

Näringsvärdesförändring

under tillagning och varmhållning
av måltider avsedda för äldreomsorgen

En studie av tre vattenlösliga vitaminer



LUNDS
UNIVERSITET
Lunds Tekniska Högskola

Institutionen för livsmedelsteknik
Livsmedelsteknisk högskoleutbildning vid Campus Helsingborg

Marie Paulsson
Therese Rosenberg
Examensarbete 2009

© Copyright Therese Rosenberg, Marie Paulsson
Institutionen för livsmedelsteknik
Lunds Universitet
Box 882
251 08 Helsingborg

Department of food Technology, Engineering and Nutrition
Lund University
Box 882
SE-251 08 Helsingborg
Sweden

1 Förord

Vi är två studenter vid namn Marie Paulsson och Therese Rosenberg som studerar sista terminen av fyra på Livsmedelsteknisk högskoleutbildning, Campus Helsingborg, Lunds Universitet. Vi har utfört ett examensarbete som innefattar en näringsanalys av vitaminerna B₁ och B₂ och C i mat lagad till äldreomsorgen från ett centralkök i Helsingborg. Vi tyckte detta var en mycket stimulerande och intressant uppgift som dessutom ger ett värdefullt resultat.

Vi vill ge följande personer en stor kram och ett stort tack för deras hjälp, engagemang och samarbetsvilja:

Staffan Sundsten, Frigoscandia: Gav oss fri tillgång till flytande kväve. Utan dig skulle vi aldrig kunnat genomföra våra provtagningar. Tusen tack för ditt tålamod och generösa uppträde. Hoppas du får många goda råd av Lunds Universitet i framtiden som kompensation.

Caterina Gallo, med personal, Kök X: Tack för ditt underbara mottagande och din support av vårt arbete. Vi fick verkligen den bästa tänkbara hjälp av dig och ditt team. Hoppas du kan få hjälp och nytta av de resultat vi får fram av de prover vi tog.

Hanna-Sara Strandler, SLV: Tack för god support och samarbete och för att vi fick ringa och få råd och hjälp.

Yvonne Granfeldt, handledare: Tack för ditt stöd och för din tillgänglighet. Vi har hela tiden känt att du fanns där för oss. Du har litat på oss och vi har fått fritt spelrum och eget ansvar. Vi har också litat på dig och det har varit tryggt att få bolla idéer och hämta goda råd hos dig.

Dan Johansson, Campus Helsingborg: Alltid lika vänlig och hjälpsam, men framförallt oerhört kompetent och pedagogisk med ett aldrig sinande tålamod.

Parastoo Sabat, Chemel AB: Ett stort tack för ditt engagemang och tålamod! Utan din hjälp hade vi aldrig kunnat genomföra våra analyser.

Martin Ekström, Student: Tack för all teknisk support!

Innehållsförteckning

1 Förord	3
2 Sammanfattning	5
3 Abstract	6
4 Inledning	7
5 Bakgrund	8
5.1 Tre vattenlösliga vitaminer	8
5.1.1 Vitamin B ₁ , Tiamin:	8
5.1.2 Vitamin B ₂ , Riboflavin	9
5.1.3 Vitamin C	10
5.1.4 Källor i maten	11
5.1.5 Förändring vid kontakt med vatten, ljus och värme	13
5.1.6 Dagsbehov	14
5.2 Flytande Kväve	14
6 Syfte	15
7 Material och Metoder	15
7.1 Kökets hanteringsflöde:	15
7.2 Provtagning	16
7.3 Prover	17
7.4 Temperaturmätning	18
7.5 Analys av vitamin B₁ och B₂	18
7.6 Analys av vitamin C	18
7.6.1 Förberedelser inför analys	19
7.6.2 TS-halt	19
8 Resultat	20
8.1 Resultat av halten B₁ och B₂	20
8.2 Resultat C-vitamin	21
8.3 Temperaturmätning	22
9 Resultatdiskussion	23
10 Källförteckning	25
Bilagor, temperatur I värmeskåp	26

2 Sammanfattning

I detta examensarbete har vi gjort en analys av eventuella förluster av vitamin C (Ascorbinsyra), B₁(Tiamin) och B₂ (Riboflavin) i kommunalt tillagade måltider avsedda för äldreomsorgen. Dessa måltider är ofta tillagade och paketerade en eller flera timmar innan de kan dukas fram och serveras till boende inom äldreomsorgen. Detta på grund av de stora mängder livsmedel som skall hanteras och transporteras ut till olika instanser. Under matens väg från tillagning till servering kan det ske en del förluster av dessa vitaminer som är både vattenlösliga, ljus – och värmekänsliga. Medvetenheten om vad vi äter och vad maten innehåller har ökat och vi ifrågasätter alltmer den industriellt tillverkade maten. Äldre personer som är beroende av vård och får maten serverad på äldreboende eller hemsänd av hemhjälppersonal har inte den valmöjligheten som ligger andra vuxna personer till hands. De kan inte själv välja sina råvaror och tillaga sina egna måltider utan är hänvisade till de kommunalt tillagade måltider som serveras. Därför tycker vi att denna analys känns väldigt tillfredsställande och viktig att utföra.

Vi tog prover av stekfläsk och grytbitar av fläskkött för analys av B₁ och B₂ eftersom fläskkött var det livsmedel som på den tvåveckorsmatsedel vi fick utgå ifrån förväntades innehålla högsta halterna av dessa vitaminer. För analys av vitamin C tog vi prov på potatis, morötter och ärtor. Proverna togs på färsk råvara, nytillagad och varmhållen färdig mat. Samtliga prover frystes ner i flytande kväve direkt på plats för att inte ytterligare förluster av vitaminerna skulle ske under förvaring och transport.

Vi valde att analysera just dessa vitaminer dels för att de är vattenlösliga och, speciellt C-vitamin, känsliga för värmebehandling, ljus och syretillförsel men också för att de utgör en viktig del av vårt dagsbehov av näringsämnen. C-vitamin är förutom ett viktigt vitamin också en viktig antioxidant som kan bidra till att förhindra att fria radikaler bildar oönskade föreningar som kan vara skadliga. B₁ och B₂ är viktiga komponenter som bl.a. har en betydelsefull roll för ämnesomsättningen och cellandningen.

Analysen av B-vitaminerna utfördes av SLV (Statens Livsmedelsverk) i Uppsala dit de skickades nedfrysta.

Analysen av C-vitamin utfördes av oss på Campus i Helsingborg med en biokemisk metod där vi med en biosensor mätte halten av vitamin C.

Temperaturen under varmhållningsperioderna kontrollerades med hjälp av termoelement.

Resultaten vi fick överensstämde inte helt med de resultat vi förutspått, utan både överraskade och förbryllade oss en del. En del av provanalyserna visade tydligt på vitaminförlust under varmhållningstiderna medan andra resultat visade att det inte sker någon förlust. Det blev ingen förlust på B₂ eftersom det är termostabilt.

För B₁ som däremot är värmekänsligt blev det en förlust på fläskgrytan mellan 75 – 84 %. C-vitaminförlusterna varierade mellan 25 – 85 % i vegetabilerna.

3 Abstract

In this examination work we have done an analyse of eventual loss of vitamin C (Ascorbic acid), B₁ (Thiamine) and B₂ (Riboflavin). in municipal prepared meals meant for old-age care. These meals are often cooked, and packed one or several hours before they can be put on the table and be served to the elderly people who live in the old-age care resident. This is because of the large amount of food which shall be prepared and transported to the different instances. During the transportation of the prepared food some losses of vitamins which are both soluble in water and sensitive for light and heating could be found. The consciousness of what we eat and of what the food we eat contents has increased and we questions our self's more and more about the industrial manufactured food. An elderly person who is depended on the elderly care and gets there food serves in an old-age care centre or sent home by the domestic help hasn't the opportunity to choose their own food and to cook their meals like other adults haves. They are devoted to the municipal prepared meals that are served. That's why we thought that this analyse felt very important and satisfying to fulfil.

We took samples of pork meat pieces and sliced pork for analyse of thiamine and riboflavin because this were the provisions contending the highest amount of this vitamins in the two weeks menu that we had got. To analyse vitamin C we took samples from potatoes, carrots and peas. All this samples were taken from raw, new prepared, and heat stored meals. The samples were frozen down in floating liquids directly by the place so that no unnecessary lost of the vitamins should be taken place during store and transport.

We chose to analyse this vitamins not only because they are soluble in water and sensitive for heating, daylight and to oxygen but also because they are very important to the daily recommended nutrition intake. The C-vitamin is also in spite of an important vitamin an antioxidant which can prevent that free radicals establish unwanted unites which can be harmful. Thiamine and riboflavin are important components and has an important role among others for the metabolism and for the cellular breathe.

The analyse of B-vitamins was performed by the SLV (Swedish Food Authority) in Uppsala were they were sent deep frozen.

The analyses of C-vitamin was performed by us at Campus in Helsingborg with a biochemical method were we with the help of a biosensor measured vitamin C.

We also measured the temperature during the warm keeping process with the help of thermo elements.

The results that we got didn't agree completely with the results that we had assumed. So we were both surprised and confused a lot. Some of the analyses showed that there had been an obviously lost of vitamins during the warm keeping process while other results showed that there actually was no loss at al.

