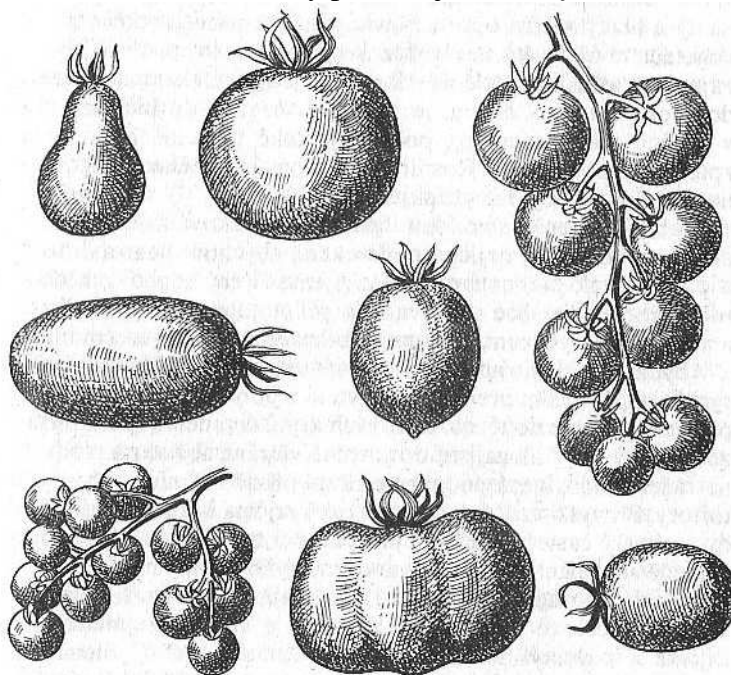
2.3.3. Složení plodů rajčat

Rajčata obsahují v průměru 5-6 % sušiny, 3-4 % rozpustných cukrů, 0,5 % organických kyselin (především kyselinu jablečnou), 0,84 % vlákniny, 0,13 % pektinových látek, 0,95 % bílkovin, 0,2 % hrubého tuku a 0,6 % minerálních látek. Z minerálií obsahují hlavně vápník, železo, fosfor a draslík (*Petříková, Malý, 1998*). Z vitaminů je důležitý obsah vitamínu C 22 mg, PP 0,5 mg, provitaminu A 0,4 mg, B₆ 0,11 mg, B₁₂ 0,3 mg ve 100 g čerstvé hmoty. Zbarvení červených plodů způsobuje především karotenoid lykopen, výzkumy posledních let prokázaly, že lykopen je rovněž schopen se v organismu člověka a zvířat měnit na vitamin A (*Šapiro a kol., 1988*). V nezralých plodech se vyskytuje nežádoucí alkaloid solanin, který se ztrácí spolu s dozráváním (*Bartoš, 2000*).

2.3.4. Odrůdy

Rajče vyniká vysokou variabilitou v barvě i tvaru plodů. Nejoblíbenější jsou červenoplodé odrůdy, pro zajímavost se však pěstují i žluté, masově růžové, oranžové, bílé nebo černé odrůdy. Tvar plodů může být kulovitý, zploštělý, protáhlý, hruškovitý, velikost se pohybuje od 2 cm u třešňových typů do více než 500 g u masitých odrůd. Nejrozšířenější jsou odrůdy se středně velkými plody, protože jsou poměrně rané, šťavnaté a lákají vzhledem. Velkoplodé odrůdy se pěstují pro velký podíl masité dužniny a nízký obsah semen. Jsou však vždy pozdní a v našem méně vhodném klimatu trpí pukáním a chorobami (*Pekárková, 2001*).

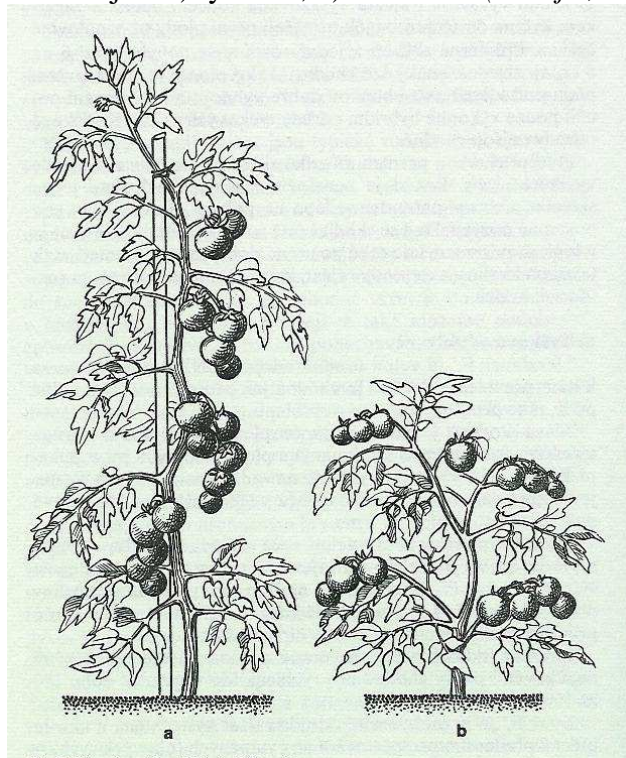
Obr. č.4 Různé tvary plodů rajčat (*Dolejší, 1984*)



Odrůdy rajčat se dělí na tyčkové (indeterminantní) a keříčkové (determinantní). K tyčkovým patří odrůdy k rychlení a odrůdy k polnímu pěstování. Keříčkové odrůdy se dělí na odrůdy k přímému konzumu, které se sklízí ručně, a na odrůdy pro průmyslové zpracování, které se sklízí mechanizovaně. Tyčkové odrůdy by se měly vyznačovat dobrými chuťovými vlastnostmi plodů, odolností vůči praskání a rychlému měknutí, schopností dobře snášet transport, rezistencí vůči

houbovým chorobám. U keříčkových odrůd určených k průmyslovému zpracování je kladen důraz na odolnost plodů vůči praskání, na pevnost, neopadavost, oddělitelnost plodu při sklizni v místě kalichu a na obsah refraktometrické sušiny.

Obr. č.5 Rajče: a) tyčkové, b) keříčkové (Dolejší, 1984)



V posledních letech, je zájem o pěstování odrůd s delší uchovatelností, přitom ale sklizených v červeném stavu, což zvyšuje jejich prodejnost a konkurenceschopnost. Jde o typ odrůd *long life*, které byly vyšlechtěny genovou manipulací (neobsahují gen na rozklad škrobu). Mezi nejchutnější i nejčastěji pěstované odrůdy v rychlírnách a v polních podmínkách patří *Vanessa F₁*, *Selduro F₁*, *Daniela F₁*. Lepší prodejnost hlavně v zimním období mají umožnit odrůdy cherry rajčat, která se prodávají v menším balení (obvykle 250 g) (Petříková, Malý, 1998).

Determinantní (keříčkové) odrůdy, vhodné pro mechanizovanou sklizeň: *Denár*, *Eskort*, *Klára*, *Odeon*, *Peto 86*, *Peto 95*, *Proton*, *Salus*, *Semarol*, *Titan*.

Determinantní odrůdy pro ruční sklizeň: *Aneta*, *Diana*, *Dublet F₁*, *Hana*, *Pavčina*, *Radka*, *Edward F₁*.

Indeterminantní (tyčkové) odrůdy vhodné pro poní pěstování: *Kristina F₁*, *Dario F₁*, *Monika F₁*, *Partner F₁*, *Start S F₁*, *Tajfun F₁*, *Tipo F₁*, *Tornado F₁*, *Toro F₁*, *Uragan F₁* (Bartoš, 2000).

2.3.5. Pěstování rajčat

2.3.5.1. Nároky na prostředí

Rajče je rostlina teplomilná a světlomilná, proto jsou pro ni nejvhodnější polohy teplé, chráněné, nesnáší však polohy uzavřené. Při nadbytečné vzdušné vlhkosti a nedostatku světla se vytahuje a je méně odolná proti chorobám (Melichar, 1997). Optimální teplota pro dobrý růst je 20 – 22 °C. Poruchy růstu nastávají při poklesu teploty pod 12 °C i při vysokých teplotách nad 30 °C. Nasazování plodů je inhibováno při teplotách nad 30 °C a pod 16 °C. Praskání prvních plodů je způsobeno poklesem teploty pod 16 °C v období jejich nasazování, náchylnost k tomuto jevu je velmi různá u jednotlivých odrůd. Červené barvivo plodů lykopen se tvoří při teplotách nad 16 °C (Bartoš, 2000).

