

VITAMIN C

Inhalt

1. CHEMISCH- PHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN.....	
2. PHYSIOLOGISCHE WIRKUNGSWEISE	
2.1. PROPHYLAKTISCHE ANWENDUNG.....	
3. BIOCHEMISCHE WIRKUNGSWEISE.....	
4. MANGELSYMPTOME	
4.1. SKORBUT.....	
5. BEDARF.....	
6. AKUTE TOXIZITÄT	
7. VITAMIN C GEHALTE.....	
8. VITAMIN C VERLUSTE.....	
9. VITAMIN C ALS KONSERVIERUNGSMITTEL.....	
10. ETWAS GESCHICHTE.....	
11. GROSSTECHNISCHE HERSTELLUNG	
12. LITERATUR.....	
13. FRAGEN UND DISKUSSIONEN ZUM THEMA VITAMIN C.....	

Ascorbinsäure

**Ein Vitamin ist das Gemüt,
Das schwindet, wenn es abgebrüht.
Solls kräftig bleiben, lebensfroh,
Lässt man's getrost ein bisschen roh.**

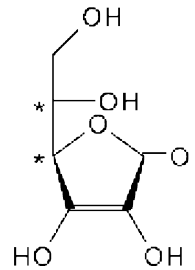
(Eugen Roth)

Vitamin

1912 prägte der polnische Forscher Casimir Funk den Begriff "Vital - amines" oder "Vitamine". Lebensnotwendige (Vita), stickstoffhaltige (amin) Nahrungsbestandteile, deren Nichtzufuhr Mangelerscheinungen auslöst. Der Begriff hat heute einen wesentlich erweiterten Inhalt, da viele Vitamine keine Stickstoffe enthalten.

1. Chemisch- physikalische Eigenschaften

- Summenformel: $C_6H_8O_6$; Natriumsalz: $C_6H_7O_6Na$, C 40.91%, H 4.58%, O 54.51%
- Weisse bis leicht gelbstichige Kristalle (praktisch farblos), Abs. max bei 245 nm (bei pH=2)
- Molmasse : 176,12 g/mol; Natriumsalz 198,1 g/mol, $d = 1.65 \text{ g/cm}^3$
- Spezifische optische Drehwinkel (2 chirale Zentren *) in Wasser bei 20°C
- Ascorbinsäure -22 bis -23 ° ($c = 2 \text{ g/100ml}$ in Wasser)
- Ascorbinsäure- Natriumsalz +103 bis +104° ($c = 5 \text{ g/100ml}$ in Wasser)
- Wasserlöslichkeit: 330 g/l, Natriumsalz 900 g/l
- Löslichkeit in Methanol oder absolutem Ethanol: 20 g/l, 95% Ethanol: 33 g/l
- Unlöslich in unpolaren Lösungsmitteln (Petrolether, Ether, Öle, Fette)
- Schmelzpunkt 190-192 °C (Zersetzung)
- Natriumsalz tritt Zersetzung ohne genauen Schmelzpunkt bei ca. 220 °C ein (E 301; EU-Nummer für Lebensmittel-Zusatzstoffe, Konservierungsmittel)
- $pK_{s1} = 4,17$; $pK_{s2} = 11,52$ (die beiden OH- Gruppen am Ring).
- Redoxpotential bei pH=5: $E^\circ = +0.127 \text{ V}$, bei pH=3,3: $E^\circ = +0,2 \text{ V}$
- Schmeckt sauer, ist geruchlos, sauer (5 g/l: pH ≈ 3)



Vitamin C (E 300, EU-Nummer für Lebensmittel-Zusatzstoffe, Konservierungsmittel), hat den chemischen Namen Ascorbinsäure. Dieser leitet sich davon ab, dass diese Substanz gegen Scorbut (Anti- Scorbut) wirkt.

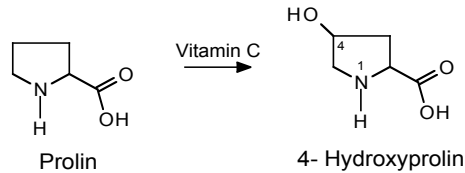
Vitamin C gehört chemisch zur Klasse der *Kohlenhydrate*, gehört funktional zu den *Säuren*, *Reduktionsmitteln* und physiologisch zu den *Vitaminen*.

Der Mensch, Menschenaffen, Meerschweinchen, Flugfuchs, Fledermaus, Regenbogenforelle und gewisse Vögel und Insekten können Vitamin C selbst nicht aus der Glucose synthetisieren. Sie sind auf Zufuhr angewiesen. Man spricht hier von Defektmutanten.

2. Physiologische Wirkungsweise

2.1. Prophylaktische Anwendung

Vitamin C ist sowohl für die *Bildung der interzellulären Substanz Collagen der Stützgewebe* (Bindegewebe, Knochen, Knorpel, Dentin) als auch für die Aufrechterhaltung der normalen Funktion dieser Gewebe unentbehrlich (Bildung von Hydroxyprolin aus Prolin).



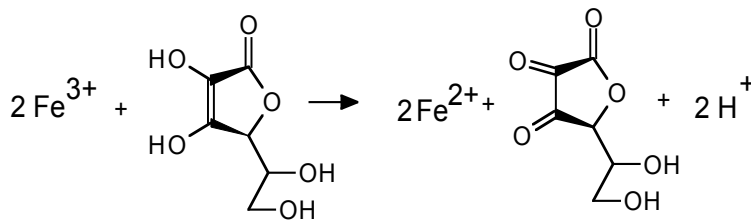
Es unterstützt demnach die Wund- und Frakturheilung. Es ist aber auch für die Dentin bildung sehr wichtig (Kariesprophylaxe).

Collagen: Protein mit der typischen Sequenz -Gly- Pro- Hydro- (Tropocollagen MG $\approx$ 300'000 g/mol) Länge ca. 300 nm, Dicke ca. 1,5 nm, Dreifachhelix, 3 Ketten mit je 1012 Aminosäuren.

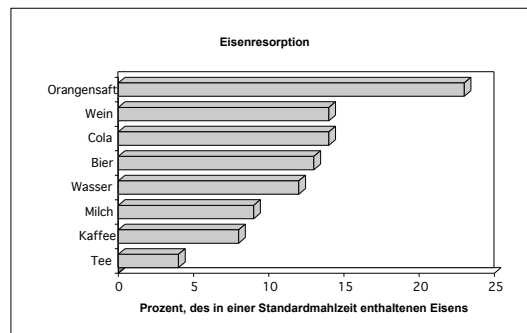
Vitamin C besitzt ferner eine *stimulierende Wirkung auf die Abwehrfunktion* des Körpers (phagozytäre Aktivität der Leukozyten, Bildung von Antikörpern). Es regt möglicherweise die Ausschüttung von Interferon an (Protein, welches eine zweite Infektion unterdrückt). Bei der Prophylaxe und Therapie von Infektionskrankheiten hat sich Vitamin C als wirksam gezeigt.

Vitamin C spielt auch eine wesentliche Rolle bei der *Übertragung von Eisenionen* aus dem Plasmaprotein Transferrin in das Organprotein Ferritin, das der Speicherung von Eisen in Knochenmark, Milz und Leber dient (*Komplexbildung*). Dieser Transport des Eisens zwischen Plasma und Speicherorgan ist bei Vitamin C- Mangel gestört.