There is no loss on B₂ since it is stabile in heat. However B₁ is sensitive to heat so the loss on the pork stew is between 75 – 84 %. The C-vitamin loss variation is between 25 – 85 % in the vegetables.

4 Inledning

Den kommunalt tillagade maten är ett hett debatterat ämne, ständiga diskussioner förs om kvalitet och näringsinnehåll för maten som produceras och levereras till äldreomsorg och skolor. Journalisten Mats-Eric Nilsson som har författat böckerna Den hemlige kocken och Äkta vara har deltagit flitigt i öppna debatter både i TV, radio och tidningar och väckt intresset hos gemene man för innehållet och tillsatserna i vår mat. Bert Karlssons program om skolmaten fick också en stor genomslagskraft beträffande skolmaten. Detta har medfört att människor har börjat ifrågasätta den industriellt tillverkade maten allt mer och vi vill vara medvetna om vad det är vi stoppar i oss. Barn och de äldre som är beroende av vård har inte någon valmöjlighet utan är hänvisade till den mat som serveras och tillagas i kommunala anrättningar. Detta medför ett stort ansvar för kommunerna eller de privata entreprenörerna som förser dessa målgrupper med mat. Förhoppningsvis får barnen en tillagad måltid i hemmet på kvällen och man kan som förälder påverka dagsintaget av näringsämnen, de äldre är dock helt beroende av den mat som lagas och serveras på boendet.

Sedan 1992 är äldreomsorgen under kommunernas ansvar. Hemtjänsten brukar leverera kylda luncher hem till pensionärer en gång i veckan. Och på särskilda boende brukar det tillagas eller levereras varm för lunch/kvällsmat. Personalens fokus har idag ändrat inriktning och vårdbiten har blivit tyngre. Äldre är ingen enhetlig grupp utan åldrandet är individuellt och olika individer har olika behov. Målet med matsedelsplanering och tillagning av mat till äldre och sjuka bör vara att bidra med ökad livskvalitet. Generellt behöver äldre personer mat med hög näringsstäthet dvs. mängden näring per energienhet (kJ) bör vara stor. Eftersom man har lägre energiintag och äter mindre är det svårare och få i sig tillräckligt med näringsämnen inklusive vitaminer och mineraler. Ren vitaminbrist är sällsynt idag ibland friska äldre, med detta kan bero på att vissa livsmedel såsom mjölk berikas med vitaminer. Allt fler använder kosttillskott och det minskar också risken för brist på vitaminer och mineralämnen.¹

Eftersom maten som serveras inom äldreomsorgen etc. ofta har varmhållits och transporterats under ett visst antal timmar före servering är det inte riktigt känt vilka vitaminförlusterna är. Förutom näringsinnehållet påverkas även smak och konsistens.² Vi har därför studerat förlusten av tre vattenlösliga vitaminer under tillagning och varmhållning av mat avsedd för kommunal äldreomsorg.

¹ Näringslära för högskolan ss.382-383

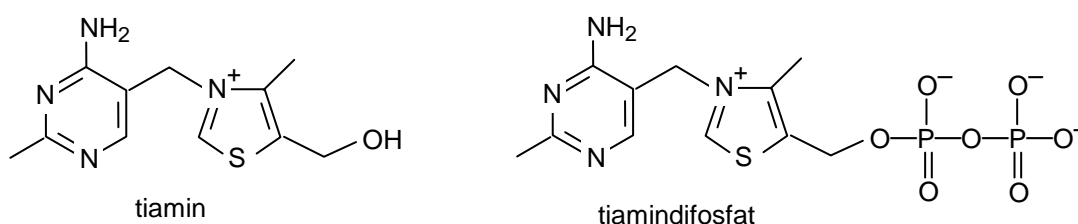
² Livsmedelshandtering och näringsvärde

5 Bakgrund

En närmare förklaring till varför vi valt vitaminerna; samt beskrivning av flytande kväve som var en del av vårt material.

5.1 Tre vattenlösliga vitaminer

5.1.1 Vitamin B₁, Tiamin:



Tiamin innehåller svavel och en aminogrupp, den finns i maten som tiamin, tiamindifosfat eller bunden till protein. Tiamin upptas i tunntarmen där och omvandlas till tiamindifosfat som är ett koenzym, detta är vitaminens fysiologiskt aktiva form. Detta koenzym behövs för ett flertal reaktioner i kolhydratsomsättningen och i cellernas energi- och ämnesomsättning.³ Tiamin bryts lätt ner av värme och molekylerna klyvs då i två delar, dessa delar saknar helt vitaminaktivitet. I livsmedel finns förutom tiamin också koenzymformen tiaminpyrofosfat som är labilare men har samma vitaminvärde som tiamin. Förhållandet mellan dessa varierar i olika livsmedel och detta kan ev. vara en förklaring till att det finns skiftande uppgifter om tiaminets stabilitet i maten. Man har funderat över möjligheten att ha tiamin som mått på graden av värmebehandling vid sterilisering p.g.a. att tiamin nedbrytningen vanligtvis är en första ordningens reaktion i såväl livsmedel som i modellsystem, reaktionshastighetens temperaturberoende följer Arrheniusekvationen $\ln k = \ln A - E_a / (RT)$ som är en ekvation som bestämmer en kemisk reaktions hastighet vid en viss temperatur genom att utgå från aktiveringsenergin och sannolikheten för lyckosamma kollisioner mellan molekylerna. Om temperaturförhållanden är kända finns det goda förutsättningar att förutsäga tiaminförluster vid värmebehandling och lagring av livsmedel.⁴

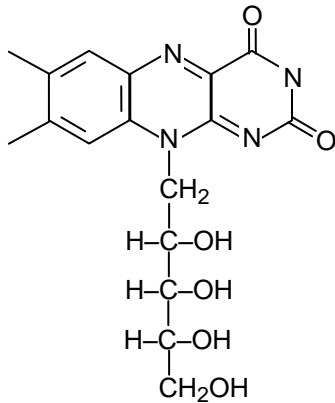
Tiaminbrist

Lindrig tiaminbrist ger bl.a. trötthet och sämre aptit och koncentrationsförmåga. Svår brist kan ge upphov till beriberi (betyder ”stor svaghet” på Singalesiska).

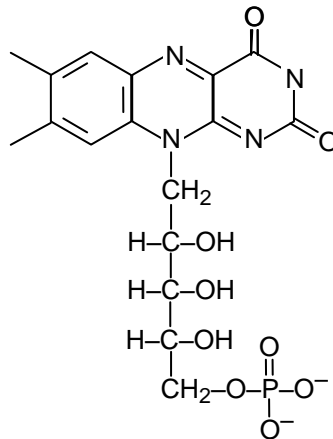
³ Furugren Bo, Vitaminer och mineraler, Livsmedelskemi och matkunskap version 2006

⁴ Livsmedelshandtering och näringsvärde ss.20-21

5.1.2 Vitamin B₂, Riboflavin



riboflavin, vitamin B₂



koenzymet FMN,
oxiderad form

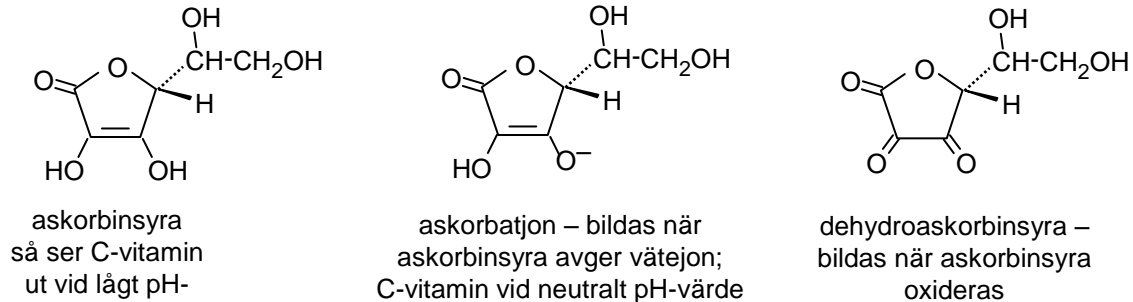
Riboflavin består av ett kvävehaltigt system av tre sexringar och ribitol, en sockeralkohol som bildas från pentosen ribos som ger upphov till namnet (Ribos – Riboflavin). Riboflavin är liksom tiamin och askorbinsyra vattenlöslig och ger upplöst i vatten en grönaktig färg som man tydligt kan se i vassle. I kristalliserad form är den gul. Riboflavins funktion i kroppen är som byggbit i två viktiga koenzymer FMN(flavinmonukleotid) och FAD (flavinadenindinukleotid) som är bundna till flavoenzymer som är en grupp enzymer med riboflavin bundet som komponent. Flavoproteiner betyder ”gula proteiner”. I livsmedel finns riboflavin både i fri form samt bundet till fosfat eller fosfat och protein. Upptaget sker i tarmens övre del som fritt riboflavin och förestas till fosfat i tarmcellerna. Överskottet lämnar kroppen via urin eller avföring.