Kromě teploty jsou rajčata závislá na dostatku vláhy. Protože však rostliny mají velkou schopnost vytvářet ze stonku adventivní kořeny, jsou ve srovnání s paprikou nebo lilkem vůči suchu odolnější. S nedostatkem vláhy se lépe vyrovnávají rostliny z přímého výsevu než rostliny vysazované, jejichž kořenová soustava nedosahuje takové hloubky jako u přímo vysévaných (Petříková, Malý, 1998).

Půdy pro pěstování rajčat mají být dobře propustné, záhřevné, humózní, lehčí půdy jsou vhodnější pro ranější produkci, půdy středně těžké pro pozdní produkci. Optimální pH se pohybuje mezi 5,5 – 7,0 (Bartoš, 2000). Rajčata nemají zvláštní nároky na předplodinu. Nevhodné jsou druhy z čeledi *Solanaceae* (brambory, papriky, rajčata, lilek). Vhodné předplodiny jsou obiloviny, jeteloviny, okopaniny, luskoviny a košťáloviny (Petříková, Malý, 1998).

2.3.5.2. Výsev a sadba

V našich klimatických podmínkách je lépe rajčata pěstovat z předpěstovaných sazenic než z přímého výsevu. Rajčata mají dlouhou vegetační dobu (120 až 140 dní) a jsou velmi citlivá jak na pozdní jarní mrazíky, tak i na první podzimní mrazy. Prodloužením vegetační doby předpěstováním rostlin dosáhneme vyšší výnosy.

Rajčata vyséváme asi v polovině března do truhlíku nebo do misek, které umístíme v teplém pařeništi, ve skleníku nebo i ve světlé a teplé obytné místnosti blízko okna. Po vzejití, kdy rostlinky vytvoří děložní lístky nebo i první pravé lístky, je přepichujeme do pařeniště na vzdálenost asi 8 až 10 cm od sebe. Rostliny nesmějí nachladnout nebo dokonce namrznout a mají mít dostatek světla, aby se nevytahovaly. Pařeniště dostatečně větráme, zvláště asi 14 dní před plánovanou výsadbou, abychom získali zdravé, silné a otužilé sazenice (*Dolejší, 1984*). Vysazujeme i vzrostlé sazenice, dokonce s prvními květy, rozkvetlé květy a plůdky však otrháme. Pokud jsou rostliny vytáhlé, vysazujeme je hlouběji a šikmo. Rajče totiž ochotně vytváří na stonku druhotné kořeny (*Pekárková, 1997*). Na venkovní záhon se vysazují sazenice po odeznění mrazů, asi v polovině května. Nemají se vysazovat předčasně, protože za nepříznivého počasí mohou nízké teploty několik stupňů nad nulou rostliny poškodit. Pokud rostliny omrznou, poškozené části se seříznout. Méně poškozené rostliny obrostou, silně poškozené je lepší nahradit novými (*Pekárková, 2001*).

Způsob pěstování se odlišuje podle odrůd rajčat, které rozdělujeme na tyčkové a na keříčkové.

Tyčkové odrůdy se projevují bujným růstem hlavní osy, u níž postranní výhony vyrůstají z úžlabí listů. Protože hlavní výhon během vegetace narůstá často do dvou metrů, musíme jej vyvazovat k opoře, aby rostlina nepoléhala. Tyčková rajčata postupně plodí a dozrávají. Sazenice vysazujeme na vzdálenost 40 až 60 cm nejlépe odsvědčeným způsobem „na vodu“. Při větším počtu rostlin můžeme rajčata pěstovat na tzv. drátěných jezdcích. Jde o nosný drát, který pomocí dvou nebo i více kůlů vypneme ve výši jednoho metru nad rostlinami vysázenými v řadě. Na uvázané motouzy spouštěné ke každé rostlině lodyhy přivazujeme a postupně, jak dorůstají je

vedeme vzhůru. Tyčková rajčata pěstujeme na jeden až tři výhony, ostatní postranní výhonky v úžlabí listů co nejdříve vyštípujeme. Ve druhé polovině srpna odřízneme nad posledním vijanem vyvinutých plodů vrcholky rostlin. Podpoříme tak včasné dozrávání plodů.

Keříčkové odrůdy rajčat jsou typické tím, že mají hlavní osu krátkou a ukončenou květenstvím. Tento stav podpoří v krátké době rychlý růst postranních výhonů, které také ukončují svůj vrchol květenstvím. Keříčkové odrůdy nevyžadují pro svůj vzpřímený a nízký vzrůst oporu, jsou charakteristické kratším vegetačním obdobím, plody dozrávají rovnoměrně. Vysazujeme je na záhony v menší vzdálenosti od sebe do sponu asi 25 x 60 cm. Rostliny ponecháváme během vegetace normálnímu vývoji, nevyštípujeme je (*Dolejší, 1984*).

Abychom získali ranější a vyšší výnosy rajčat, můžeme je přirychlit. Jednou z možností je pěstovat tyčkové odrůdy rajčat ve fóliových klimatizačních buňkách. Rajčata můžeme též sázet na záhony nastýlané fólií nebo je pěstovat pod tunelovými kryty. Opylení podpoříme větráním a občasným zatřepáním rostlinou (*Šrot, 2005*).

Rajčata lze pěstovat i v nádobách. V truhlíku nebo velkém květináči na osluněném, chráněném balkónu nebo terase se daří keříčkové miniodrůdě s malými plody. Tyčková rajčata potřebují nádobu nebo polyetylenový pytel alespoň s 10 litry substrátu a musí se vyvázat ke kolíku nebo vést na konstrukci (*Pekárková, 1997*).

2.3.5.3. Sklizeň

Rajče plodí postupně po celou vegetační dobu, kterou ukončí až první mráz. Nej kvalitnější plody získáme sklizením vybarvených zralých plodů. Zralé plody na rostlině nijak neomezují vývoj ani zrání dalších plodů. Sklízet je však třeba nejméně jednou týdně, protože vyzrálé plody jsou náchylné k pukání a přezrálé měknou a ztrácejí chuť. Optování chuť záleží na správném termínu sklizně mnohem více než na odrůdě. Typické aromatické látky pro rajčata jsou uloženy především v zelených částech rostliny. Kvůli zvýšení vůně a chuti se proto sklízají plody v celých hroznech nebo alespoň se stopkou a kalichem, aby z nich mohly aromatické látky přejít do

plodů. Odstraňování spodních listů neuspíší dozrávání, protože plody k dozrání světlo nepotřebují. Odlamujeme jen nemocné a žluté listy, které už neasimilují. Poslední sklizeň zelených plodů je třeba uskutečnit dříve, než teploty klesnou trvale pod 10 °C. Při nižších teplotách se totiž nevratně naruší tvorba červeného barviva lykopenu. Včas sklizené zelené plody snadno dozrají při pokojové teplotě ve tmě a v mírném vlhku. Obavy z obsahu nežádoucího alkaloidu solaninu jsou opodstatněné pouze u nedorostlých zelených plodů. Zelené dorostlé plody, ale i nedorostlé a pak uměle dozrálé už solanin neobsahují. Zráním plodů a také varem se solanin odbourává (*Pekárková, 2001*).

2.3.5.4. Choroby a škůdci

Praskání plodů – fyziologická porucha

Původce škodlivosti: Náhlý nadbytek vody v půdě.

Příznaky poškození: Dozrávající a zralé plody se vyznačují příčnými nebo podélnými prasklinami.

Příčiny poruchy: Nadbytek dostupné vody o období sucha nebo při delším období srážek, po kterém následuje suché, bezsrážkové období. Poruchu se obvykle projevuje v srpnu a září (*Šedivý, 1997*).

Hniloba vrcholu plodu

Původce škodlivosti: Nedostatek půdní vlhkosti ve spojení s vysokými teplotami a nízkou relativní vlhkostí vzduchu. Výskyt choroby se zvyšuje při nadbytku dusíku a nedostatku vápníku v půdě, zejména při zakládání plodů.