Die *Aufnahme* in der Nahrung von Fe^{2+} ist 200-400% besser, als die von Fe^{3+} . Natürlich liegt wegen der Oxidation durch Luftsauerstoff meist Fe^{3+} vor. Die *Ausnutzung* des Eisens aus der Nahrung hängt davon ab, ob es komplex an Hä, gebunden ist (Fleisch) oder als Salz vorkommt.



Die Aufnahme des Eisens wird durch den Verzehr von Eiern und Gegenwart von Phytat (Phytinsäure= Hexaphosphorsäureester des Zuckers myo-Inosit, der in Nahrungsmitteln weit verbreitet ist) bedeutend verschlechtert und durch Gegenwart von Ascorbinsäure oder anderen Komplexbildnern verbessert. Sie verbessert die üblichen Resorptionsquoten z.B. Reis 1%, Spinat 1,5%, Mais 4%, Weizen 5%, Soja 7%, Fisch 14%, Kalbfleisch 24%. Dies ist ein Grund, weshalb Vegetarier auf eine genügende Eisenzufuhr besonders achten sollten.



Es wurde statistisch nachgewiesen, dass ein Eisenmangel die Lernfähigkeit von Jugendlichen

vermindert¹. Ein Beispiel, welchen Einfluss Getränke auf die Aufnahme von Eisen aus einer Standardmahlzeit haben können, ist in der folgenden Tabelle aufgeführt. Bei Tee sind es vor allem die Gerbsäureanaloga, welche das Eisen binden.

Grössere Dosen Vitamin C *vermindern* nach einer epidemiologischen Studie von 11'348 Personen auch das Risiko von *Herz- Kreislauf- Erkrankungen*. Vitamin C setzt zur Stressbewältigung notwendige Vitamine frei. Die höchsten beobachteten Dosen in dieser Studie waren 300 mg/Tag (1,7 mmol). Vitamin C schützt vor *Herzinfarkt* (finnische Studie mit 1500 Personen).

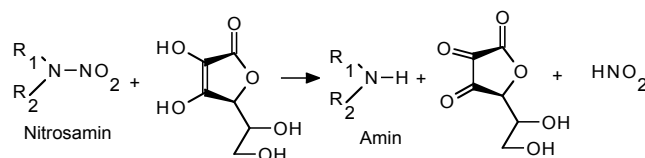
Vitamin C vermindert die Oxidation der DNA in den Spermien zum oxogdG. Die Wirkung erreicht bei ca. 250 mg/Tag (1,42 mmol) pro Person ein Maximum. Diese Oxidation findet im Körper durch die überall im Metabolismus anwesenden Peroxide, Hydroxylradikale oder Sauerstoffradikale statt (speziell in den Augen und der Lungenfläche nachgewiesen). Radikale sind hochreaktive Stoffe mit einem ungepaarten Elektron. Sie sind äusserst reaktionsfreudig und chemisch sehr aggressiv. Besonders Raucher haben weniger Vitamin C, E und Beta-Carotin im Blutplasma als Nichtraucher. Dies ist ganz wesentlich auf oxidierende Substanzen im Rauch zurückzuführen, die zu "oxidativen Läsionen" bei der DNS führen. Ob die gefundene, verdoppelte höhere Gehirnkrebs- oder Leukämiehäufigkeit der Kinder von Rauchern darauf zurückzuführen ist, bleibt noch zu beweisen.

Der menschliche Organismus verfügt über wirksame Mechanismen, um Radikale abzufangen und zu neutralisieren. Eine erhöhte Konzentration von freien Sauerstoffradikalen, man spricht dann von "oxidativem Stress", kann bei Entzündungen (Rheuma, Polyarthrit, Tuberkulose und Schizophrenie ?) oder zusätzlichen Belastungen aus der Umwelt auftreten (z.B. Autoabgase, Ozon, Rauchen, Alkoholmissbrauch etc.). 20 Zigaretten pro Tag reduzieren den Vitamin-C-Plasmaspiegel um 25%, bei über 20 Zigaretten täglich kann die Reduktion 40% erreichen - bei gleichzeitiger Verminderung des Beta-Carotin-Spiegels. Ganz allgemein können Radikale zu Gewebeschäden führen. Die aggressiven Verbindungen greifen Proteine, Lipide und zum Teil auch Teile der Erbsubstanz an und sind dadurch an der Entstehung von Krebs oder Arteriosklerose beteiligt. Die Vitamine A, C und E sowie Carotinoide (speziell Beta-Carotin) spielen als natürliche Radikalfänger und Antioxidantien eine wichtige Rolle. Dieselben Vitamine sind auch wichtig um eine Schädigung der Netzhautmitte durch zuviel violettes und blaues Licht zu vermindern.

Vitamin C ist somit ein "Gegenspieler" zum entwicklungsgeschichtlich aussergewöhnlichen, lebensnotwendigen und giftigen Sauerstoff. Die höheren Lebensformen haben sich in diesem Wechselspiel von Energiegewinnung und toxischer Wirkung entwickeln können- die ersten Lebewesen bildeten sich auf der Erde noch unter anaeroben Bedingungen, ohne Sauerstoff. Damals gelangten die UV- Strahlen noch ungehindert bis zur Erdoberfläche, sie wurden von der Sauerstoffschicht aus Ozon in der Stratosphäre noch nicht weggefiltert. Diese Organismen waren einer oxidativen Zersetzung durch Sauerstoff noch nicht ausgesetzt. Erst die höheren Pflanzen reicherten über die Photosynthese die Atmosphäre mit Sauerstoff an. Die Energiegewinnung für verschiedenste Bewegungsformen wie Schwimmen, Kriechen, Laufen, Fliegen war geschaffen. Als "Preis" für diese Vorteile mussten Abwehrmechanismen gegen die schädlichen Eigenschaften des Sauerstoffs bereitgestellt werden.

In den Zellen der meisten Lebewesen entstehen laufend Sauerstoffradikale. Physiologisch dienen sie den Zellen als Botenstoffe (z.B. das Radikal NO) und als Bakteriengifte. So werden sie von bestimmten weissen Blutkörperchen zur Abwehr bakterieller Infektionen gebildet. Andererseits haben eben diese Sauerstoffradikale auch schädliche Auswirkungen. Da der Mensch Vitamin C nicht selbst herstellen kann, fehlt ihm auch jeder Regelmechanismus für die an den "oxidativen Stress" angepasste Produktion, seine Regelung kann bestenfalls über die Verteilung des vorhandenen Vitamin C erfolgen. So ist es erklärbar, dass mit mehreren epidemiologischen Studien ein Zusammenhang zwischen der Häufigkeit von bestimmten Krebsarten, aber auch zwischen Herz- Kreislauf Erkrankungen und niedrigen Spiegeln der Vitamine A, C, E und Beta- Carotin gefunden wurden.

Nach Römpp soll auch die Konzentrations- und Reaktionsfähigkeit günstig beeinflusst werden.



¹ Eisenmangel vermindert die Lernfähigkeit, Naturwiss.Rundschau, Heft 6, 1992, S.235

Vitamin C unterdrückt als Reduktionsmittel die Bildung von Nitrosaminen im Magen, welche zur Krebsbildung führen. Bei einem Verhältnis 2:1 von Ascorbat:Nitrit wurde die Nitrosaminbildung bis zu 98% gehemmt.