Riboflavinbrist

Vid brist uppstår symptom som rödfärgade läppar, och munslemhinnor, sprickor i munvinklar och inflammation i näsöppningen och ögats bindehinna.⁵

⁵ Furugren Bo, Vitaminer och mineraler, Livsmedelskemi och matkunskap version 2006

5.1.3 Vitamin C



Askorbinsyra har en ganska enkel struktur som påminner om monosackarider. C-vitaminet utgörs av askorbinsyra, askorbat som är syrans anjon och dehydroaskorbinsyra som är oxiderad askorbinsyra. Oxidation kan ge stora C-vitaminförluster vid olämplig tillagning och lagring av livsmedlet därför att askorbinsyra oxideras lätt till dehydroaskorbinsyra som är mindre stabil. Den hydrolyseras lätt och förlorar då sin C-vitamin effekt. Upptaget sker i tunntarmen genom aktiv transport via blodet till levern och därefter till andra organ och vävnader t.ex. njure, hypofys ögon, bukspottskörtel, mjälte, benmärg, blodkroppar och celler. Överskottet utsöndras via njurarna och lämnar kroppen. C-vitamin underlättar också järnupptaget i kroppen då den reducerar tvåvärt järn till tvåvärt. Fler av askorbinsyrans många funktioner är att den är en antioxidant vilket gör att den reagerar med vissa radikaler som bildas som biprodukter i syreomsättningen. Den är också nödvändig vid många hydroxyleringsreaktioner i kroppen som är enzymatiska reaktioner där en eller flera hydroxylgrupper binds till olika substrat. Ett exempel på en sådan reaktion är kollagen som måste hydroxyleras för att bli funktionsdugligt.⁶

C-vitaminbrist

Lindrig brist ger symptom som trötthet, tandlossning, ökad infektionsrisk och muskelsvaghet. Upphör intag av C-vitamin är kroppens förråd helt tömda efter 60 – 100 dagar och skörbjugg utbryter.

⁶ Furugren Bo, Vitaminer och mineraler, Livsmedelskemi och matkunskap version 2006

5.1.4 Källor i maten

Vitamin B₁

Finns i både animaliska och vegetabiliska livsmedel, se tabell 1. Magert griskött är en av de bästa tiaminkällorna. Tiaminhalten i griskött är relativt hög, ofta över 0,7 mg/g jämfört med under 0,1 mg/g i övrigt kött.⁷ I vegetabiliska livsmedel så är baljväxter en god källa.

Fullkornsprodukter är tiaminrika på grund av att i sädeskornet finns flera B-vitaminerna i grodden och i yttersta skalskiktet.⁸

Vitamin B₂

En av de viktigaste källorna i svensk kost är mjölk och mjölkprodukter. B₂ hittas i både vegetabiliska och animaliska livsmedel (tabell 1). I kött, främst inälvsmat men även i baljväxter som ärter och bönor.⁹

C-vitamin

Färsk frukt, juice och färska bär är bra källor fast det varierar en del (tabell 2). Det är stor variation på C-vitaminhalten beroende på lagringstid.¹⁰

⁷ Livsmedelsteknologi 3 s.79

⁸ Näringslära för högskolan s.279

⁹ Näringslära för högskolan s.282

¹⁰ Näringslära för högskolan s.s.303-304

¹¹ Tabell 1Innehåll av B₁ och B₂ i några livsmedel

Livsmedel	B ₁ mg/100 g	B ₂ mg/100 g
Fläsk sida gris *	0,48	0,18
Grytbitar gris *	0,91	0,36
Torsk	0,05	0,04
Kycklingkorv	0,07	0,11
Grytbitar nöt	0,05	0,17
Sojaböner torkade	1,10	0,31
Sojaböner torkade, kokta	0,21	0,09
Vetemjöl berikat	0,47	0,12
Vetemjöl	0,18	0,03
Rågmjöl	0,30	0,13
Gröna ärtor, frysta	0,36	0,15
Gröna ärtor, kokta	0,32	0,09

* De livsmedel vi valde för provtagning

¹² Tabell 2

C-vitamininnehåll i några grönsaker och frukter

Livsmedel	Ascorbinsyra mg/100 g
Gröna örter frysta *	20
Gröna örter Kokta *	20
Potatis, rå *	11
Potatis, kokt *	5
Morot, rå *	6
Morot, kokt *	3
Blomkål, rå	73
Broccoli, rå	83
Brysselkål, rå	85
Vitkål, rå	36
Röd paprika, rå	200
Nypon, rå	270
Sv. Vinbär, rå	210
Jordgubbar, rå	66

* De livsmedel vi valde för provtagning

¹¹ SLV Livsmedelsdatabas¹² SLV Livsmedelsdatabas

5.1.5 Förändring vid kontakt med vatten, ljus och värme

I och med B₁, B₂ och C är vattenlösliga, värme och/eller ljuskänsliga reduceras innehållet lätt vid tillagning, förvaring och varmhållning.

Vitamin B₁

Tiamin är mycket vattenlösligt och förlorar 25 – 60 % vid vanlig kokning om inte kokvätskan återanvänds vid matlagningen. Vid temperaturhöjning och ökad tillgänglighet till syre blir förlusterna större. I sur miljö är B₁ värmestabilt men inte i neutral och basisk. B₁ förstörs vid tillsats av sulfiter och tiaminasom som är ett enzym som bryter ner tiamin. Tiaminaset förstörs dock vid upphettning.¹³

Vitamin B₂

Riboflavin är något mindre vattenlösligt än B₁. Det är stabilt i sur miljö men det är mycket ljuskänsligt. Vid tillagning är förlusterna ca 5 – 40 %.¹⁴

Vitamin C

Askorbinsyra är det känsligaste vitaminet. Det är vattenlösligt så urlakning, värmeförstöring och oxidation orsakar förluster. Oxidationshastigheten ökar vid tillgång av syre, ljus, värme, högt pH och närvaro av metaller. Askorbinsyra stabiliseras av lågt pH och närvaro av flavonoider men inaktiveras av tillsatt nitrit. Vitaminens hållbarhet varierar därför i olika livsmedel.¹⁵ Temperatur och tid är avgörande för C-vitaminretentionen. Minst blir förlusten då temperaturen snabbt höjs till ca 80 °C. detta beror på dels att enzymaktivitetens askorbinsyraoxidas maximum som ligger vid ca 60 °C snabbt passerar, och dels på en snabb avgång av syre. Det är viktigt att inte använda allt för höga temperaturer vid uppvärmning och tiden bör vara så kort som möjligt eftersom urlakning av vitaminen och värmebehandling ökar vid temperaturer över 50 °C. Vatten och ånga är de vanligaste värmeöverföringsmedierna, ånga ger en obetydlig urlakningsförlust medan vatten lakar ur de vattenlösliga vitaminerna betydligt mer. Vid varmhållning (som skall överstiga 60 °C) kan hälften av askorbinsyran gå förlorad under den första timmen, detta är beroende på kontakten med syre, en sönderkockt produkt ger större vitaminförlust då syre kan tränga långt in i vävnaderna. Med tanke på det svinn som blir vid tillagning och varmhållning är det näst intill omöjligt att näringsberäkna måltider vad gäller C-vitamin. En finsk studie visade att C-vitamininnehållet i 467 portioner var 46 % lägre än vad som beräknades från en kosttabell.¹⁶

Det är mycket stora variationer från prov till prov när det gäller potatis. Så har exempelvis lagringen stor betydelse för hur mycket C-vitamin potatis har. En studie över lagrad potatis refererar till i Livsmedelsteknologi 2 visar på att halten av C-vitamin nästan halverats från 22,2 mg/100 g till 12,8 mg/100 g efter ca 11 veckors lagringstid vid en temp på 3 °C och 90 % relativ luftfuktighet. Därefter sjönk halten av vitamin C inte längre lika snabbt, efter 32 veckor var halten 9,8 mg/100 g.¹⁷ Varmhållning av potatis i en studie som presenteras i

¹³ Furugren Bo, *Vitaminer och mineraler*, Livsmedelskemi och matkunskap version 2006

¹⁴ Ibid

¹⁵ Ibid

¹⁶ *Livsmedelshandtering och näringsvärde*

¹⁷ *Livsmedelsteknologi 2* s.382

”Näringsförändringar i livsmedel hanterade i storhushåll” visar att askorbinsyrhalten reduceras till hälften under en varmhållning på 2 timmar.¹⁸

5.1.6 Dagsbehov

I tabell 3 presenteras dagsbehovet av B₁, B₂ och C för olika kategorier enligt SNR 2005. Man kan notera att behovet av B₁ och B₂ varierar för olika kategorier. Rekommendationerna för C-vitamin är densamma oavsett ålder. Vitaminet fungerar som en antioxidant.¹⁹ Antioxidanter oskadliggör radikaler. Radikaler är molekyler som innehåller en eller flera oparade elektroner.²⁰

Tabell 3

Vitamin mg/dag ²¹	B ₁	B ₂	C
Kvinnor	1,1	1,3	75
Män	1,4	1,6	75
≥ 75 år ²²	1,2	1,3	75