Příznaky poškození: V období na počátku zakládání plodů i později tmavnou pletiva na vrcholu plodu. Tmavá skvrna se zvětšuje, propadá a zahnívá. Plody často nerostou a zasychají.

Ochrana: Pravidelnou závlivkou ke stonku rajčat (*Šedivý, 1997*).

Čerň rajčatová

Původce škodlivosti: Houba (*Fulvia vulva*).

Příznaky poškození: Spodní listy žloutnou. Na horní straně čepele listu jsou různě velké žlutozelené skvrny, které postupně hnědnou, listy odumírají, ale neopadávají.

Ochrana: Při prvním výskytu skvrn na spodních listech postříkujeme některým z přípravků – Kuprikol 50 (0,4- 0,5 %), Dithane M45 nebo DG (0,2 %), Novozir MN 80 (Šedivý, 1997).

Hnědá skvrnitost rajčete

Původce škodlivosti: Houba (*Alternaria solani*).

Příznaky poškození: Na listech se objevují ostře ohraničené, hnědočerné skvrny, na lodyhách skvrny protažené a vpadlé. Napadené květy opadávají, na plodech jdou velké černé skvrny, dužina plodu je černá.

Ochrana: Postříkujeme některým z přípravků – Rovral 50 WP (0,1 %), Ronilan 50 WP nebo WG (0,1 %) (Šedivý, 1997).

Plíseň bramborová

Původce škodlivosti: Houba (*Botryotinia fuckeliana*).

Příznaky poškození: Na listech, řapících a lodyhách se vyskytují vodnaté skvrny, které se rozrůstají a pletivo odumírá. Na dozrávajících plodech se objevují až 5 mm velké světlé, prstencové skvrny, které v době zrání zahnívají. Houba přezimuje v půdě a na zbytcích rostlin.

Ochrana: Postříkujeme některým z přípravků – Rovral 50 WP (0,1 %) nebo Ronilan 50 WP, WG (0,1 %) (Šedivý, 1997).

Ze škůdců se v polních podmínkách nejčastěji vyskytuje **mandelinka bramborová** (*Leptinotarsa decemlineata*), **mšice** (*Aphis schneideri*) a **molice skleníková** (*Trialeurodes vaporarium*). Z ochranných přípravků lze použít např. Cymbush, Decis, biologický přípravek Ecotech Extra (Petříková, Malý, 1998).

3. MATERIÁL A METODIKA

3.1. Charakteristika pokusných odrůd

Stanovení obsahu kyseliny askorbové jsem prováděla na základě založení maloparcelkového pěstitelského pokusu, pro který byly vybrány tři odrůdy keříčkových rajčat – *Diana* (výrobce SEMO s.r.o.), *Oranže* (výrobce SEMO s.r.o.) a *Dulcia* (výrobce SEVA-FLORA s.r.o.).

Od každé odrůdy bylo pěstováno pět rostlin rajčat, které se současně braly jako opakování (dle metody Onofrejové a kol., 2004).

3.1.1. Odrůda Diana

Keříčkové rajče odrůdy *Diana* je velmi raná odrůda s krátkými větvemi pro těžší a vlhčí půdy. Plody jsou menší, kulovité, vyrovnané ve tvaru a velikosti, středně pevné, červené. Vyniká v horší řepařské nebo lepší bramborařské oblasti. Disponuje vysokým stupněm odolnosti vůči plísni bramborové (www.zeleneudoli.cz). Odrůda je vhodná především pro přímý konzum.

Rajče odrůdy *Diana* vysazujeme druhé polovině března na chráněné stanoviště do hloubky 0,3 cm. Předpěstované sazenice vysazujeme na volný záhon v květnu a to do sponu 50 x 40 cm. Termín sklizně je srpen až říjen. Rostliny pravidelně zaléváme větší dávkou vody v dlouhých intervalech.

3.1.2. Odrůda Oranže

Keříčkové rajče odrůdy *Oranže* je nová odrůda netradiční oranžové barvy plodu s vysokým obsahem vitaminů. Plody jsou ploše kulovité, střední, oranžové.

V zralosti je to odrůda raná až středně raná, na půdu nenáročná (www.zeleneudoli.cz). Odrůda je vhodná především pro přímý konzum.

Semena této odrůdy vyséváme v druhé polovině března na chráněné stanoviště do hloubky 0,3 cm. Předpěstované sazenice vysazujeme na volný záhon v květnu a to do sponu 50 x 40 cm. Termín sklizně je srpen až říjen. Rostliny pravidelně zaléváme větší dávkou vody v dlouhých intervalech.

3.1.3. Odrůda *Dulcia*

Keříčkové rajče odrůdy *Dulcia* je velmi raná odrůda netradiční žluté barvy plodu. Plody této odrůdy jsou středně velké, kulaté, hladké, žluté, s méně výraznou chutí a s vysokým obsahem vitamínu C. Výnosy žlutoplodých rajčat mají geneticky daný nižší výnosový potenciál. Odrůda není náročná na půdu, je vhodná pro opakované ruční sklizně a pro přímý konzum.

Semena této odrůdy vyséváme v březnu. Předpěstované sazenice vysazujeme od poloviny května a to do sponu 60 x 40 cm. Termín sklizně je červenec až srpen (www.sevaflora.cz). Rostliny pravidelně zaléváme větší dávkou vody v dlouhých intervalech.

3.2. Půdní a klimatické podmínky oblasti

Rajčata jsem pěstovala na vlastní zahradě v Dačicích (nadmořská výška 577 m n.m.). Provedením jednoduchého pokusu jsem orientačně stanovila druh a pH půdy, na které jsem rajčata pěstovala.

Půdní typ jsem určila dle půdní mapy. V naší oblasti se vyskytují hnědé půdy (Tomášek, 2003).

Orientační stanovení půdního druhu:

Malé množství zeminy vložíme do dlaně, když je suchá, mírně ji navlhčíme a vyválíme z ní tyčinku. U jílovitých půd je možné vyválet dlouhou tenkou tyčinku, která se dá stočit do kroužku, aniž by praskla. U půd hlinitých je možno vyválet jen tyčinku silnější, která při ohýbání praská. Z půdy písčité nebo písčitohlinité se tyčinka nedá vyválet (Slipka a kol., 1997).

Po provedení tohoto pokusu jsem zjistila, že na záhoně je **hlinitá půda**, jelikož z ní šlo vyválet pouze silnější tyčinku, která při ohýbání praskla.

Orientační stanovení pH půdy:

Do zkumavky nasypeme vzorek zeminy a nalijeme na něj asi trojnásobné množství destilované vody. Vzorek ve vodě krátce protřepeme a po usazení hrubších částí zfiltrujeme přes filtrační papír. Do suspenze vzniklé protřepáváním vzorku v destilované vodě namočíme proužek indikátorového papírku a jeho zbarvení porovnáme se stupnicí (Slipka a kol., 1997).

Po provedení tohoto pokusu a následném porovnání zbarvení indikátorového papírku se stupnicí jsem zjistila, že **pH půdy je 6**.

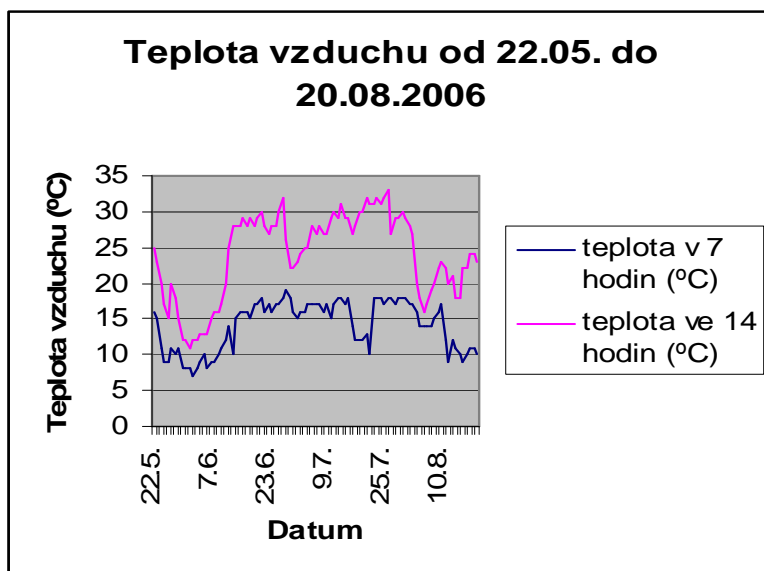
Na základě agrochemického zkoušení zemědělských půd provedeného v ZD Hříšice v roce 2002 jsem získala údaje o obsahu jednotlivých živin v půdě v oblasti, kde byla rajčata pěstována.