Verschiedene Untersuchungen ergaben auch Hinweise, dass Vitamin C bei bestimmten Krebsarten einen günstigen Einfluss auf den Verlauf der Krankheit zeigen kann.

3. Biochemische Wirkungsweise

Nur ein Isomer ist wirksam, die 3 anderen Stereoisomeren sind bei vielen physiologischen Reaktionen überraschenderweise wirkungslos!!

Folgerung:

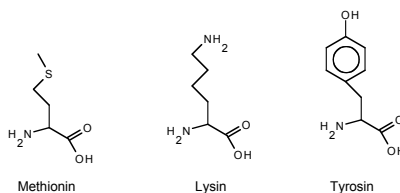
- & Vitamin C ist nicht nur als Reduktionsmittel, sondern auch als Säure wirksam.
- & Es muss einen Rezeptor geben, der an mindestens 3 Punkten bindet.

Der Gesamtkörperbestand des Menschen an Vitamin C beträgt ca. 2 Gramm (11,4 mmol).

Aufgaben bei den *Oxydations- und Reduktionsvorgängen* der Zellatmung aller Körperzellen. Beispiele:

- & Hydroxylierung von Nebennierenrindenhormonen
- & Hydroxylierung von Dopamin zu Noradrenalin und von Tryptophan zu 5-Hydroxytryptophan.
- & Abbau cyclischer Aminosäuren
- & Umwandlung von Folsäure in Folinsäure
- & Abdichtung der Kapillaren
- & Aktivierung des Thrombins (Gerinnungsbeschleunigung)

Vitamin C ist ein Reduktionsmittel!!! Stabilisierung der oxidationsempfindlichen SH- Gruppen in Enzymen (AMCS Cystein). Ascorbinsäure und das in der Dosis sehr kritische Spurenelement Selen haben nachgewiesenermaßen auch biochemische Zusammenhänge. Eisen-, Kupfer- und Manganionen wirken als Oxidationskatalysatoren und beschleunigen z.B. das Ranzigwerden von Fetten, Kupferionen katalysieren die oxidative Zersetzung von Ascorbinsäure. Ein Zusammenhang zwischen der Molybdänzufuhr und der dadurch hervorgerufenen Hemmung des oxidativen Abbaus der Ascorbinsäure ist nachgewiesen.



Die Ascorbinsäure wird in den hormonbildenden Organen (z.B. Nebennierenrinde) angereichert und ist beteiligt am Stoffwechsel der Kohlenhydrate, Steroide (deren Hydroxylierung), cyclischen Aminosäuren, der Folsäure u.a. Durch Prolinhydroxylierung ist sie ein wichtiger biochemischer Teilfaktor der Collagen- und damit der Narbenbildung (siehe Wundheilung).

Wichtig für die Biosynthese der Aminosäuren Tyrosin, Lysin und Methionin.

Vitamin C hat eine beachtliche Bedeutung bei der Metabolisierung in den Mikrosomen der Leberzellen (Medikamente). Auch wenn bei Vitamin C- *Mangel* ein verlangsamter Abbau von Ethanol gefunden wurde, eignet sich diese Substanz doch nicht als Anti- Alkohol- Präparat.

Vitamin C ist für gewisse Metallionen (Eisen, Chrom) ein gutes Komplexmierungsmittel (siehe auch Aufnahme von Eisen), wird von diesen aber auch teilweise katalytisch mit O₂ zersetzt..

Es ist bis heute kein Enzym bekannt, bei welchem Vitamin C die Rolle eines Coenzym übernimmt.

Entgegen einigen weltanschaulichen, und vor allem emotionalen Vorstellungen, ist kein Unterschied zwischen dem natürlichen und dem synthetisch hergestellten Vitamin C vorhanden.

4. Mangelsymptome

Diese sind *relativ unspezifisch* (erhöhte Kapillardurchlässigkeit der Zellwände) und äussern sich beim Menschen in Form von Schwäche, Ermüdbarkeit, Dyspnoe (Störung der Atmung, Atemnot), Knochenschmerz, Hyperästhesie (gesteigerte Empfindlichkeit für Sinnesreize) und Schmerzen im Bereich der Zungen- und Mundschleimhaut, follikulären Hyperkeratosen (übermässige Stärke der Hornschicht), Zahnfleischschwellungen und -blutungen, hämorrhagische (mit Blutaustritt) Diathese (erworbene Bereitschaft des Körpers zu krankhaften Reaktionen).

4.1. Skorbut

"Es faulte fort mit scheusslichem Gestank, und rings verpestete es die Luft umher, wir hatten keinen weisen Arzt, der Kranke fand selbst nicht einen kundigen Wundarzt mehr." (Luis des Camoes, portugiesischer Dichter 1524-1580)

Wachstumshemmung, Anorexie (Verlust des Nahrungstriebes, Appetitlosigkeit), Aktivitätsverlust, diffuse Blutungen in Haut und Gelenken, Knochenfrakturen, Glanzloswerden der Haare, Gewichtsabnahme, Anämie, Durchfall.

Im Jahre 1498 verlor Vasco da Gama bei seiner Fahrt um Afrika 100 von seinen insgesamt 160 Männern an Skorbut. Jaques Cartier, der 1541/1542 bei der Erforschung des St.Lorenz- Stromes mit seinen Schiffen im Eis überwinterte, beschrieb die Situation wie folgt: "Eine unbekannte Krankheit begann sich unter uns auf die härteste Art, die je gehört oder gesehen wurde, auszubreiten. Einige verloren all ihre Kraft und konnten nicht mehr auf den Füßen stehen. Dann schwellen ihre Beine. Ihre Muskeln schrumpften ein und wurden schwarz wie Kohle. Andere hatten ihre Haut gefleckt mit blutigen Stellen von purpurner Farbe. Dann stieg es hinauf zu ihren Fussknöcheln, Schenkeln, Schultern, Armen und Nacken. Ihre Münder wurden stinkend. Ihr Zahnfleisch wurde so faul, dass alles Fleisch bis zu den Wurzeln der Zähne abfiel und diese beinahe alle ausfielen. Mit solcher Ansteckungskraft breitete sich die Krankheit über unsere drei Schiffe aus, dass Mitte Februar von den 100 Personen, die wir waren, keine 10 mehr gesund waren." Nicht nur Seeleute fielen der Seuche zum Opfer: Zwischen 1556 und 1857 berichten die Chronisten über mehr als 100 schwere Skorbut - Epidemien.

Schon der Hinweis, dass es sich um eine Ansteckung handelte macht deutlich, dass man weit davon entfernt war die wahre Ursache zu erkennen.

5. Bedarf

Ungefähr 10 mg (0,057 mmol) pro Tag genügen, um Skorbut zu verhindern.

Bisher ist nach WHO die Minimalmenge 30 mg, ausreichend etwa 75 mg/Tag (Erwachsene), neuere Forschungsergebnisse gehen eher von 250 bis 300 mg/Tag aus.

Bei starker körperlicher Tätigkeit, fieberigen Erkrankungen, erhöhter Schilddrüsentätigkeit, Diabetes, nach Operationen sowie bei grosser Flüssigkeitszufuhr ist der Bedarf erhöht, ebenso bei Rauchern und Krebskranken (auch Sport bis 1g/Tag).