5.2 Flytande Kväve

Kväve är ett grundämne vars atom innehåller sju elektroner varav fem är valenselektroner. En kvävgasmolekyl består av två sammansatta kväveatomer som sitter tillsammans med en trippelbindning. Detta gör kvävgasmolekylen mycket stabil och inert. Den används p.g.a. sin dåliga reaktionsförmåga därför flitigt till utfyllnadsgas vid förpackning av livsmedel. Kväve har en kokpunkt på – 196 °C. För att kunna utvinna flytande kväve kan man genom att utföra en fraktionerad destillation där man utnyttjar kokpunkten för att sedan låta kvävet kondensera och anta en flytande form. Kvävet återgår till gasform då temperaturen höjs, detta medför att man har en väldigt begränsad tid att arbeta med det flytande kvävet. Riskerna med hanteringen är att komma i kontakt med ämnet som ju har en temperatur under – 196 °C, vilket medför svåra frysskador. En annan risk är att då kvävet återgår till gasform tränger det undan syret i luften och orsakar på så sätt syrebrist och man blir medvetslös.²³

¹⁸ Näringsförändringar i livsmedel hanterade i storhushåll

¹⁹ Näringslära för högskolan ss.380-381

²⁰ Furugren Bo, Vitaminer och mineraler, Livsmedelskemi och matkunskap version 2006

²¹ Livsmedelsverket, mat och näring

²² Näringslära för högskolan s, 432

²³ Henriksson, Anders, Naturkunskap B, 2000, Gleerups

6 Syfte

Syftet med arbetet är att studera ev. förluster av de vattenlösliga vitaminerna B₁, B₂ och C i måltider tillagade, varmhållna och transporterade från ett centralkök i Helsingborg till olika äldreboenden runt om i kommunen.

Frågeställningen som ligger till grund för vår studie är hur mycket av respektive vitamin som finns kvar i den i mat som serveras till äldre.

7 Material och Metoder

7.1 Kökets hanteringsflöde:

En beskrivning av kökets i vilket vi tog våra livsmedelsprover dagliga arbetsrutiner.



Recept

Köket har utarbetade recept efter olika energibehov och konsistenskrav.

Råvara

Inköp av mat ingår i köksansvarigs arbetsuppgifter men upphandlingarna sköts centralt. I upphandlingen ingår alla varor från oberedda råvaror till industriellt färdiglagade rätter. Produkterna skall vara näringsvärde- och innehållsdeklarerade samt uppfylla alla hygieniska krav.

Beredning

Till köket skickas matbeställningar från vårdavdelningar och andra serviceboende. Maten tillagas med kökets tekniska utrustning.

Förvaring/varmhållning

Maten tillagas så sent som möjligt så att varmhållningen skall begränsas. Maten placeras i värmeskåp. Livsmedelslagen (EG nr 852/2004) har föreskrivit en minitemperatur på lägst 60 °C och en tid på högst två timmar förutom potatis där en varmhållningstid på en timme gäller.

Distribution

Transporten sker med s.k. passiv varmhållning till de övriga servicehusen. Detta innebär att värmepumpen inte är kopplad till eluttag under transporten. Mattransporten med vagnarna sker

med isolerade lastbilar för både kyla och värme. Även transport till vårdavdelningarna i huset sker med passiv transport från kök till avdelningar. När vagnen anländer till avdelningen kopplas vagnen till ett eluttag.

Servering

Detta faller på vårdpersonalen. Varje boende har egna rutiner och serveringstillfället kan se olika ut, oftast dukas maten fram i karotter på borden.

Konsumtion

Hur måltiden konsumeras beror på den individuella personens fysiska status, vissa äter tillsammans vid bordet medan andra kanske blir matade på sitt rum. Uppföljningen av den enskildes energibehov är vanligtvis bristfällig. Det är svårt att veta om den boende får rätt energiintag.

7.2 Provtagning

Ur en tvåveckorsmatsedel för den aktuella perioden valde vi ut de livsmedel som i första hand förväntades innehålla högst halter av vit B₁ och B₂, samt vitamin C. Vi valde skivat rimmat stekt fläsk (Signal och Andersson) respektive fläskbitar (3x3 cm, Nordströms) från pepparrotskött som källor till B₁ och B₂, se tabell 4. För analys av vitamin C valdes potatis (4x4 cm, 3N), morötter (2x2 cm, Toppfrys) och ärtor (Findus).²⁴ Prover togs ut före och efter tillagning samt efter varmhållning (1-3 timmar) enligt tabell 4 och 5. Dubbelprov togs varje provtagningstillfälle.

Proverna frystes ner i flytande kväve. På grund av den låga temperaturen blev livsmedlet nedfrost på mindre än tre minuter. Därefter placerades proverna i plastburkar eller dubbla fryspåsar beroende på vikt och storlek. Proverna för C-vitaminanalys transporterades därefter i kylväskor med frysklampor till Campus där de slutligen lades i en frysbox med temperatur på – 80 °C. Analysproverna för B-vitaminer transporterades till Uppsala nedfrysta i frigolitlådor med kylklampor och tidningspapper med tåg enl. ordinarie postgång.

²⁴ SLV Livsmedelsdatabas

7.3 Prover

I tabell 4 och 5 edan framgår vilka prover som togs ut för B₁- B₂- respektive C-vitaminanalyser.

Tabell 4

Prover (dubbelprov) för analys av B₁ och B₂.

	Vikt/gram	Temperatur °C
Skivat rimmat fläsk		
Ostekt dag 1	1. 216 2. 205	4,5
Stekt [‡] dag 1	1. 230 2. 235	85
Nedkylt dag 2	1. 204 2. 196	6
Uppvärm ^{#&} dag 2	1. 167 2. 196	85
Varmhållet 2h dag 2	1. 83 2. 94	52
	Vikt/gram	Temperatur °C
Fläskgrytbitar		
Rått	1. 209 2. 202	- 1,5
Nykokt*	1. 193 2. 199	81
Varmhållet 2h*	1. 215 2. 187	75
Varmhållet 3h*	1. 143 2. 149	64

[‡] Stekt på stekbord 8 minuter i 150–175 °C .

^{#&} Uppvärm^{#&} i stekugn, 175°C i 30 minuter.

* Kokt i gryta 3 tim, silade från sås

Tabell 5

Prover (dubbelprov) för analys av C-vitamin

	Vikt/gram	Temperatur °C
Skalad potatis		
Råa spolade med vatten	1. 141 2. 136	8,8
Nykokta*	1. 116 2. 98	91
Varmhållna 1h	1. 122 2. 104	68,7
Varmhållna 2h	1. 104 2. 136	58,6
	Vikt/gram	Temperatur °C
Gröna ärtor		
Frysta	1. 107 2. 138	- 9,8
Nykokta**	1. 129 2. 123	74,2
Varmhållna 1h	1. 124	59,3

	2. 104	
Varmhållna 2h	1. 93 2. 94	62,8
Morötter	Vikt/gram	Temperatur °C
Frysta råa morötter	3. 88 4. 89	- 18
Nykokta ***	3. 113 4. 111	84
Varmhållna 2h	3. 105 4. 112	67

* kokta 25 min

** kokta 3-5 min

***kokta 10 minuter

7.4 Temperaturmätning

För temperaturmätning på stekbord och i livsmedel användes digitala termometrar av märket tempoterm digital (Ingenjörfirma, Torsten Berg). För bestämning av temperaturen i termoboxar för varmhållning av maten (70 °C) användes Tinyview plus logger (Intab Interface-Teknik AB). Samtliga termometrar kalibrerades i isbad. På samtliga prover bestämdes centrumtemperaturen.

7.5 Analys av vitamin B₁ och B₂

Analys av B₁ och B₂ genomfördes av laboratoriet på Livsmedelsverket i Uppsala. Där görs en gemensam provberedning för bägge analyserna, med en sur och en enzymatisk hydrolys.

Kvantitativ bestämning av B₁ och B₂ gjordes med vätskekromatografisk metod (HPLC) med fluorometrisk detektion. Resultaten är rapporterade på färskvikt.

B₁ är rapporterad i den form som används i Livsmedelsverkets livsmedelsdatabas.

Den lägsta detektionsgränsen för B₁ är 0,006 mg/100 g.

Den lägsta detektionsgränsen för B₂ är 0,03 mg/100 g.

7.6 Analys av vitamin C

Analysinstrumentet är av märket SIRE 101e och tillverkad av Chemel AB. SIRE står för Sensors based on Injection of the Recognition Element. I utrustningen ingår buffert, enzym och en mätprob som är kopplad till en microprocessor.

Denna metod detekterar produkter som bildas efter en enzymatisk reaktion av en amperometrisk biosensor. Vid analys av C-vitamin (askorbinsyra) används fosfatbuffert och askorbinsyraoxidas (enzym). När provet mäts så sänks mätproben ner i provet och bufferten pumpas igenom mätproben. Enzymet injiceras i buffertflödet och leds till mätprobens topp som är en mätkammare och där sker reaktionen. Detta innebär att enzymet kommer att stanna där under hela reaktionen eftersom buffertflödet avbryts. Mätproben är täckt med ett semipermeabelt membran så askorbinsyran kommer att diffundera in i kammaren. När

reaktionen sker kommer askorbinsyraoxidas reagera med askorbinsyran och bilda dehydroaskorbinsyra. Mikroprocessorn detekterar dehydroaskorbinsyran och sedan sköljs enzymet bort och en mätning görs på bakgrunden. I mätproben finns 3 elektroder som utför mätningen. Enzym och prov är enzymsignal medans endast prov är bakgrundsignal. Skillnaden mellan dessa signaler är mätvärdet SIRE Unit (SU). Den lägsta detektionsnivån är 0,9 mg/100 g.²⁵ Varje prov mäts 3 gånger.