Tabulka č.4 Obsah živin v půdě

Druh živiny	P	K	Mg	Ca
Obsah živiny (mg.kg ⁻¹)	93	214	164	1725
Hodnocení obsahu živin	dobry obsah	dobry obsah	dobry obsah	vyhovujici obsah

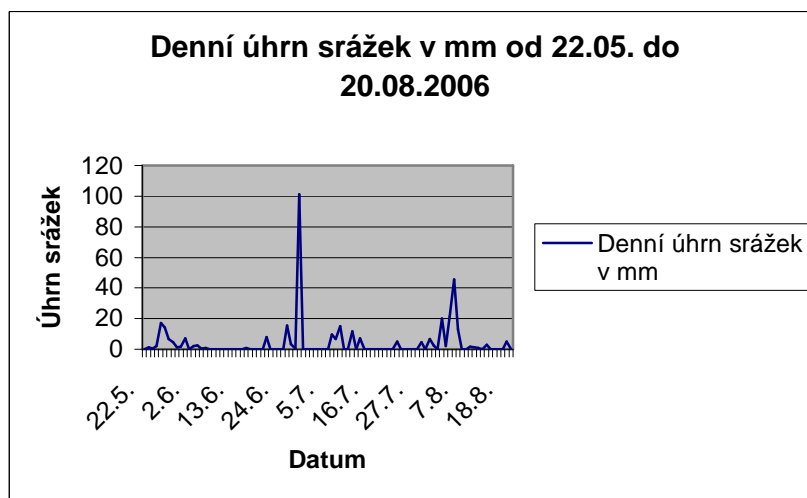
Pro další stanovení klimatických poměrů jsem ve dnech 22.05. – 20.08.2006 měřila dvakrát denně (v 7 hodin a ve 14 hodin) teplotu vzduchu. Podrobnou tabulku s hodnotami teplot vzduchu přikládám v přílohách.

Graf č.1 Naměřené teploty vzduchu v období od 22.05. do 20.08 2006



Díky Českému hydrometeorologickému ústavu v Českých Budějovicích jsem získala informace o úhrnu srážek v oblasti pěstování rajčat. Podrobnou tabulku s hodnotami úhrnu srážek přikládám v přílohách.

Graf č.2 Denní úhrn srážek od 22.05 do 20.08 2006



3.3. Založení pokusu

Dne 12.03. 2006 jsem semena odrůd vysela do květináče, který jsem umístila v obytné místnosti v blízkosti okna. Dne 02.04.2006 jsem vybrala od každé odrůdy pět sazenic a přesadila je do samostatných květináčů. Dne 19.05.2006 jsem vysadila sazenice na připravený záhon o velikosti 120 x 400 cm. Sadbu jsem prováděla do sponu 60 x 40 cm. Záhon jsem před zimou pohnojila chlévským hnojem. V průběhu růstu jsem sazenice několikrát okopávala a prováděla pravidelnou závlahu. Jelikož sazenice měly tenké stonky, vyvázala jsem je k tyčkám, aby nedocházelo k poléhání rostlin na zemi.

V srpnu (16.08. a 20.08.2006) jsem uzrálá rajčata sklídila a stanovila v nich obsah vitamínu C. Stanovení jsem prováděla 2 hodiny po sklizni plodů v laboratoři katedry biologie PF JU v Českých Budějovicích.

V roce 2005 byl pokus založen stejným způsobem. Nastaly ovšem problémy s metodikou pokusu, která se dle původního zadání (Stanovení kyseliny askorbové přímou jodometrickou titrací s potenciometrickou indikací) musela na základě zkušenosti změnit na metodu jednodušší. Pokus byl tedy prováděn dle ČNS ISO 6557/2 titrační metodou pomocí 2,6-dichlorfenolindofenolu. V diplomové práci jsou proto prezentovány výsledky pouze za jeden rok, ostatní nemohly být použity.

3.4. Rajčata zakoupená v obchodních řetězcích

Pro porovnání obsahu vitamínu C byla pro pokus použita rajčata zakoupená v běžných obchodních řetězcích v Českých Budějovicích. Stanovení vitamínu C bylo provedeno stejnou metodou jako u rajčat pěstovaných. Z každého obchodu byly pro pokus zakoupeny tři kusy rajčat.

Kupovaná rajčata:

- zakoupena v prodejně Albert (15.04.2006) – dovoz Maroko-Španělsko
- zakoupena v prodejně Billa (20.04.2006) – dovoz Španělsko
- zakoupena v prodejně Kaufland (25.04.2006) – dovoz Maroko
- zakoupena v prodejně Tesco (20.05.2006) – dovoz Holandsko

3.5. Stanovení kyseliny L-askorbové

Stanovení kyseliny L-askorbové titrační metodou pomocí 2,6-dichlorfenolindofenolu

dle ČNS ISO 6557/2 Ovoce, zelenina a výrobky z nich – Stanovení obsahu kyseliny askorbové Část 2: Běžné metody

PRINCIP:

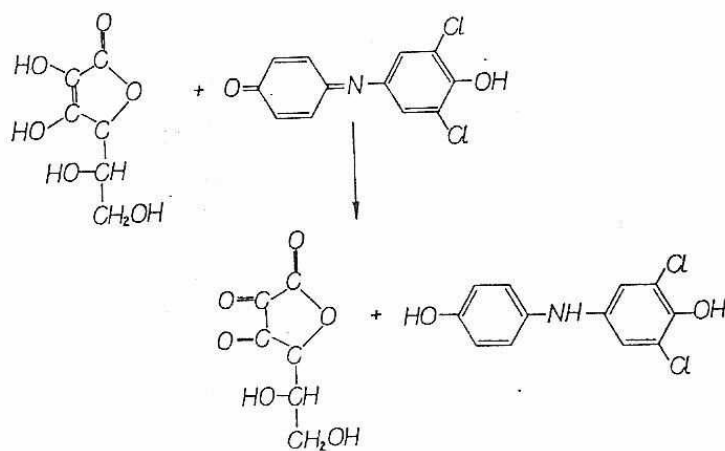
Vitamin C (kyselina L-askorbová) je nutričně nejdůležitější složka potravin a indikátor šetrnosti konzervační metody. Fyziologický účinek vitaminu C tvoří redoxní systém kyseliny L-askorbové a kyseliny L-dehydroaskorbové, obě složky se oxidují na kyselinu 2,3-diketogulonovou, která již není účinná.

Vitamin C jsem stanovila titrační metodou. Kyselina L-askorbová se při titraci 2,6-dichlorfenolindofenolem oxiduje na kyselinu dehydroaskorbovou a indofenol přechází na bezbarvou leukobázi.

Obr. č.6 Kyselina askorbová se v kyselém prostředí oxiduje 2,6-chlorfenolindofenolem na kyselinu dehydroaskorbovou, 2,6-dichlorfenolindofenol se redukuje na bezbarvou bázi (Davídek, 1981).

kyselina L-askorbová

2,6-dichlorfenolindofenol



kyselina dehydroaskorbová

bezbarvá báze

POMŮCKY:

Nůž, nůžky, gumička, filtrační papír, gáza, vata, kádinky, pipeta, byreta, držák na byretu stojan, křížová svorka, homogenizér, Petriho misky, odměrná baňka, nálevka železný kruh, titrační baňka, chemická lžička.

CHEMIKÁLIE :

Destilovaná voda, 2% kyselina šťavelová, 0,001 M, 2,6-dichlorfenolindofenol.

POSTUP:

Rajče nejprve omyjeme a zvážíme, poté oloupeme slupku a opět rajče zvážíme. Dále rajče mixujeme v homogenizéru dokud nevznikne kašovitá hmota (cca 1 min). Ze vzniklé hmoty odebereme 20 g vzorku do 100 ml odměrné baňky. Odměrnou baňku poté doplníme kyselinou šťavelovou po rysku. Obsah odměrné baňky protřepeme a zfiltrujeme přes gázu a vatu. Z filtrátu odpipetujeme 20 ml filtrátu.