Ab ca. 60 mg/Tag wird vom wasserlöslichen Vitamin C ein kleiner "Reservespeicher" angelegt, der aber nur etwa einen Monat vorhält.

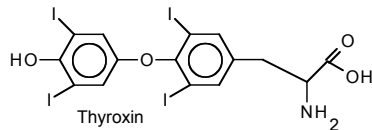
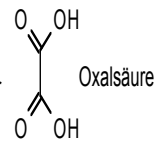
6. Akute Toxizität

Tierart	L-Ascorbinsäure (mg/kg) Körpergewicht) oral	s.c.	i.v.	i.p.
Maus	8021	5000	1058	2000
Ratte	>5000	5000	1000	
Meerschweinchen	>5000	>1000	500	2000
Katze	>1000	>500	>500	
Hund	>5000	>200	>200	

In Versuchsreihen mit Ratten und Meerschweinchen wurde nachgewiesen, dass die Tiere Dosen von täglich 6,5 g/kg über 10 Wochen ohne erkennbare Zeichen einer Schädigung vertragen. Erst bei Dosen von täglich 27,3 g/kg traten toxische Effekte auf.

Die subchronischen Toxizitäten liegen auch in diesen Bereichen.

Vitamin C hat auf den Kohlenhydratstoffwechsel von *Diabetikern* keinen Einfluss, kann aber die Analytik stören, falls nur das Reduktionsverhalten nachgewiesen wird. Auch die Bildung von Oxalsäure nimmt bei 1- 2 g Vitamin C pro Tag nicht nachweisbar zu. Ein erhöhtes Risiko der Bildung von Oxalat- Nierensteinen kann damit bei diesen Dosen ausgeschlossen werden. Auch eine Adaption des Embryo an grössere Vitamin C Zuführen, verbunden mit einer postnatalen Vitamin C Insuffizienz, konnte nie nachgewiesen werden.



In seltenen Fällen, und meist erst bei hohen Dosen, können Magenschmerzen oder Durchfall (ca. 1 g/Tag) auftreten. Es gibt sonst bis heute noch keine Anhaltspunkte für gesundheitsschädigende Wirkungen, selbst von grossen Dosen von Vitamin C. Überhöhte Schilddrüsen- Hormonspiegel (Thyroxin) wurden mit hohen Dosen von Vitamin C in Verbindung gebracht, sie sind für Leute mit Nierensteinen z.T. nicht empfohlen.

Vitamin C wirkt anregend, weshalb grössere Einnahmen auf die Nacht das Einschlafen verzögern können.

7. Vitamin C Gehalte

Lebensmittel	Gehalt in mg/100 g
Leber	20-70
Muskel	1,5-13
Blut (serum)	0,5-1
Milch (Frau, im Durchschnitt)	4,9
Milch (Kuh im Durchschnitt)	1,65*
Käse	1,0
Butter	0,3
Paprika	150-200
Kohlsorten	15-150
Tomaten	24
Petersilie	100-185
Kartoffeln	5-36
Kopfsalat	8
Hagebutten	400-5000
Orangen, Zitronen, Grapefruits	40-100
Aepfel	6
Trauben	3
Johannisbeeren (rot)	20-45
Brombeeren, Himbeeren, Erdbeeren	12-100
Sanddorn	200-900

* gekocht praktisch Null !! -> Möller-Barlow- Krankheit

Der grösste Gehalt an Vitamin C wurde bei der "billygoat plum", Terminalia ferdinandiana, einer Frucht, die von den Aborigines Australiens gegessen wird, gefunden. Sie enthält 5 Gewichtsprozent Vitamin C im Vergleich zur nächst reichen Quelle, der Hawaiianischen Kirsche mit 1%.

8. Vitamin C Verluste

Vitamin C ist leicht oxidierbar, daher sind die Verluste bei Lagerung und Zubereitung oft beträchtlich. Bei Blattgemüsen rechnet man mit einem Verlust von 10% pro Tag Lagerung (Bei 20°C: Spinat 8% pro Tag, welkend: 16% pro Tag). Bei Wurzel- und Knollengewächsen nimmt der Vitamingehalt weniger rapid ab, bei Kartoffeln im ersten Lagerungsmonat rund 50%, später weniger. Bei *Früchten* rechnet man mit einem Verlust von 20% in einem Monat; Äpfel verlieren in sechs bis neun Monaten bei 15°C sämtliches Vitamin C.

Beispiel: Vitamin C- Gehalt grüner Bohnen
 Roh und essfertig zubereitet bei unterschiedlicher Lagerdauer

Zustand	Gehalt in %
Erntefrisch roh	100
Erntefrisch gekocht	51
Nach 24 Std Lagerung, roh	65
Nach 24 Std. Lagerung, gekocht	33
Nach 48 Std. Lagerung, roh	48
Nach 48 Std. Lagerung, gekocht	25
Dosenbohnen nach 12 monat. Lagerung	39

Durch Tiefkühlung (unter -18°C) der Lebensmittel können die Vitamin C Verluste stark verringert werden. Da beim Gefrieren durch die Ausdehnung des Zellinhaltes die Zellwände gesprengt werden, können sich die wasserlöslichen Bestandteile mischen, und das Enzym die Vitamin C- Oxidase, die bei minus 18°C unwirksam ist, kann das Vitamin C nach dem Auftauen zerstören. Um das zu vermeiden, werden die Nahrungsmittel blanchiert, das heisst kurz auf $90 - 100^{\circ}\text{C}$ erwärmt, so dass die Vitamin C- Oxidase als Eiweiss unwirksam wird.

Gemüse	Vitamin - C - Gehalt mg/100g	Lagerzeit Monate	Vitamin-C- Erhaltung in%
Blumenkohl	78	4	95
		8	55
		12	50
Bohnen	14	4	85
		8	85
		12	70
Broccoli	78	4	80
		8	80
		12	75
Spinat	31	4	85
		8	50
		12	45

Ein Exote bei der Lagerung

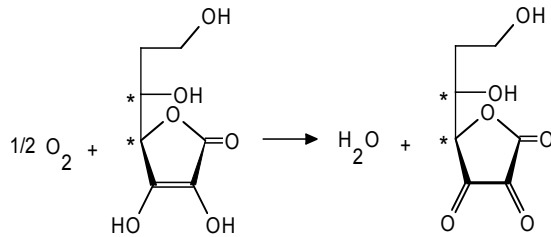
Bei Randen (rote Bete) steigt der Vitamin C Gehalt mit zunehmender Lagerdauer, er verdoppelt sich etwa bei sechsmonatiger Lagerdauer. Das Vitamin wird während der Lagerung in der Randen neu gebildet.

Lebensmittel Behandlung, Zubereitung	Vitamin C- Verlust in%
Milch	
- Pasteurisation	12-25
- Sterilisation	
- in Flaschen	90
- Ultrahocherhitzung UHT	25
Trocknung	
- Walzentrocknung	30
- Sprühtrocknung	15
Obst	
Sterilisation	-50
Trocknung	
- Gefriertrocknung	20-30
- Lufttrocknung	50-70
Gefrieren (-18°C)	10-50
Blattgemüse	
Blanchieren	
- Dampf	16-26
- Wasser	16-58
Hitzebehandlung	
- Eindosen	48
- Gefriertrocknung	43
- Lufttrocknung	50-70
Knollengemüse	
Hitzebehandlung	
- Eindosen	28
- Braten	23
Lagerhaltung	ca. 10 pro Monat

Sowohl beim Gefriergut, als auch bei den üblichen Konserven geht ein beachtlicher Teil der Ascorbinsäure infolge der Wasserlöslichkeit in die umgebende Flüssigkeit über.