7.6.1 Förberedelser inför analys

Varje analystillfälle inleds med en kalibrering med askorbinsyra utspädd i olika koncentrationer för att få fram en standardkurva med värden i mM genom att utläsa de SU-värden analysinstrumentet avger. Proverna mixade (Bosch, hushållsassistent) var för sig och blandades ut med 100 ml utspädd buffert, de filtrerades för att få bort oönskade partiklar då partiklar lätt fastnar i membranet och orsakar felmätningar. Mätningarna går till så att en sensor försedd med ett membran sänks ned i provet som är i omrörelse med hjälp av en magnetloppa. Med hjälp av enzymet kan apparaten läsa av koncentrationen av C-vitamin och få fram ett Su - värde som punktats in i diagrammet. Dessa punkter skall ge en kalibreringskurva (diagonal linje som utgör en mall för utläsning av prov). När askorbinsyrahalten i proverna bestäms har vi utgått från kalibreringskurvan och gjort en linjär ekvation, resultatet fås fram. mM omvandlas till mg/100 g. Tre mätningar gjordes på varje spädning och ett medelvärde användes.

Spädningsserier:

För mätning av 0,1 – 1,0 mM 60 s:

17,6 mg askorbinsyra vägs upp noggrant i en 100 ml flaska och fylls därefter upp med buffert. Denna lösning späddes till 75 %, 50 % och 25 % av den rekommenderade utspädningen som vi räknade som 100 %. Denna koncentration var för de prover som innehöll små mängder C-vitamin som morötter och potatis.

För mätning av 0,5 – 10 mM 15 s

176 mg askorbinsyra vägs upp noggrant i en 100 ml flaska och fylls därefter upp med utspädd buffert. Samma spädningsserie gjordes här men med en annan koncentration.

7.6.2 TS-halt

För att bestämma Torrsubstanshalten (Ts-halt) på våra prover togs 2-5 g av livsmedlet (enkelprov) i en ugn vid 105 °C till konstant vikt över natten. Livsmedlet måste svalna i en exickator före den slutliga vägningen. Slutlig vägning kan göras nästa dag eller nästnasta dag.²⁶

²⁵ Chemel AB

²⁶ Livsmedelshantering och näringsvärde

8 Resultat

I nedanstående tabeller presenteras resultaten av B₁ - och B₂ analyserna (tabell 6) samt C-vitaminanalyser (tabell 7).

8.1 Resultat av halten B₁ och B₂

Tabell 6

Mängden B₁ och B₂ i råvara och processade livsmedel presenteras i nedanstående tabell.

Stekt rimmat fläsk	B ₁ mg/100 g färskvikt	B ₂ mg/100 g färskvikt	Torrsubstans g/100 g	B ₁ /TS mg/100g	B ₂ /TS mg/100 g
1. Rått	0,56	0,12	40	1,40	0,30
2. Rått	0,56	0,12	50	1,10	0,24
1. Nystekt	0,60	0,15	47	1,30	0,32
2. Nystekt	0,62	0,16	40	1,50	0,40
1. Nedkylt	0,59	0,14	55	1,10	0,25
2. Nedkylt	0,65	0,15	47	1,40	0,32
1. Uppvärm	0,55	0,15	74	0,70	0,20
2. Uppvärm	0,64	0,18	74	0,90	0,24
1. Varmhållet 2h	0,68	0,19	72	0,90	0,26
2. Varmhållet 2 h	0,62	0,17	62	1,00	0,27

Fläskgryta	B ₁ mg/100 g färskvikt	B ₂ mg/100 g färskvikt	Torrsubstans g/100 g	B ₁ /TS mg/100 g	B ₂ /TS mg/100 g
1. Rått/fryst	1,01	0,17	25	4,00	0,68
2. Rått/fryst	1,12	0,20	24	4,70	0,83
1. Nykokt	0,27	0,24	39	0,70	0,61
2. Nykokt	0,28	0,21	46	0,60	0,46
1. Varmhållet 2h	0,19	0,25	43	0,40	0,58
2. Varmhållet 2h	0,17	0,25	38	0,40	0,66
1. Varmhållet 3h	0,18	0,26	39	0,50	0,67
2. Varmhållet 3h	0,16	0,25	38	0,40	0,66

8.2 Resultat C-vitamin²⁷

Tabell 7

Mängden C-vitamin i råvara och processade livsmedel presenteras i nedanstående tabell.

Potatis	C-vit. mg/100 g	Torrsubstans mg/100 g	C-vit. /TS mg/100 g	Medelvärde
1. Rå	34,63± 1,01	27	128	126
2. Rå	32,28 ± 1,01	26	124	
1. Nykokt	24,70 ± 0,06	16	154	130
2. Nykokt	17,02 ± 4,07	16	106	
1. Varmhållet 1h	15,26 ± 1,01	19	80	75
2. Varmhållet 1h	12,55 ± 0,61	18	70	
1. Varmhållet 2h	11,85 ± 0,26	15	79	83
2. Varmhållet 2h	15,49 ± 0,17	18	86	

Ärter	C-vit. mg/100 g	Torrsubstans mg/100 g	C-vit /TS mg/100 g	Medelvärde
1. Råa/frysta	23,47 ± 1,01	23	102	99
2. Råa/frysta	24,06 ± 1,01	25	96	
1. Nykokt	37,13± 0,63	25	149	148
2. Nykokt	36,39 ± 1,01	25	146	
1. Varmhållet 1h	25,23 ± 1,01	23	110	118
2. Varmhållet 1h	29,94 ± 1,76	24	125	
1. Varmhållet 2h	4,7± 1,01	26	18	18
2. Varmhållet 2h	4,1 ± 1,01	24	17	

Morötter	C-vit. mg/100g	Torrsubstans mg/100g	C-vit. /TS mg/100 g	Medelvärde
1. Rå/fryst	12,26 ± 0,09	11	111	96
2. Rå/fryst	8,81 ± 1,76	11	80	
1. Nykokt	3,93 ± 0,36	8	49	51
2. Nykokt	3,63 ± 0,26	7	52	
1. Varmhållet 2h	0,47 ± 0,10	7	7	12
2. Varmhållet 2h	1,11 ± 0,40	7	16	

²⁷ Egna analyser

8.3 Temperaturmätning

Temperaturmätningarna som gjordes i värmeskåpen med proverna redovisas i detta diagram.

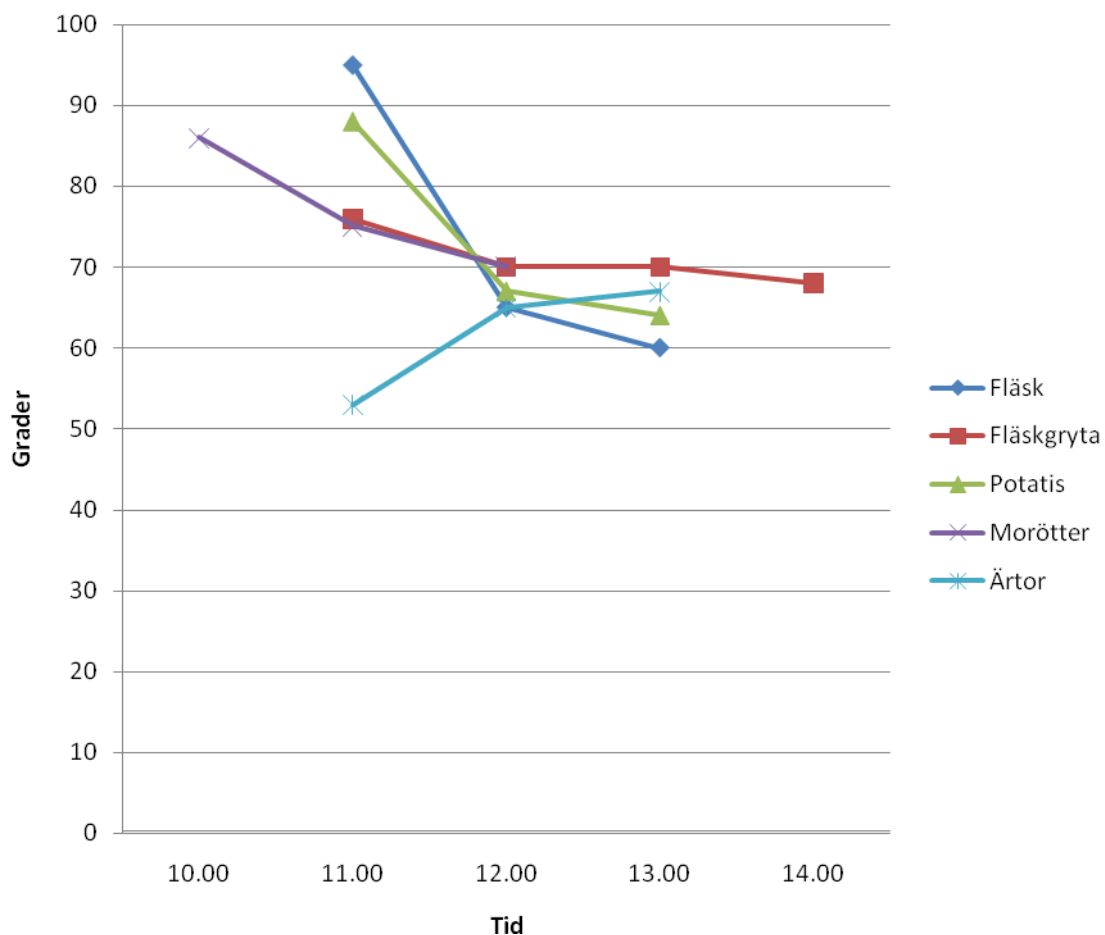
Tabell 8

Temperaturmätning i värmeskåp.