Titrujeme 0,001 M odměrným roztokem 2,6-dichlorfenolindofenolu do růžového zbarvení, titraci třikrát opakujeme. Pro výpočet množství vitamínu C v rajčeti použijeme průměrný objem spotřebovaného 2,6-dichlorfenolindofenolu. Množství vitamínu C vyjádříme jako obsah kyseliny L-askorbové v mg ve 100 g vzorku.

VÝPOČET OBSAHU VITAMINU C:

Obsah vitamínu C vyjádřená v mg ve 100 g výrobku se vypočte:

$$[(V_0 - V_1) \cdot m_1 / m_0] \cdot 100$$

kde m_0 - hmotnost zkušební vzorku v alikvotní části, která byla titrována, v g;

m_1 - hmotnost kyseliny askorbové, která odpovídá 1,0 ml roztoku barviva, v mg;

V_0 - objem roztoku barviva spotřebovaný při titraci, v ml;

V_1 - objem roztoku barviva spotřebovaný při slepém pokusu, v ml;

Jako výsledek se uvádí aritmetický průměr hodnot zjištěných ve třech stanoveních.

3.6. Statistické vyhodnocení

Statistické vyhodnocení probíhalo běžnými statistickými metodami stanovením průměrného obsahu vitamínu C (\bar{x}), maximální ($x_{\max.}$) a minimální hodnoty ($x_{\min.}$) obsahu vitamínu C, směrodatné odchylky (s), rozptylu (s^2) a variačního koeficientu (v).

4. VÝSLEDKY A DISKUZE

Onofrejová (2004) uvádí, že obsah vitamínu C v rajčatech závisí na genotypu, na délce slunečního záření, množství srážek, způsobu sklizně, zralosti plodů, skladování a složení půdy.

Pro stanovení obsahu vitamínu C byly použity plody třech různých odrůd keříčkových rajčat (*Diana*, *Oranže* a *Dulcia*), které byly vypěstovány na vlastní zahradě. Pro stanovení byly vybírány plody stejně zralé. Plody od každé odrůdy byly sklizeny současně. Stanovení obsahu vitamínu C bylo provedeno 2 hodiny po sběru plodů.

U každého plodu bylo provedeno titrační metodou stanovení obsahu vitamínu C, titrace byla třikrát opakována. Z těchto tří opakování byl vypočítán u každého plodu průměrný objem indikátoru spotřebovaný při titraci a z něj následně obsah vitamínu C. Obsah vitamínu C byl přepočten na mg ve 100 g vzorku. U každé odrůdy byl mezi jednotlivými třemi plody vypočten průměrný obsah vitamínu C, maximální a minimální hodnota vitamínu C, směrodatná odchylka a variační koeficient.

Tabulky č.5 a č.6 zaznamenávají obsah vitamínu C a statistické údaje u odrůd *Diana*, *Oranže* a *Dulcia*.

Tabulka č.5 Obsah vitamínu C u vybraných odrůd keříčkových rajčat

Vzorek	Obsah vitamínu C (mg/100 g) u odrůdy <i>Diana</i>	Obsah vitamínu C (mg/100 g) u odrůdy <i>Oranže</i>	Obsah vitamínu C (mg/100 g) u odrůdy <i>Dulcia</i>
1.	20,30	18,50	15,85
2.	19,95	19,50	16,25
3.	19,50	19,80	19,30
4.	23,00	22,90	15,60
5.	16,10	18,00	18,40

Tabulka č.6 Statistické hodnoty u vybraných odrůd keříčkových rajčat

Odrůda	\bar{x} (mg/100 g)	x min.	x max.	s	s ²	v
<i>Diana</i>	19,77	19,50	23,00	2,25	4,85	11,3 %
<i>Oranže</i>	19,74	18,00	22,90	1,70	2,90	8,61 %
<i>Dulcia</i>	17,80	15,60	19,30	1,45	2,10	8,15 %

x - průměrný obsah vitamínu C

x min. - minimální obsah vitamínu C

x max. - maximální obsah vitamínu C

s - směrodatná odchylka

s² - rozptyl

v - variační koeficient

U odrůdy *Diana* byla zjištěna maximální hodnota vitamínu C naměřena 23,00 mg ve 100g vzorku a minimální hodnota 16,10 mg ve 100 g vzorku. Průměrný obsah vitamínu C u této odrůdy činil 19,77 mg ve 100g vzorku s variačním koeficientem 11,30 %. Směrodatná odchylka je 2,25.

U odrůdy *Oranže* byla zjištěna maximální hodnota vitamínu C naměřena 22,90 mg ve 100 g a minimální hodnota 18,00 mg ve 100 g vzorku. Průměrný obsah vitamínu C u této odrůdy činil 19,74 mg ve 100g vzorku s variačním koeficientem 8,61 %. Směrodatná odchylka je 1,70.

U odrůdy *Dulcia* byla zjištěna maximální hodnota vitamínu C naměřena 19,30 mg ve 100 g vzorku a minimální hodnota 15,60 mg ve 100g vzorku. Průměrný obsah vitamínu C u této odrůdy činil 17,80 mg ve 100g vzorku s variačním koeficientem 8,15 %. Směrodatná odchylka je 1,45.

Srovnáním výsledků jednotlivých odrůd keříčkových rajčat bylo zjištěno, že nejvyšší průměrný obsah vitamínu C mají rajčata odrůdy *Diana* a nejmenší rajčata odrůdy *Dulcia*. Stanovené průměrné hodnoty vitamínu C u odrůdy *Diana* a *Oranže*

jsou téměř totožné. V literatuře je uváděn průměrný obsah vitamínu C 20 – 25 mg ve 100 g vzorku. Výsledný obsah vitamínu C u odrůdy *Dulcia* byl nižší a tyto hodnoty nespádají ani do průměrných hodnot uváděných v literatuře.

Zjištěný obsah vitamínu C v tomto pokusu je však výrazně nižší než v obdobném pokusu prováděném Onofrejovou a kol. (2004). Ti uvádí, že obsah vitamínu C v různých odrůdách pěstovaných rajčat je v rozmezí 26 – 74 mg ve 100 g vzorku. Dále uvádí, že výrazně vyšší obsah vitamínu C než ostatní pěstované odrůdy má rajče okrasné žluté. Tento obsah je v rozmezí 50 – 74 mg ve 100 g vzorku. Tento výsledek se bohužel mou prací nepotvrdil, jelikož u odrůdy *Dulcia*, která se vyznačuje žlutou barvou plodu, byl v porovnání s ostatními odrůdami nejnižší obsah vitamínu C. Nízký obsah vitamínu C u této odrůdy je možné vysvětlit tím, že díky žluté barvě plodu rajčete je obtížné spolehlivě odhadnout stupeň zralosti plodu.

Příčiny rozdílných výsledků mohly být způsobeny odlišnou metodou extrakce. Onofrejová a kol. (2004) prováděli stanovení jodometrickou titrací s potenciometrickou indikací, zatímco já jsem prováděla stanovení vitamínu C jednodušší titrační metodou s 2,6-dichlorfenolindofenolem. Tato metoda je však stále používaná a uznávaná Českým normalizačním institutem.

Další příčinou mohly být nepříznivé klimatické podmínky v době pěstování rajčat. Zatímco v červenci dosahovala průměrná teplota ve 14 hodin k 28,8 °C a průměrný úhrn srážek byl pouze 1,96 mm, v srpnu byla průměrná teplota ve 14 hodin pouze 21,2 °C a průměrný úhrn srážek byl 5,8 mm. Z těchto údajů je zřejmé, že v červenci byly podmínky pro pěstování rajčat velice dobré, avšak v době, kdy plody rajčat začínaly zrát, přišly silnější přívaly srážek a teploty dosahovaly jen k 20 °C. Tyto podmínky byly pro zrání rajčat nepříznivé. Plody rajčat zrály velice pomalu, některé plody začaly v důsledku nerovnoměrného zásobování vodou praskat, listy rajčat vlivem deštivému počasí žloutly a usychaly.

Domnívám se, že právě tyto důvody mohly vést k nižšímu obsahu vitamínu C v rajčatech než v pokusu provedeném Onofrejovou a kol. (2004).