Bei der **Zubereitung von Speisen** geht Vitamin C auf verschiedene Weise verloren:

1. Durch *Entfernen* der Schalen oder anderer vitaminhaltiger Teile von Früchten und Gewächsen.
2. Durch *Auslaugen* beim Waschen und Kochen; je kleiner die Gemüsestücke sind, desto schneller wird das Vitamin ausgelaugt; je länger das Material gewaschen und gekocht wird, desto mehr Vitamin C geht in das Wasser über. Bei über 80°C ist der Übertritt des Vitamins in das Kochwasser beträchtlich, nämlich zwischen 25 und 60% (Wasserlöslichkeit).
3. Durch Zerstörung des Vitamins durch die *Vitamin C-Oxidase*. Bei der Erwärmung bis zu 80°C wird das Enzym in seiner Wirksamkeit gesteigert, durch langsame Erwärmung bis zu diesem Punkt wird der Zerstörung des Vitamins durch das Enzym Vorschub geleistet; bei über 80°C wird die Vitamin C-Oxidase inaktiviert (denaturiert).



4. Durch Zerstörung mit *Luftsauerstoff* (Oxidation). Je leichter der Luftsauerstoff Zutritt hat, desto mehr Ascorbinsäure wird zerstört.
5. Durch Katalysatoren wie *Eisen- oder Kupferionen*. Diese fördern die Oxidation auch bei niedrigen Temperaturen (Kochgeschirr !!). Bei der Zubereitung der Mahlzeiten in Aluminiumtöpfen oder -Pfannen sind die Verluste an Ascorbinsäure und den B- Vitaminen kleiner als bei Verwendung von anderen Metallen; dafür ist die Aufnahme von Aluminiumionen (Al^{3+}) grösser (1-10 mg/Tag).

Vorteile von Dampfkochtöpfen, Mikrowellen:

- & Es wird wenig Wasser verwendet (auslaugen)
- & Es wird rasch erhitzt (insbesondere Mikrowellen).
- & Es wird über 100°C , aber nur kurz erhitzt.
- & Der Sauerstoff wird während dem Kochen nicht erneuert (Dampfkochtopf)
- & Hoher Wasserdampfdruck (gilt nur für den Dampfkochtopf), damit kleinerer Sauerstoffdruck.
- & Es werden praktisch nie Säuren (Essig, Zitronen) zugesetzt, welche Metalle herauslösen könnten (Katalysatoren).

9. Vitamin C als Konservierungsmittel

1. Verhindert durch Reaktion die Oxidation durch Luftsauerstoff.
2. Senkt den pH- Wert und vermindert das Bakterienwachstum.

10. Etwas Geschichte

Die Seefahrer Jaques Cartier (1535), Sir John Hawkins (1593), Sir James Lancaster (1601) und Johannes Dietz (1665) beobachteten, dass Skorbut durch Verabreichung von Frischgemüse und Früchten verhindert werden kann. Dr. James Lind, ein Arzt der britischen Marine, beschrieb 1753 in Edinburgh die günstige Wirkung von Zitronen, Orangen und Apfelwein gegen Skorbut. James Cook hielt seine Seeleute 1772-1775 durch 7000 Pfund Sauerkraut, Zitronensaft und frisches Gemüse frei von dieser Krankheit.

1895 fand der norwegische Bakteriologe Axel Horst, dass Meerschweinchen skorbutanfällig sind. 1919 schlug der Engländer Sir Jack Drummer vor, den Faktor der gegen Skorbut wirkte, mit dem Buchstaben C zu versehen.

Die Isolierung erfolgte erst 1920 durch Zilva aus Zitronen, 1927 von Szent- Györgyi aus Paprikaschoten, Kohl und Nebennieren. Ein entscheidender Schritt im Verständnis der Wirkungsweise wurde in den Jahren 1928 bis 1932 gemacht, als Albert Szent-Gyorgyi den Zusammenhang zwischen Oxidation von Nährstoffen und der Energieproduktion aufzeigte.

Die Konstitution wurde 1933 etwa gleichzeitig von Haworth, Hurst, Karrer und Micheel aufgeklärt. Sir Norman Haworth und Sir Edmund Hurst schlugen vor, der skorbutbekämpfenden Substanz den Namen L-Ascorbinsäure zu geben. Im gleichen Jahr konnten sowohl Reichstein, als auch Haworth Vitamin C synthetisieren, letzterer unter Zuhilfenahme einer mikrobiellen, biotechnologischen Oxidationsreaktion. Aus 2 bis 4 Kilogramm Glucose konnte 1 Kilogramm Vitamin C gewonnen werden - eine gute Ausbeute. 1937 erhielt Haworth den Nobelpreis für Chemie und Szent-Györgyi denjenigen für Medizin. Noch nach 60 Jahren wird das Vitamin C fast nach dem gleichen Verfahren von Reichstein hergestellt; es wurden einige technische Verbesserungen angebracht, aber das Prinzip ist gleichgeblieben !!

11. Grosstechnische Herstellung

- & Mehrstufensynthese, ausgehend von Glucose.
- & Eine Stufe wird mit *Acetobacter suboxidans* (biotechnologische Stufe) durchgeführt.
- & Jahresproduktion: Hoffmann La-Roche ca. 20'000t, weltweit 1995: 60'000 t.
- & Von der Gentechnologie werden wesentliche Verbesserungen erwartet.

Biotechnologische Herstellung:

Vorteile	Nachteile
Hohe Spezifität	Sterile Reaktionsführung
Reaktionsabläufe bei Normaldruck und bei Temperaturen zwischen 20 und 40°C	Reaktionsdauer
Gut abbaubare Abfallprodukte	Aufarbeitung, Reinigung

Abfälle bei der Synthese von 1 kg Vitamin C

Abluft

Organische Fracht 0,001 kg

Alle Abluftströme werden über Tieftemperaturkondensatoren geleitet, teilweise noch über Aktivkohle gereinigt (CKW). Die Abluft der ARA wird ebenfalls über Aktivkohlefilter gereinigt. Die Filter werden regeneriert, das Lösungsmittelgemisch in Sondermüllöfen verbrannt.

Verbrennung und Deponie

Flüssig 0,03 kg

Fest 0,02 kg

Ca. 20 g sind halogenhaltige Abfälle; in Sondermüllöfen verbrannt

Kühlwasser

Kommt nicht mit Chemikalien in Berührung; thermische Belastung

Chemieabwasser (wird der ARA zugeführt)

Organische Fracht 0,228 kg, wird zu mindestens 85% in der ARA abgebaut

Anorganische Fracht 1,713 kg; der grösste Teil ist Kochsalz, 0,15 kg Natriumsulfat

Abfallbörse

1,5 kg Natriumsulfat; bei der Reinigung dieses Stoffes fallen ca. 10% als Abfall im Chemieabwasser an.