Varmhållning	Fläsk °C	Fläskgryta °C	Potatis °C	Morötter °C	Ärtor °C
2 timmar	90 – 60	76 – 70	88 – 64	86 – 70	53 – 67
3 timmar		76 – 68			

Diagram 1 visar resultaten av centrumtemperaturen i våra livsmedelsprover under varmhållningsförloppet. Se bilaga 1, 2 och 3 med diagrammen varmhållning

Diagram 1



9 Resultatdiskussion

Vitaminanalys

B₁ och B₂

B-vitaminerna vi analyserade visade sig vara stabilare än vi trott. Våra resultat på det ostekta rimmade fläsket och de råa fläskgrytbitarna överensstämde med livsmedelsverkets livsmedelsdatabas inom rimliga gränser.²⁸ Enligt livsmedelsverkets ”Näringsvinster och näringsförluster vid matlagning”²⁹ så finns det 70 % kvar av tiamin när det tillagas oavsett hur och riboflavin har 0 % förlust under samma förutsättningar.

B₁

På det stekta fläsket var förlusten av tiamin obefintlig. I grytbitarna kunde man se ett sjunkande värde efterhand som det tillagades och varmhölls, vilket också torde vara rimligt med tanke på dess vattenlöslighet och värmekänslighet. Tiaminvärdet sjönk med 75 % när grytan var nykokt och 83 – 84 % vid varmhållning. Här kan man kanske förklara detta resultat med att stekfläsket var rimmat innan tillagningen började och detta kan medföra att de vitaminer som gått förlorade när de helt färska och råa grytbitarna tillreddes hade gått förlorade vid tillförseln av salt då fläsket rimmades. Kanske förklarar detta varför de råa fläskköttbitarna hade ett så pass högre tiaminvärde från tillagningsstarten jämfört med fläsket.

B₂

Riboflavinförlusten under tillagning och varmhållning var i princip noll på grund av dess termostabilitet. Tillagningsmetoderna på de olika rätterna var helt skilda från varandra då det rimmade fläsket stektes på stekbord samt uppvärmdes i ugn, jämfört med grytbitarna som koktes i gryta under närmare tre timmar. Det framgår även i litteraturen att retentionen blir i närmaste 100 % vid kokning, stekning och rökning.³⁰

C-vitamin

Potatis

Våra resultat av potatis visar en rakt nedåtstigande kurva av förlust av vitamin C. Potatisen hade förlorat 38 % som nykokt, efter en timme 59 % och efter två timmar 60 % av C-vitaminhalten. I vår litteratur visar det en förlust vid 25 % vid nykokt och 50 % vid varmhållning i 2 timmar.³¹ Enligt livsmedelsverkets ”Näringsvinster och näringsförluster vid matlagning” så kan 20 % av C-vitaminet förloras vid nykokt potatis.³²

Ärtor

Analysen av C-vitamin i ärtor visade på ett stigande värde av askorbinsyra från råa till nylagade vilket vi fann märkligt till en början. Genom en konsultation med Bo Furugren (Vår kemilärare) och Dan Johansson (090518) kom vi fram till en hypotes om att cellväggarna helt

²⁸ SLV Livsmedelsdatabas

²⁹ Näringsvinster och näringsförluster vid matlagning

³⁰ Ibid

³¹ Näringsvärdesförändringar i livsmedel hanterade i storhushåll

³² Näringsvinster och näringsförluster vid matlagning

enkelt inte kunnat släppa ut den mängd vattenlösliga C-vitaminsmolekyler som de kokta ärtorna kunnat göra då dess väggar mjuknat. Detta kan vid eftertanke verka rimligt och vi finner analysen vara fullt trovärdig. C-vitaminhalten sjönk sedan som förväntat, och efter en timme hade en märkbar förlust med 25 % kunnat antecknas. Efter ytterligare en timme hade 77 % C-vitamin gått förlorat. Detta känns viktigt att kunna dokumentera just för att fastställa att det faktiskt sker en förlust av viktiga vitaminer vid lång varmhållning. Våra resultat blir ganska lika resultatet i "Näringsvärdesförändringar i livsmedel hanterade i storhushåll" där nykokta har en förlust på 60 % och en varmhållning på 1-2 timmar förlust på 95 %.³³ Livsmedelsdatabasen hade inga uppgifter om nykokta ärtor men "Näringsvinster och näringsförluster vid matlagning" räknas näringsförlusten på ca 30 %.³⁴

Morötter

Morötterna hade en stor förlust redan som nykokt och resultatet visade en förlust på 65 % och varmhållen två timmar en förlust på 85 % av C-vitamin. Enligt livsmedelsdatabasens resultat sker en förlust med 50 % när morötterna är nykokta, "Näringsvinster och näringsförluster vid matlagning" räknas en förlust med ca 30 %.³⁵

Varmhållning

Det som framgår tydligt är att vattenhalten har betydelse. Fläskgrytan håller temperaturen bättre än det stekta rimmade fläsket vid varmhållning eftersom det kokta köttet innehåller mest vattenhalt. Morötter håller temperaturen bättre än potatisen för morötterna har högre vattenhalt. Ärtorna däremot ökar i temperatur vid varmhållning eftersom de nykokta ärtorna serveras som i detta fall vid 53°C. Efter 50°C ökar urlakningen och många växtceller dör och cellmembran blir permeabla. Temperaturen i värmeskåpet var konstant på 70°C.

Näringsförlusten i dagens mattransporter

Det vi vet är att det är vitaminerna som är vår näringsförlust vid mattransporter. C-vitamin är det känsligaste vitamin. Hade de övriga köken utanför centralköken klarat av att förbereda den C-vitaminrika kosten hade det varit mycket vunnit. Det som är en mycket viktig faktor är att kökspersonal har kunskap om att inte överkoka grönsaker/potatis. Som tur är idag kokas potatis och grönsaker i kokugnar så att inte onödigt mycket vatten används. Det är viktigt att tillaga grönsaker/potatis så sent som möjligt innan servering. Upphandlingsenheten har en viktig uppgift att se till att köken få så bra och färska råvaror som möjligt. Ju färskare frukt, grönt och potatis ju mer vitamininnehåll.

Slutligen

Askorbinsyra är ju det vitamin som är dokumenterad som det klart känsligaste vitaminet av dem alla, och detta tycks ju stämma om man jämför med det betydligt stabilare B-vitaminerna. Vi skulle givetvis vilja ha utfört ytterligare fler prover för att kunna fastställa ett resultat, men detta var både en tids och en kostnadsfråga. Vi tycker ändå att med hjälp av dessa analyser och dess resultat kunna visa på att förlusten av tiamin och riboflavin är tämligen obetydlig då maträtterna varmhålls inom given tidsram och med rekommenderade

³³ Näringsvärdesförändringar i livsmedel hanterade i storhushåll

³⁴ Näringsvinster och näringsförluster vid matlagning

³⁵ Ibid

temperaturer. Vitamin C är betydligt känsligare och förlusten av denna är avsevärt större vid varmhållning. De C-vitaminresultat vi fått fram på råa och kokta ärtor och morötter visar sig stämma väl överens med de värden som finns på SLV:s livsmedelsdatabas. Även de värden från B₁ och B₂ i ostekt fläsk och i grytbitarna stämmer bra! Detta visar på att vi trots vår ovana att utföra analyser har lyckats utföra ett trovärdigt examensarbete!

10 Källförteckning

Abrahamsson, Lillemor (2006). *Näringslära för högskolan*. 5. uppl. Nacka: Repro 8 AB

Andersen, Poul Erner (1993). *Livsmedelsteknologi 2*. Lund: Studentlitteratur

Andersen, Poul Erner (1993). *Livsmedelsteknologi 3*. Lund: Studentlitteratur

Chemel AB, Paristoo Sabat (090513)

<http://www.chemel.com/artikel.php?aid=42&lang=EN>

Dahlgren, Östen (2006). *Laga mat*. Falköping: Elanders

Furugren, Bo (2006). *Vitaminer och mineraler*, Livsmedelskemi och matkunskap

Henriksson, Anders (2000). *Naturkunskap B*. Lund: Gleerups

Jonsson, Lena (1980). *Näringsvärdesförändringar i livsmedel hanterade i storhushåll*
Göteborg: SIK

Livsmedelsverket, livsmedelsdatabasen (090123)

<http://192.121.81.11/livsmedelsok/?epslanguage=SV>

Livsmedelsverket (090320)

http://www.slv.se/templates/SLV_Page.aspx?id=13818&epslanguage=SV

Strandler, Hanna-Sara (090518).