Pro porovnání bylo stanovení vitamínu C provedeno stejnou metodou u dvanácti kusů rajčat zakoupených v běžných obchodních řetězcích v Českých Budějovicích. Pro stanovení jsem vybrala rajčata různých zemí původu.

Tabulky č.7 a č.8 zaznamenávají obsah vitamínu C u zakoupených rajčat v různých obchodních řetězcích.

Tabulka č.7 Obsah vitamínu C v zakoupených rajčatech

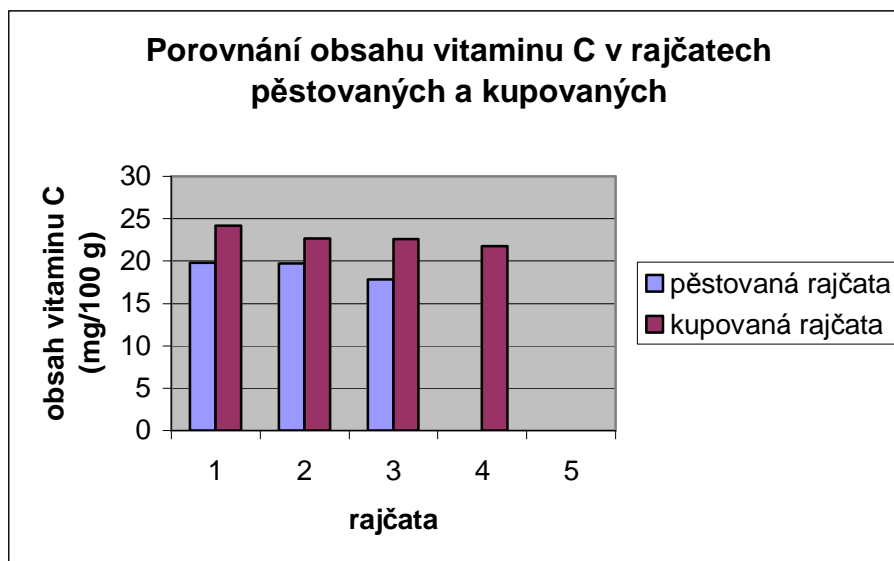
Země původu (obchodní řetězec)	Obsah vitamínu C (mg/100 g) Vzorek 1	Obsah vitamínu C (mg/100 g) Vzorek 2	Obsah vitamínu C (mg/100 g) Vzorek 3
Maroko - Španělsko (Albert)	27,65	19,15	25,70
Španělsko (Billa)	21,25	28,95	17,75
Maroko (Kaufland)	22,90	22,85	21,95
Holandsko (Tesco)	22,80	21,15	21,30

Tabulka č.8 Průměrný obsah vitamínu C v zakoupených rajčatech

Země původu (obchodní řetězec)	Maroko- Španělsko (Albert)	Španělsko (Billa)	Maroko (Kaufland)	Holandsko (Tesco)
x (mg/100 g)	24,16	22,65	22,57	21,75

Nejvíce vitamínu C obsahovala rajčata dovezená z Maroka – Španělska, tato rajčata obsahovala v průměru 24,16 mg vitamínu C ve 100 g vzorku. Rajčata dovezená ze Španělska obsahovala v průměru 22,65 mg ve 100 g vzorku a rajčata dovezená z Maroka v průměru 22,57 mg ve 100 g vzorku. Nejméně vitamínu C obsahovala rajčata dovezená z Holandska. Průměrný obsah vitamínu C v těchto rajčatech byl 21,75 mg ve 100 g vzorku.

Graf č.4 Porovnání obsahu vitamínu C v rajčatech pěstovaných a kupovaných



Vysvětlení grafu:

Pěstovaná rajčata:

1 - odrůda *Diana*

2 - odrůda *Oranže*

3 - odrůda *Dulcia*

Kupovaná rajčata:

1 - dovoz Maroko-Španělsko

2 - dovoz Španělsko

3 - dovoz Maroko

4 - dovoz Holandsko

Srovnáním průměrného obsahu vitamínu C v kupovaných a pěstovaných rajčatech, bylo zjištěno, že kupovaná rajčata obsahují více vitamínu C než rajčata vypěstovaná. Příčinou tohoto překvapivého výsledku mohly být výše uvedené nepříznivé klimatické podmínky, které byly v době pěstování rajčat.

Z důvodu všeobecně známého vlivu doby skladování a kuchyňských úprav na ztrátu vitamínu C, nebyly tyto experimenty provedeny. Onofrejevová a kol. (2004) uvádí, že při skladování rajčat byl zjištěn nejprve vzestup kyseliny askorbové během cca 4. - 8. týdne a poté začal teprve obsah kyseliny askorbové klesat. Tyto údaje jsou v souladu s publikovanými daty o jiných druzích zeleniny.

Obdobný pokus jako v této práci byl proveden Skřivánkovou a kol. (2005) na zelených paprikách. V nich byl rovněž titrační metodou

s 2,6-dichlorfenolindofenolem stanoven obsah vitamínu C. Obsah vitamínu C v čerstvých zelených paprikách byl nalezen 155,4 mg ve 100 g u jedné skupiny paprik a 158,6 mg ve 100 g u druhé skupiny paprik.

Dále byl v paprikách zkoumán vliv různé hodnoty pH na obsah vitamínu C a jeho obsah po 8 dnech uskladnění ve dvou teplotních podmínkách. Pokusem bylo zjištěno, že při přidavku kyseliny octové do roztoku, ve kterém je vložena nakrájená paprika, dochází k vyššímu zadržení vitamínu C (64 %) než v roztoku, do kterého tato kyselina nebyla přidána (52 %). Dále bylo zjištěno, že po 8 dnech uskladnění při teplotě 23 °C dojde ke snížení obsahu vitamínu C o 16-23 %, zatímco při teplotě 4 °C dojde ke snížení obsahu vitamínu C o 33-36 %.

5. VYUŽITÍ VE ŠKOLNÍ PRAXI

Úkolem mé diplomové práce bylo stanovit obsah vitamínu C u různých odrůd keříčkových rajčat. Tento pokus byl založen tak, aby pěstování rajčat bylo možné provést na běžné školní zahradě. Pro stanovení obsahu vitamínu C byla použita jednoduchá titrační metoda, použité pomůcky a chemikálie jsou snadno dostupné. Domnívám se proto, že podobný pokus bych v budoucnu mohla použít v mé pedagogické praxi.

Tento pokus je vhodný jak pro druhý stupeň základní školy, tak pro gymnázia.

Na základní škole by mohl být pokus zařazen do výuky pěstitelských prací. Žáci by v rámci pěstitelských prací založili maloparcelkový pokus na školní zahradě a následný školní rok by se v září stanovil obsah vitamínu C. Stanovení obsahu vitamínu C by provedl titrační metodou učitel demonstračně. Orientační obsah vitamínu C by mohli žáci provést sami pomocí Analytických testovacích proužků Merckoquant.

Na gymnázium by bylo vhodnější zařadit pokus do hodin laboratorního cvičení z chemie. Jelikož ani na nižším gymnáziu nejsou hodiny pěstitelských prací, musel by být pokus proveden s kupovanými rajčaty. V zakoupených rajčatech by studenti sami stanovili titrační metodou obsah vitamínu C. Následně by mohli porovnat obsah vitamínu C v rajčatech, která byla do obchodních řetězců dovezena z různých zemí.

6. ZÁVĚR

Tato diplomová práce se zabývala stanovením obsahu kyseliny askorbové ve třech různých odrůdách keříčkových rajčat (*Diana*, *Oranže* a *Dulcia*). Tyto odrůdy byly pěstovány soukromé zahradě v Dačicích. Po sklizni byl stanoven obsah kyseliny askorbové v plodech rajčat titrační metodou pomocí 2,6-dichlorfenolindofenolu a porovnány rozdíly mezi odrůdami. Pro srovnání byla pro pokus použita rajčata zakoupená v obchodních řetězcích. U těchto rajčat byl obsah kyseliny askorbové stanoven stejnou metodou jako u vypěstovaných rajčat.