Verkauf des gereinigten Glaubersalzes an Hersteller von Glas, Waschmitteln und Farben.

Recycling

Von den Lösungsmitteln werden ca. 98% wiederaufgearbeitet.

Der Destillationsrückstand muss verbrannt werden.

12. Literatur

Wintermeyer U., Vitamin C, Entdeckung, Identifizierung und Synthese- heutige Bedeutung in Medizin und Lebensmitteltechnologie, Deutscher Apotheker Verlag, Stuttgart, 1981

Haseloff H.P., Mauch J., Das Vitamin C- Projekt, Verlag Moritz Diesterweg GmbH & Co, Frankfurt am Main, 1989

Roche Lexikon Medizin, Hoffmann-LaRoche AG und Urban & Schwarzenberg, München/ Wien/ Baltimore, 1984

Jakubke H.D., Jeschkeit H., Lexikon Biochemie, Verlag Chemie GmbH, Weinheim (1976) 589

Zaeslein C., Vitamine in der Medizin, Editiones "Roche", Basel (1981) 95

Lang K., Wasser, Mineralstoffe, Spurenelemente, Uni-Taschenbücher, Dr. Dietrich Steinkopff Verlag, Darmstadt, 1974

Mutschler E., Arzneimittelwirkungen, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, 1991

Nutritio, Nestlé Schweiz, Abteilung Ernährung, Nummer 25, Oktober 1994

13. Fragen und Diskussionen zum Thema Vitamin C

1. a) Wie ist die räumliche Anordnung der Atome in Vitamin C ?

[Chiralitäten, planarer Teil, sehr gespannter Ring !!]

b) Was verstehen Sie unter spezifischen optischen Drehwinkeln, wie sie bei Vitamin C und seinem Natriumsalz gefunden werden?

[Das sind die Winkel, um welche polarisiertes Licht gedreht wird. Diese treten nur bei optisch aktivem, also chiralen Molekülen auf]

2. a) Wieviel Orangensaft müssen Sie trinken, damit der Tagesbedarf an Vitamin C gedeckt ist ?

[75 mg => 0,21 kg, 250 mg => 0,69 kg, resp. ca. 7 dl]

b) Was sind Voraussetzungen, dass mit ca. 100 bis 300 g Orangen der Tagesbedarf an Vitamin C gedeckt ist?

[Die Resorption von der Speise in den Körper muss genügend hoch sein]

3. Sie nehmen einen Hagebuttentee von 2 dl, der mit 2 Gramm Hagebutten angemacht worden ist.

a) Wie gross ist die Konzentration von Vitamin C in mol/l ?

[20 mg => 0,057 mmol -> 0,284 mmol/l]

b) Wie gross ist der pH- Wert ?

[quadr. Gleichung: pH = 3,96]

c) Wieviel mg wird im Magen bei pH=2 aufgenommen ?

[pH=pKs + log[Asc-]/[HAsc]; [Asc-]/[HAsc]=0,0068, also fast alles !!]

Interpretieren Sie die Resultate.

[a: sehr kleine Konzentration; b: leicht sauer; c: praktisch alles wird aufgenommen]

4. Wieviel Gramm Vitamin C müssten Sie in einen Liter eines Getränks bei 20°C geben, damit der osmotische Druck genügend gross wird um $[p = c \cdot R \cdot T]$

a) ein Wachstum von Mikroorganismen stark zu hemmen (18 bar)

[c1=738,5 mol/m³ = 0,7385 mol/l -> 130,06 g; pH = 2,15]

b) ein Wachstum von Mikroorganismen zu unterdrücken (ca. 30 bar) *[c2=c1/18*30=1,231 mol/l -> 216,8 g]*

c) Wie gross ist die bei 18 bar produzierte elektrische Spannung ? Potential bei pH = 3,3 verwenden. (Vergleichen sie mit dem Ruhe- und Aktionspotential der Nerven)

*[E=E°+ 0,05916/2*log 0,7385 = 0.1961 V; viermal grösser als das Ruhe- doppelt so gross wie das Aktionspotential der Nervenzellen]*

d) Wie gross muss die Konzentration sein, damit das Wachstum von Bakterien durch die Säure gehemmt wird (pH<5) ?

*[Quadr. Gleichung: c=1,15*10⁻⁵ M, also eine sehr kleine Konzentration, das Bakterienwachstum wird somit durch den Säuregehalt viel rascher gebremst, als durch den osmotischen Druck]*

5. a) Welche Stoffwechselprodukte erwarten Sie beim vollständigen Abbau von Ascorbinsäure im Körper?

[Wie bei Kohlehydraten, Wasser und Kohlendioxid]

b) Über welche Organe erwarten Sie die Ausscheidung von nicht abgebauter Ascorbinsäure ?

[Niere - Blase, da sehr gut wasserlöslich, insbesondere bei pH ca. 7, da dann dissoziiert]

6. Zeichnen Sie die Dosis- Wirkungskurve auf für Ascorbinsäure

a) für die positiven Wirkungen

[10 mg um Skorbut zu verhindern, 75 mg ED(50), 250-300 mg neuere Werte, 1 g bei Sport oder Erkrankungen, erhöhter Stoffwechsel, Immunabwehr; 10 mg bei 60 kg Körpergewicht entsprechen 12% Wirkung, 75 mg bei 60 kg Körpergewicht: 1,25 mg/kg = Kd entsprechen 50% Wirkung (Definition); 250 mg -> 77%, 300 mg -> 80%, 1000 mg -> 93%]

b) für Schädigungen

[Annahme: 6500 mg/kg entspricht einer ED(1), 27300 mg/kg entsprechen einer ED(5), 1000 mg entspricht 0,16 - 0,19%] also ca. 2 Menschen auf 1000, wenn bei 60 kg Körpergewicht 390 g Ascorbinsäure auf einmal eingenommen werden]

Interpretieren Sie die beiden Kurven.

[Liegen weit auseinander]

7. Sie geben 500 mg Ascorbinsäure in ein Glas Wasser von 3 dl und neutralisieren mit Kaliumhydroxid bis pH = 5.

a) Wieviel Kaliumhydroxid (1M) brauchen Sie ?

[500 mg => 0,0028 mol -> 2,8 ml]

b) Welche Eigenschaften hat die Lösung ? Warum ?

[Ist ein Puffer, weil VitC eine relativ schwache Säure ist und gleichzeitig die konjugierte Base vorliegt]

8. Zeichnen Sie die Abbaukurven von Vitamin C bei der Lagerung von

a) Bohnen

b) Äpfel

c) Blattgemüse

d) Kartoffeln; Wieviel Kartoffeln müssen Sie pro Tag essen, damit der minimale Tagesbedarf von 75 mg gedeckt ist (in Abhängigkeit von der Lagerdauer).

[0,4688 kg, besser ca. ein halbes Kilo frische Kartoffeln]

e) Interpretieren Sie die Kurven vergleichsweise.

[Es handelt sich um einen exponentiellen Zerfall]

9. Zeichnen Sie die Vitamin C Produktion bei der Lagerung von Rinden (Rote Bette) unter der Annahme einer linearen Funktion. Könnten Sie sich eine andere, bessere Funktion vorstellen ? Interpretieren Sie.