Livsmedelsverket kemiska enheten 2, Uppsala

Wikipedia (090519)

[http://sv.wikipedia.org/wiki/Buffert_\(kemi\)](http://sv.wikipedia.org/wiki/Buffert_(kemi))

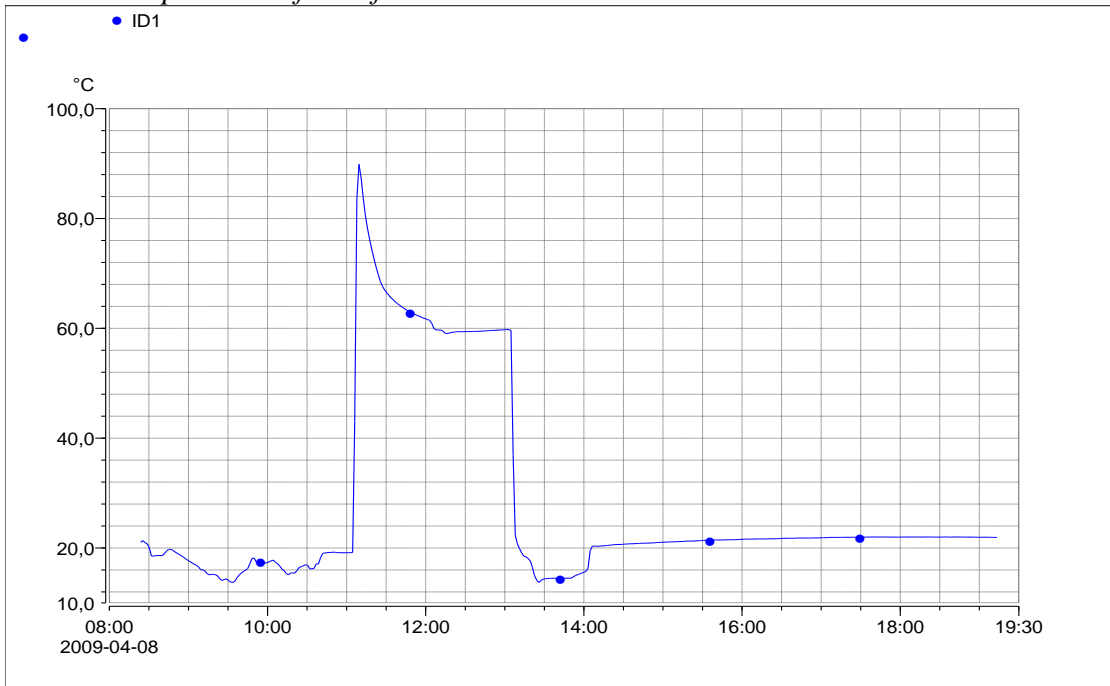
Öste, Rickard (1989). *Livsmedelshantering och näringsvärde*, Kompendium i Industriell näringslära och livsmedelkemi

Bilagor, temperatur i värmeskåp

Bilaga 1

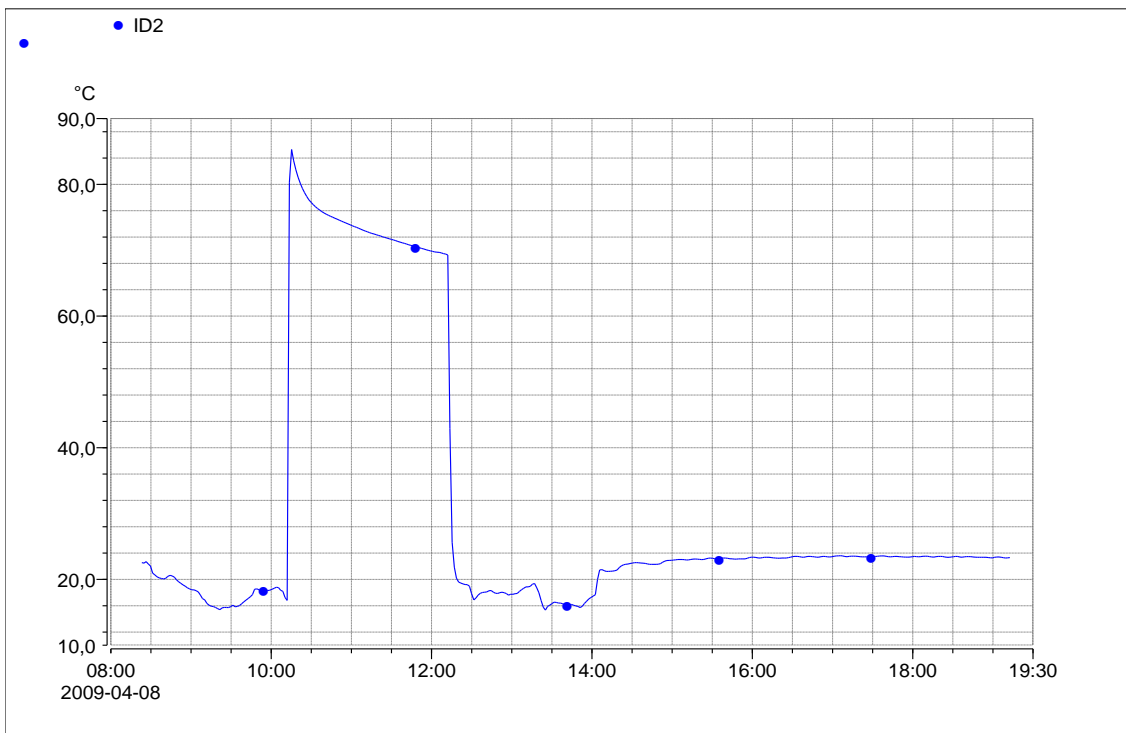
ID 1: Stekt fläsk varmhålls i 2 timmar i ett värmeskåp i 70 °C.