Z hodnocení výsledků obsahu kyseliny askorbové u jednotlivých odrůd keříčkových rajčat lze konstatovat, že odrůda *Diana* a *Oranže* obsahuje přibližně stejný obsah kyseliny askorbové. U odrůdy *Diana* byl zjištěn průměrný obsah kyseliny askorbové 19,78 mg ve 100 g vzorku a u odrůdy *Oranže* 19,74. U odrůdy *Dulcia* byl zjištěn nižší obsah kyseliny askorbové než ve zmíněných dvou odrůdách. Plody odrůdy *Dulcia* obsahovaly v průměru 17,8 mg kyseliny askorbové ve 100 g vzorku.

Porovnáním těchto výsledků s výsledky pokusu provedeným s kupovanými rajčaty, bylo zjištěno, že zakoupená rajčata dosahovala v průměru vyššího obsahu kyseliny askorbové než rajčata vypěstovaná. Nejvíce vitamínu C obsahovala rajčata dovezená z Maroka - Španělska. U těchto rajčat dosahoval průměrný obsah vitamínu C k 24,16 mg ve 100 g vzorku.

Zjištěné výsledky byly velice překvapivé, protože bylo předpokládáno, že více kyseliny askorbové budou obsahovat rajčata vypěstovaná. Důsledky nižších hodnot obsahu kyseliny askorbové u pěstovaných rajčat mohly být způsobeny špatnými klimatickými podmínkami, které nastaly v době pěstování rajčat.

Vzhledem k tomu, že pro tento pokus byla použita jednoduchá titrační metoda, domnívám se, že by se podobný pokus mohl zařadit do školní výuky.

Tato práce by mohla pokračovat sledováním obsahu vitamínu C u dalších odrůd rajčat pěstovaných v České republice. Pro přesnější statistické vyhodnocení by bylo nutné použít větší skupinu vzorků. Bylo by rovněž vhodné použít přesnější analytický postup stanovení vitamínu C např. spektrofotometrii, potenciometrii nebo kapalinovou chromatografii.

7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- AGERBO P., ANDERSEN H.F., OLESEN N.V., SOUKUP L.: Vitamíny a minerály pro zdravý život. Praha, Ferrosan A/S, 1997, 146 s.
- BARTOŠ J.: Pěstování a odbyt zeleniny. Praha, Agrospoj, 2000, 323 s.
- DAVÍDEK J.: Laboratorní příručka analýzy potravin. II. Praha, SNTL, 1981, s. 335-344
- DOLEJŠÍ A.: Zelenina na zahrádce. Praha, Státní zemědělské nakladatelství, 1984, 216 s.
- ČERMÁK B.: Výživa člověka. České Budějovice, ZF, 2002, 224 s.
- ČSN ISO 6557/2. Ovoce, zelenina a výrobky z nich - Stanovení obsahu kyseliny askorbové Část 2: Běžné metody. 1995
- FANTÓ A.: Vitamíny a prevence. České Budějovice, Dona, 1992, 250 s.
- FRAGNER J.: Vitamíny: jejich chemie a biochemie 1. Praha, Nakladatelství československé akademie věd, 1961. 647 s.
- HÁLKOVÁ J., RUMÍŠKOVÁ M., RIEGLOVÁ J.: Analýza potravin – laboratorní cvičení. Újezd u Brna, RNDR. Ivan Straka, 2001, 160 s.
- MELICHAR M.: Zelinářství. Praha, Květ, 1997, 168 s.
- ONOFREJOVÁ L., JANČÁŘ L., CÍDLOVÁ H.: Potenciometrické studium obsahu a stability askorbové kyseliny v plodech rajčete. CHEMagazín XIV, 2004, č.5, s.10-11
- PÁNEK J., POKORNÝ J., DOSTÁLOVÁ J., KOHOUT P.: Základy výživy, Praha. Svoboda servis, 2002, 207 s.
- PAPÁČEK M., SLIPKA J.: Úvod do odborné práce. České Budějovice, JU PF, 1997, 88 s.
- PEKÁRKOVÁ E.: Pěstujeme rajčata, papriky a další plodové zeleniny. Praha, Grada Publishing, 2001, 68 s.
- PEKÁRKOVÁ E.: Pěstujeme zeleninu. Grada Publishing, 1997, 149 s.
- PETŘÍKOVÁ K., MALÝ I.: Základy pěstování plodové zeleniny. Praha, Institut výchovy a vzdělávání Mze ČR, 1998, 44 s.

- SCHREIBER V.: Vitaminy kdy-jak-proč-kolik. Jinočany, H + H, 1993, 112s
- SKORŇÁKOV S., JENÍK J., VĚTVIČKA V.: Zelená kuchyně. Praha, Lidové nakladatelství, 1991, 400 s.
- SKŘIVÁNKOVÁ D., MACHALOVÁ J., KUBÍNOVÁ D., BUŇKA F., KADIDLOVÁ H.: P 10 The effect of culinary processing on ascorbic acid content in green pepper (*Capsicum annuum L.*). Vitamins – abstrakt book. International Konference Pardubice, 14.-15.srpen 2005
- SLIPKA J., PETERKA J., SLÍPKA M.: Pokusy a praktické práce v pěstitelských pracích. České Budějovice, JU PF, 1997, 116 s.
- ŠAPIRO D. K., PEREDNEV V.P., MATVEEV V.A., RADJUK A.F.: Ovoce a zelenina ve výživě člověka. Praha, SZN, 1988, 232 s.
- ŠEDIVÝ J.: Ochrana rostlin na zahradě od jara do zimy. Praha, Grada Publishing, 1997, 132 s.
- ŠROT R.: Zelenina: rady pěstitelům. Praha, Aventinum, 2005, 191 s.
- TOMÁŠEK M.: Půdy České republiky. Praha, ČGS, 2003 - příloha
- TRONÍČKOVÁ E.: Zelenina. Praha, Artia, 1985, 224 s.
- URSELLOVÁ A.: Vitamíny a minerály. Bratislava, Noxi, 2004, 128 s.
- VELÍŠEK J.: Chemie potravin 2. Tábor, OSSIS, 1999, 304 s.

INTERNETOVÉ ZDROJE :

- www.darius.cz (6.1.2006).
- www.jergym.hiedu.cz (6.1.2006)
- www.merck.cz (17.3.2007)
- www.ronnie.cz (12.11.2006).
- www.sevaflora.cz (20.3.2006)
- www.vitaminy.doktorka.cz (6.1.2006)
- www.zeleneudoli.cz (20.3.2006)

8. PŘÍLOHY:

PŘÍLOHA č.1: Denní úhrny srážek v mm – České Budějovice (květen – srpen)

PŘÍLOHA č.2: Průměrné úhrny srážek v době pěstování rajčat

PŘÍLOHA č.3: Teploty vzduchu v době pěstování rajčat (22.05.2005 -20.08. 2006)

PŘÍLOHA č.4: Průměrné teploty vzduchu v 7 hodin a ve 14 hodin

OBRÁZEK č.1: Rajče keříčkové *Diana*

OBRÁZEK č.2: Rajče keříčkové *Dulcia*

OBRÁZEK č.3: Rajče keříčkové *Oranže*

OBRÁZEK č.4: Výsev rajčat (13.03.2006)

OBRÁZEK č.5: Sazenice rajčat (31.03.2006)

OBRÁZEK č.6: Sazenice rajčat (31.03.2006)

OBRÁZEK č.7: Sazenice rajčat (24.04.2006)

OBRÁZEK č.8: Výsadba rajčat na záhon (22.05.2006)

OBRÁZEK č.9: Růst rajčat (09.07.2006)

OBRÁZEK č.10: Zrání rajčat (16.08.2006)

OBRÁZEK č.11: Zralé plody rajčat odrůdy *Oranže* (25.08.2006)

OBRÁZEK č.12: Zralé plody rajčat odrůdy *Diana* (25.08.2006)

OBRÁZEK č.13: Zralé plody rajčat odrůdy *Dulcia* (25.08.2006)

Příloha č.1 Denní úhrny srážek v mm - České Budějovice
(květen-srpen 2006) (CHMÚ České Budějovice)