[Die Funktion muss auf einen Maximalwert gehen]

10. Wie beurteilen Sie Mikrowellenöfen unter dem Gesichtspunkt des Vitamin C- Verlusts bei der Zubereitung ? Geben Sie detaillierte Begründungen.

[Hitze von innen, wenig Wasser zum Herauslösen des Vitamins, rasche Erhitzung]

11. Was sagt Ihnen die Tatsache aus, dass nur die L(+)- Form der Ascorbinsäure physiologisch wirksam ist ?

[Die Reduktion muss stereoselektiv und nicht generell erfolgen. Der Rezeptor muss mit mindestens drei Zentren binden, VitC wirkt nicht als allgemeines Reduktionsmittel, sondern nur an ganz bestimmten Orten]

12. Vergleichen Sie das Redoxpotential von Vitamin C mit dem von Metallen. Was können Sie daraus für Schlüsse ziehen ?

[Einige Metalle können reduziert werden, so kann es zum Beispiel als Entwickler für Fotografien verwendet werden, Cu^{2+} zu Cu, Fehling, Fe^{3+} zu Fe^{2+}]

13. Sie trinken Zitronensaft aus einem Zinnbecher ? Sehen Sie chemische Reaktionen, die hier ablaufen könnten ? Interpretieren Sie.

[Zinn wird durch die Säure gelöst, siehe auch Normalpotential]

14. Warum ist die Löslichkeit des Natriumsalzes in Wasser so viel besser, als die der reinen Ascorbinsäure ?

[Salz, Polarität]

15. a) Wie gross ist das Löslichkeitsprodukt von Natriumascorbat ?

[Löslichkeitsprodukt von 900 g/l = 5.11 M; $K_L = (\text{Na}^+)[\text{Asc}^-] = 26.11$]

b) Ist die Löslichkeit dieses Salzes in einer Brausetablette mit Natriumhydrogencarbonat grösser oder kleiner ?

[Löslichkeitsprodukt mit zusätzlichen Natriumionen wird für Asc- kleiner]

c) Erwarten Sie, dass Natriumascorbat, in kleinen Mengen eingenommen, vom Körper anders aufgenommen wird als Ascorbinsäure ?

[gleich, da es bei pH=2 im Magen als Säure vorliegt]

d) Welche Vor- und welche Nachteile hat Natriumascorbat gegenüber der Säure ? *[Wasserlöslichkeit,*

Säuregeschmack, Seifengeschmack, Natriumionen]

16. a) Was hat die Herstellung von Vitamin C mit Biotechnologie zu tun ?

[mikrobielle Oxidation]

b) Warum ist die Herstellung von Vitamin C besonders günstig für biotechnologische, mikrobiologische Verfahren ?

[Vit C hat 2 chirale Zentren, ein chemisch synthetischer Aufbau ist daher sehr aufwendig]

17. I) Schätzen Sie ΔH , ΔS und ΔG für die Oxidation von Vitamin C mit Sauerstoff ab. Beurteilen Sie die Temperatur, bei welcher die Reaktion laufen kann.

[ΔH ist nicht zu beurteilen, da die EN-Differenzen 0 sind, es kann also nur sehr wenig Energie ausgetauscht werden: $2 \text{H}_2\text{Asc} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Asc} + 2 \text{H}_2\text{O}$, $\Delta S < 0$, da aus dem Gas O_2 die Flüssigkeit Wasser wird, die Ordnung nimmt zu]

II) Schätzen Sie das ΔH mit Hilfe der mittleren Bindungsenergien für die

a) Oxidation von Vitamin C

[2°C-O : 716, 2°O-H : 926, 1°C=C : 614 $\rightarrow$ 2°C=O : 1490, 1°H-H : 436; C-C : 348; $\Delta H = +18 \text{ kJ/mol}$; endotherm; sehr kleiner Wert]

b) die vollständige Verbrennung von Vitamin C

[$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 6 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$;

Bindungsenergien: Vitamin C: 10893 kJ, 5 O_2 : 2490; 6 CO_2 : 8940; 4 H_2O : 3704; Differenz: 1751 kJ $\Rightarrow$ $\Delta H = -1751 \text{ kJ/mol} = 9.9 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$, Vergleich Heizwert von Methanol (Brennsprit) $2,27 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$]

Interpretieren Sie die Resultate.

18. Schätzen Sie die Gleichgewichtskonstante der Oxidation von Vitamin C bei $\text{pH}=5$ mit Hilfe des elektrischen Potentials ab. Interpretieren Sie das Resultat.

[Nernst'sche Gleichung; $E=0$ da im Gleichgewicht keine Arbeit geleistet wird: $E^{\circ} = +0,127 \text{ V}$, $n=2$; $K = 10^{(n \cdot E^{\circ} / 0,05916)} = 1,97 \cdot 10^4$; das heisst, Ascorbinsäure wird spontan ohne Sauerstoff nicht Wasserstoff abspalten und in die oxidierte Form übergehen.]

19. Warum bildet Vitamin C mit Eisen keinen Wasserstoff ?

[Normalpotential, VitC ist zu edel, sein Potential ist grösser als 0]

20. Vitamin C reagiert nicht mit Kupfer, aber dennoch sollten Speisen nicht in Kupfergefässen zubereitet werden. Warum ?

[Ist Katalysator bei der Oxidation]

21. Wie können Sie begründen, dass Vitamin C im Körper nur in ganz kleinen Mengen gespeichert werden kann? Was ist die Konsequenz für die Einnahme dieses Vitamins?

[Wasserlöslichkeit, die Ausscheidung ist relativ rasch und es hat keine Speicher im Körper; es muss permanent eingenommen werden, da es nicht gespeichert werden kann]

22. Welche Formen hat Vitamin C beim Durchgang vom Magen ($\text{pH}=2$) durch die Magenwand ins Blut ($\text{pH}=7,4$)

[Ungeladen im Magen und durch die Membran, damit lipophil, geladen im Blut als Salz, damit sehr gut wasserlöslich]

23. Sie haben eine Lösung von 0,1 M Ascorbinsäure in einem Eisengefäss aufbewahrt. Erwarten Sie hier eine rasche Korrosion ?

[Nein, kleinerer Sauerstoffgehalt in der Lösung, Reduktionspotential von Vit C]

24. Welche Eigenschaften von Ascorbinsäure sind verantwortlich dafür, dass Eisen aus der Nahrung besser aufgenommen wird ?

[Reduktion von Fe^{3+} zu Fe^{2+} , Komplexbildung von Eisen]

25. Können Sie allgemeine Folgerungen ziehen, welche Art der Behandlung von Lebensmitteln für

Vitamin C besonders schonend, welche besonders schädigend sind ? Begründen Sie Ihre Aussagen!!