Centrumtemperaturen faller från 90 °C till 60 °C.³⁶



ID 2: Kokta morötter varmhålls i 2 timmar i värmeskåp i 70 °C

Centrumtemperaturen faller från 86 °C till 70 °C.³⁷

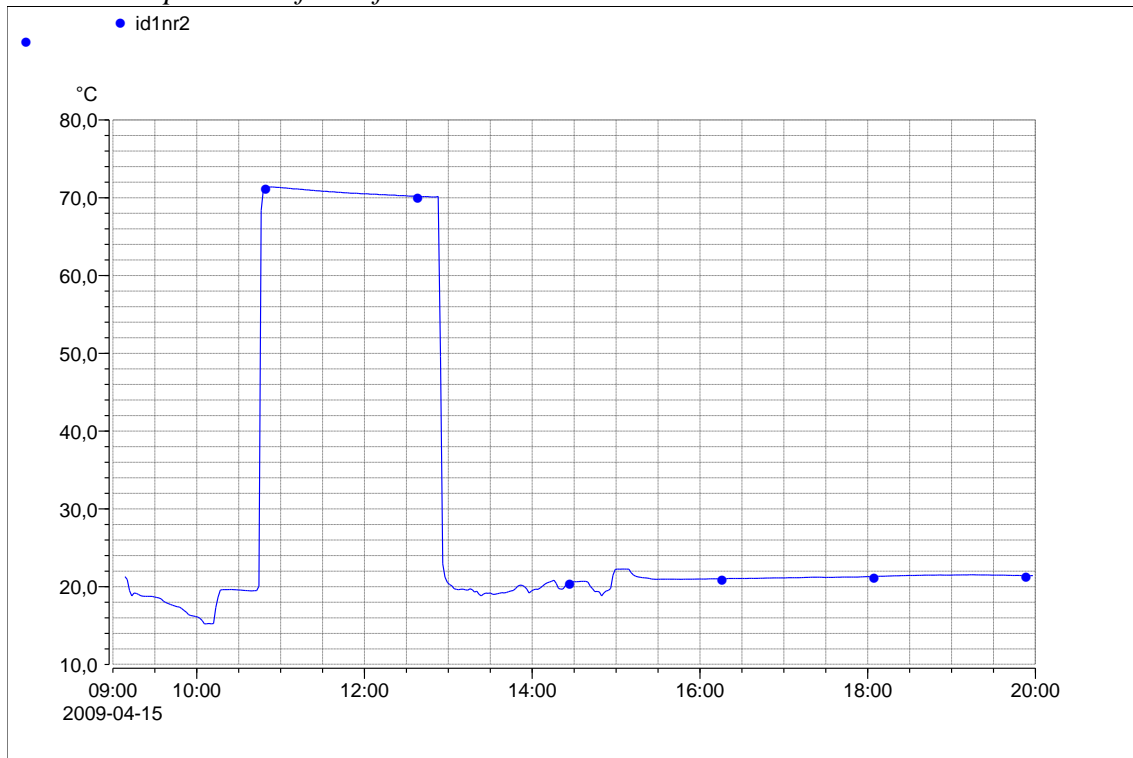


³⁶ Egna undersökningar

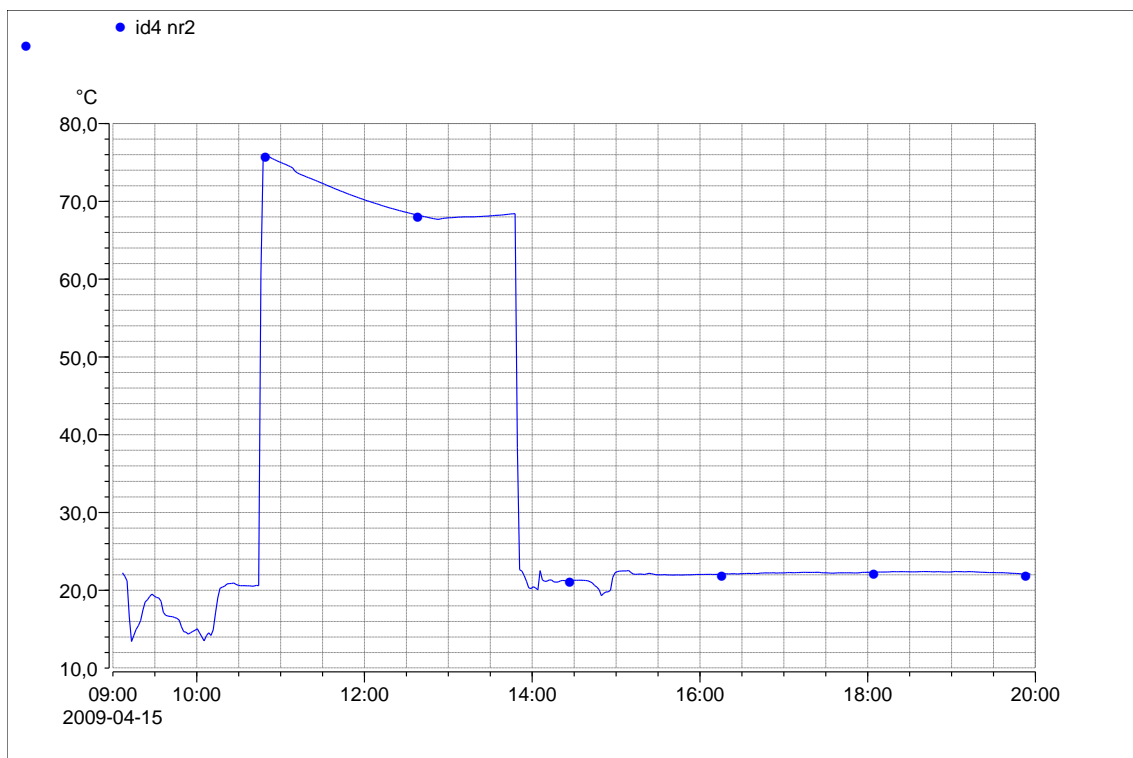
³⁷ Ibid

Bilaga 2

**ID 1 nr 2: Fläskgryta varmhålls i 2 timmar i värmeskåp i 70 °C.
Centrumtemperaturen faller från 72 °C till 70 °C.³⁸**



**ID 4 nr 2: Fläskgryta varmhålls i 3 timmar i värmeskåp i 70 °C.
Centrumtemperaturen faller från 76 °C till 68 °C.³⁹**

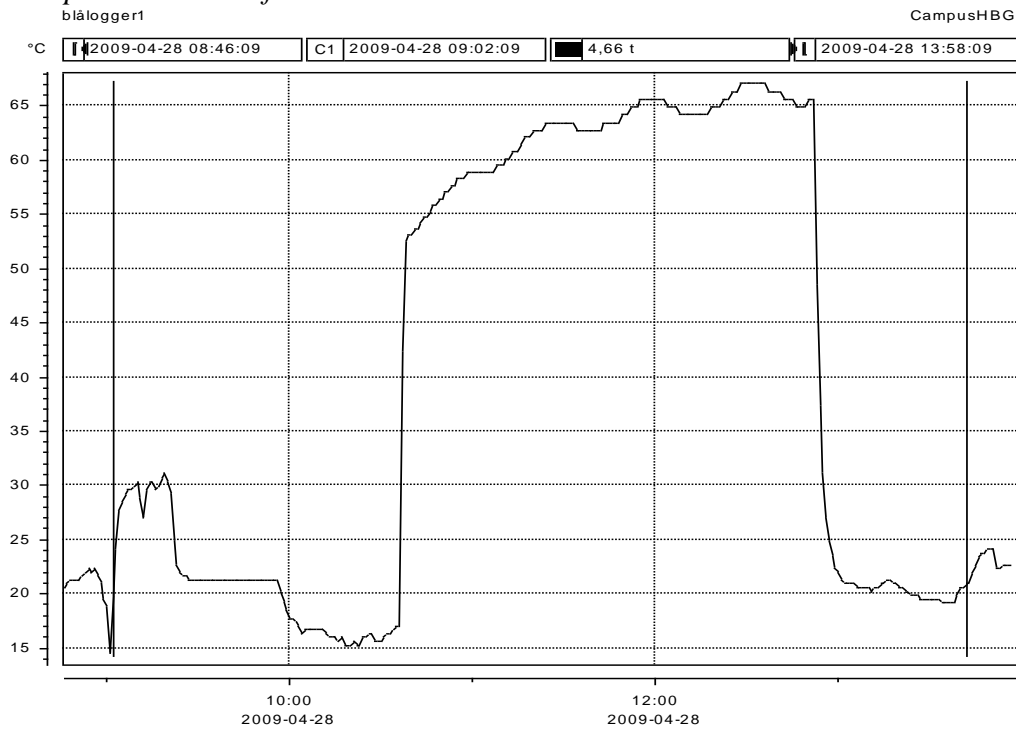


³⁸ Egna undersökningar

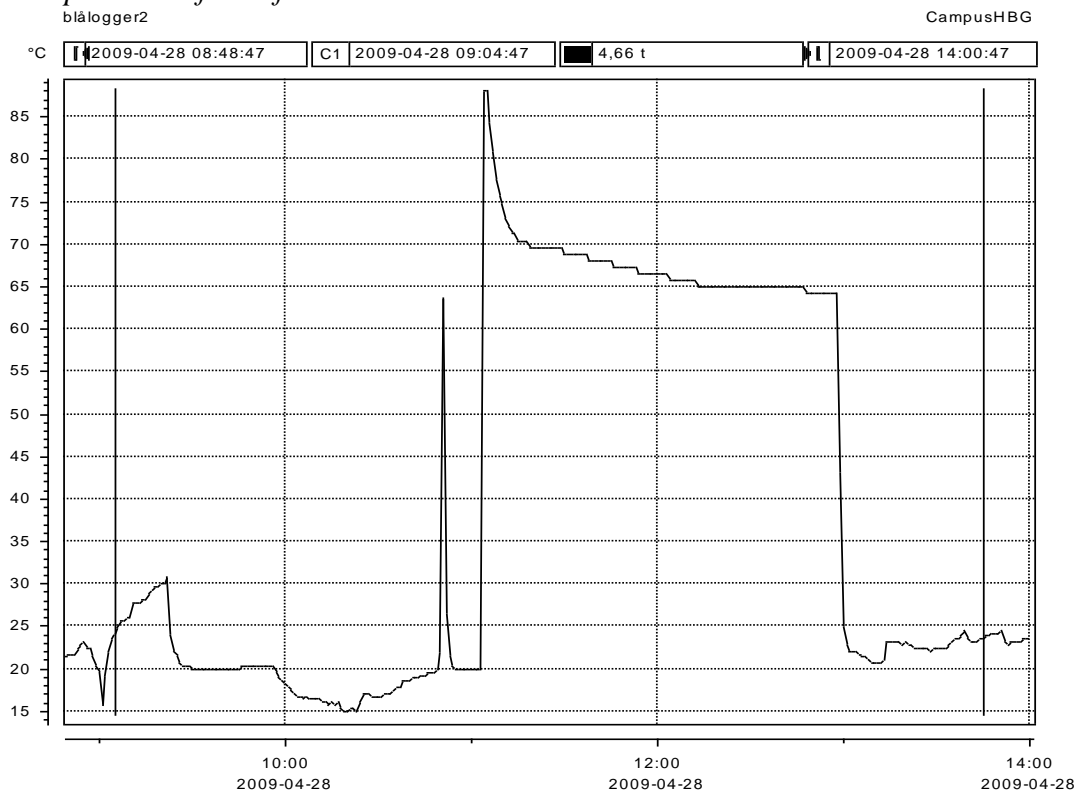
³⁹ Ibid

Bilaga 3

Blå logger 1: Ärtor varmhålls i 2 timmar i kopplat värmeskåp i 70 °C.
Temperaturen ökar från 53 °C till 67 °C.⁴⁰



Blå logger 2: Potatis varmhålls i 2 timmar i kopplat värmeskåp i 70 °C.
Temperaturen faller från 88 °C till 64 °C.⁴¹



⁴⁰ Egna undersökningar

⁴¹ Ibid