Datum	Denní úhrn srážek v mm	Datum	Denní úhrn srážek v mm
22.5.	0	6.7.	0
23.5.	1,3	7.7.	9,6
24.5.	0,5	8.7.	6,7
25.5.	2,2	9.7.	15,1
26.5.	17,2	10.7.	0
27.5.	14,1	11.7.	0
28.5.	6,8	12.7.	11,6
29.5.	4,4	13.7.	0
30.5.	1,4	14.7.	6,9
31.5.	1,8	15.7.	0
1.6.	7,1	16.7.	0
2.6.	0	17.7.	0
3.6.	2	18.7.	0
4.6.	2,6	19.7.	0
5.6.	0,5	20.7.	0
6.6.	0,9	21.7.	0,1
7.6.	0,1	22.7.	0
8.6.	0	23.7.	5
9.6.	0	24.7.	0
10.6.	0	25.7.	0
11.6.	0	26.7.	0
12.6.	0	27.7.	0
13.6.	0	28.7.	0,2
14.6.	0	29.7.	4,4
15.6.	0	30.7.	0,1
16.6.	0,8	31.7.	6,6
17.6.	0	1.8.	2,6
18.6.	0	2.8.	0
19.6.	0	3.8.	20,2
20.6.	0	4.8.	2,2
21.6.	7,9	5.8.	21,2
22.6.	0,1	6.8.	45,5
23.6.	0	7.8.	13,1
24.6.	0	8.8.	0
25.6.	0,1	9.8.	0
26.6.	15,4	10.8.	1,7
27.6.	3,2	11.8.	1,4
28.6.	0,5	12.8.	1
29.6.	101,1	13.8.	0,2
30.6.	8,60,5	14.8.	2,9
1.7.	0	15.8.	0
2.7.	0	16.8.	0
3.7.	0	17.8.	0
4.7.	0	18.8.	0
5.7.	0	19.8.	5,1
		20.8.	0

Příloha č.2 Průměrné úhrny srážek v době pěstování rajčat

Měsíc	Květen 2006 (22.05. – 31.05.)	Červen 2006	Červenec 2006	Srpen 2006 (01.08.- 20.08)
Průměrné úhrny srážek (mm)	4,89	5,03	2,03	5,8

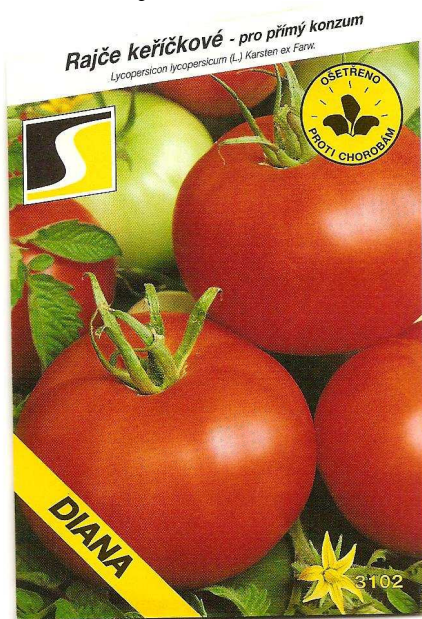
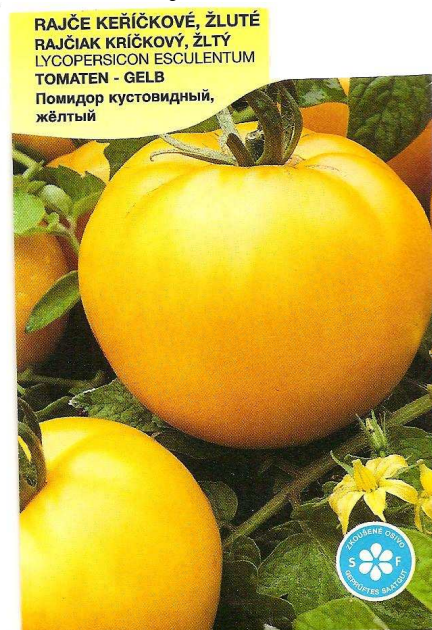
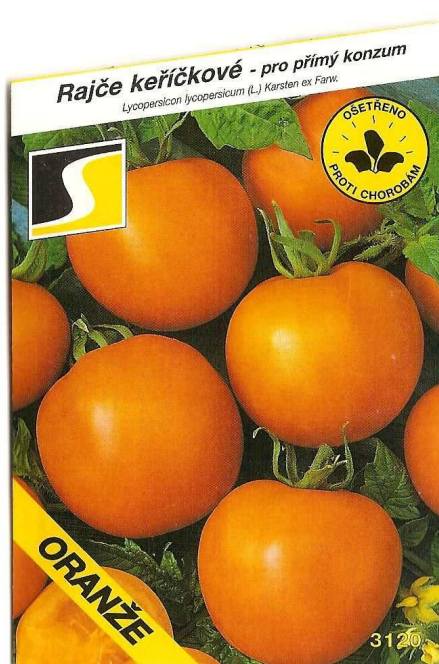
Příloha č.3 Teploty vzduchu v době pěstování rajčat (22.05.-20.08.2006)

Datum	Teplota (°C) v 7hodin	Teplota (°C) v 14 hodin	Datum	Teplota (°C) v 7hodin	Teplota (°C) v 14 hodin
22.5.	16	25	6.7.	17	27
23.5.	15	23	7.7.	17	28
24.5.	11	20	8.7.	16	27
25.5.	9	17	9.7.	17	27
26.5.	9	15	10.7.	15	29
27.5.	11	20	11.7.	17	30
28.5.	10	18	12.7.	18	29
29.5.	11	15	13.7.	18	31
30.5.	8	12	14.7.	17	29
31.5.	8	12	15.7.	18	29
1.6.	8	11	16.7.	14	27
2.6.	7	12	17.7.	12	28
3.6.	8	12	18.7.	12	30
4.6.	9	13	19.7.	12	30
5.6.	10	13	20.7.	13	32
6.6.	8	13	21.7.	10	31
7.6.	9	15	22.7.	18	31
8.6.	9	16	23.7.	18	32
9.6.	10	16	24.7.	18	31
10.6.	11	17	25.7.	17	32
11.6.	12	20	26.7.	18	33
12.6.	14	25	27.7.	18	27
13.6.	10	28	28.7.	17	29
14.6.	15	28	29.7.	18	29
15.6.	16	28	30.7.	18	30
16.6.	16	29	31.7.	18	29
17.6.	16	28	1.8.	17	28
18.6.	15	29	2.8.	17	27
19.6.	17	28	3.8.	16	20
20.6.	17	29	4.8.	14	18
21.6.	18	30	5.8.	14	16
22.6.	16	28	6.8.	14	17
23.6.	17	27	7.8.	14	19
24.6.	16	28	8.8.	15	20
25.6.	17	28	9.8.	16	22
26.6.	17	30	10.8.	17	23
27.6.	18	32	11.8.	12	22

28.6.	19	26	12.8.	9	20
29.6.	18	22	13.8.	12	21
30.6.	16	22	14.8.	11	18
1.7.	15	23	15.8.	10	18
2.7.	16	24	16.8.	9	22
3.7.	16	25	17.8.	10	22
4.7.	17	25	18.8.	11	24
5.7.	17	28	19.8.	11	24
			20.8.	10	23

Příloha č.2 Průměrné teploty vzduchu v 7 hodin a ve 14 hodin

Měsíc	Květen 2006 (22.05. – 31.05.)	Červen 2006	Červenec 2006	Srpen 2006 (01.08.- 20.08)
Průměrná teplota vzduchu v 7 hodin (°C)	10,8	13,6	16,2	12,9
Průměrná teplota vzduchu ve 14 hodin (°C)	17,7	22,8	28,8	21,2

Obr. č.1 Rajče keříčkové *Diana*Obr. č.2 Rajče keříčkové *Dulcia*Obr. č.3 Rajče keříčkové *Oranže*

Obr. č.4 Výsev rajčat (13.03.2006)



Obr. č.5 Sazenice rajčat (31.03.2006)



Obr. č.6 Sazenice rajčat (31.03.2006)



Obr. č.7 Sazenice rajčat (24.04.2006)



Obr. č.8 Výsadba rajčat na záhon (22.05.2006)



Obr. č.9 Růst rajčat (09.07.2006)



Obr. č.10 Zrání rajčat (16.08.2006)



Obr. č.11 Zralé plody rajčat odrůdy *Oranže* (25.08.2006)



Obr. č.12 Zralé plody rajčat odrůdy *Diana* (25.08.2006)



Obr. č.13 Zralé plody rajčat odrůdy *Dulcia* (25.08.2006)