[Schonend: Rasche Erhitzung; hoher Wasserdampfdruck, kleiner Sauerstoffdruck (Partialdrucke), Zerstörung der Enzyme-- Schädigend: Lufttrocknung; viel Sauerstoff, langsam, günstige Temperatur für enzymatischen Abbau]

26. Welche Eigenschaft von Vitamin C ist verantwortlich dafür, dass die Wundheilung besser vor sich geht ?

[Bildung von Collagen für das Bindegewebe, d.h. Bildung von Hydroxyprolin aus Prolin]

27. Welche besonderen Eigenschaften hat der mikrobielle Schritt in der Vitamin C Synthese von Reichstein ?

[sehr spezifisch, hohe Ausbeute, grosse Produktionsraten, wässrige Lösungen (ungiftig), niedrige Temperaturen, kein Druck (ungefährlich)]

28. Wo liegen die Probleme bei der biotechnologischen Produktion von L-Sorbose aus Sorbit ?

[Nickelionen der Vorstufe hemmen, Sterilität, Aufarbeitung, Reinigungsverfahren]

29. Welche Eigenschaften von Vitamin C werden für die Lebensmittelkonservierung ausgenützt

[fast nur die Reduktionseigenschaften als Antioxidationsmittel, Ausnahme beim Mehl]

30. Können Sie die chemisch-physikalischen Eigenschaften von Vitamin C erklären ?

[Farbe: konjugiertes System zu klein]

Drehwinkel: 2 chirale Zentren

Wasserlöslichkeit: OH- Gruppen (Lage der OH-Gruppen durch die Dipole!!)

Schmelzpunkt: Zersetzung ähnlich wie bei einem Zucker durch Wasserabspaltung

pH- Wert: Dipole bei den beiden C- Atomen geben an, welches das saurere OH ist

Redoxpotential: Oxidationszahlen bei den beiden C- Atomen

Wichtig: Sehr gespannter Ring (Winkel), deshalb sehr reaktiv]

31. Rechnen Sie Ihre Vitamin C Aufnahme eines Tages aus den verschiedenen Speisen zusammen, indem Sie die Massen der Nahrungsmittel grob schätzen und wo immer möglich die Werte auf den Verpackungen nachsehen oder aber aus Tabellen herauslesen (CIBA- GEIGY- Tabellen können eingesehen werden).

32. Wie beurteilen Sie den biologischen Abbau und die Anreicherung in den Nahrungsmittelketten von Ascorbinsäure ?

[Der Abbau ist sehr gut, bedingt durch die vielen funktionellen Gruppen und die Doppelbindung, die Anreicherung ist kaum zu erwarten, erstens da es sich um eine wasserlösliche Substanz handelt, und zweitens weil der Abbau zu rasch stattfindet].

33. Begründen Sie, weshalb die natürliche und die synthetisch hergestellte Ascorbinsäure in ihren Eigenschaften und Wirkungen gleich sind *[Es sind dieselben Moleküle, Unterschiede können nur durch Nebenprodukte oder andere gleichzeitig vorhandene Stoffe auftreten].*

34. a) Wie ändert sich der pH- Wert, wenn Ascorbinsäure oxidiert wird ?

b) Welche Eigenschaften ändern sich sonst noch bei der Oxidation ?

[a) Die Lösung wird basischer, da die beiden sauren Protonen bei der Oxidation verloren gehen

b) Die Substanz wird weniger polar, weniger gut wasserlöslich]

35. Welchen Einfluss können frische Früchte auf die Blutbildung haben ?

[In frischen Früchten hat es Vitamin C. Dieses komplexiert einerseits Eisen und macht es damit besser aufnahmefähig, andererseits wird Fe^{3+} zu Fe^{2+} reduziert und eine um 2 bis 4 mal bessere Aufnahme erreicht. Es kommt also nicht nur darauf an, dass die Nahrung genügend Eisenionen enthält, sondern, dass sie genügend aufnahmefähige Eisenionen enthält. Schwarztee z.B. bindet Eisenionen und macht sie schlechter aufnahmefähig.]

36. Vergleichen Sie Vitamin C mit anderen Konservierungsmitteln für Lebensmittel, z.B. Citronensäure, Zucker, Sorbit, Kochsalz [Die anderen Stoffe sind keine Reduktionsmittel und haben keine Vitaminfunktion].

37. Sie nehmen 1 Gramm Vitamin C in einem Glas Wasser mit 3 dl auf. Im Mund bleiben ihnen 10 ml Flüssigkeit im Speichel zurück. Wieviel Kalk Ihrer Zähne kann die Ascorbinsäure auflösen ?

{Molmasse Vitamin C: 176,12 g/mol; Molmasse Kalk: 100 g/mol, 1 Mol Vitamin C löst 1 Mol Kalk.

In 10 ml hat es 0,033 g Vitamin C, diese lösen 0,0187 g, also 18,7 mg Kalk.}

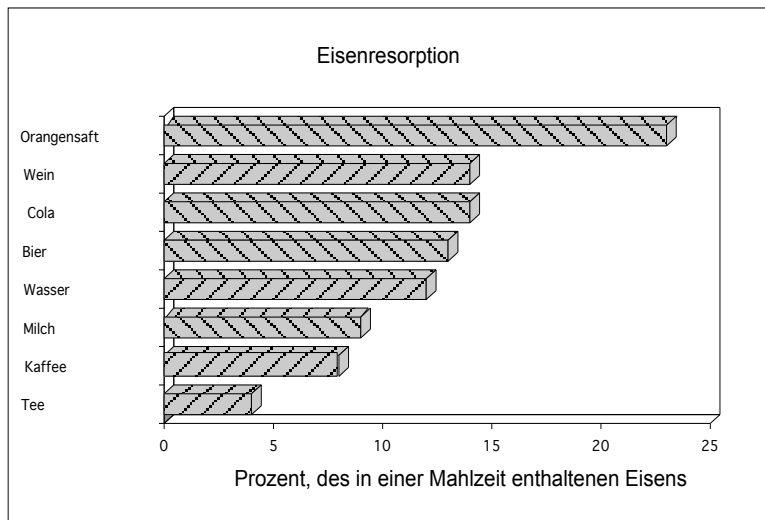
38. a) Wieviel Gramm Vitamin C enthalten 2 dl (ein Glas voll) Lösung von 0.1 M des Natriumsalzes der Ascorbinsäure? [0.18 g]

b) Welchen pH- Wert hat diese Lösung?

[$pK_b=9.83$, $pOH=3.85 \cdot 10^{-6}$, $pOH=5.42$, $pH=8.58$]

39. Wieviel Kohl (Kohlsorten mit den üblichen Schwankungsbreiten an Vitamingehalten), nach einer Lagerdauer von 7 Tagen, müssten Sie minimal und maximal essen, um 180 mg Vitamin C aufnehmen zu können? [bei einem Verlust pro Tag von 10% sind nach 7 Tagen noch 47.83% vorhanden, Faktor 2.09, 1200g - 120g frisch -> 2510 g - 251 g nach 7 Tagen]

40. Interpretieren Sie dieses Diagramm mit einem konkreten Beispiel:



[Aus der Nahrung wird nur ein kleiner Teil des Eisens aufgenommen. Ein Schwarztee z.B. kann verhindern, dass aus Speisen, die genügend Eisen enthalten, wie z.B. Fleisch, trotzdem zuwenig aufgenommen wird]

41. Was verstehen Sie unter biotechnologischer Herstellung von Vitamin C?

[Die Herstellung unter Zuhilfenahme von Mikroorganismen, hier z.B. den Acetobacter Suboxidans für die Oxidation von Sorbit zu Sorbose].

42. Welches sind die physiologisch wichtigsten Eigenschaften von Vitamin C, die sich chemisch gut begründen lassen? [Reduktionsmittel, Komplexmierungsmittel, Wasserstoffüberträger]