

Hinweis

Bei dieser Datei handelt es sich um ein Protokoll, das einen Vortrag im Rahmen des Chemielehramtsstudiums an der Uni Marburg referiert. Zur besseren Durchsuchbarkeit wurde zudem eine Texterkennung durchgeführt und hinter das eingescannte Bild gelegt, so dass Copy & Paste möglich ist – aber Vorsicht, die Texterkennung wurde nicht korrigiert und ist gerade bei schlecht leserlichen Dateien mit Fehlern behaftet.

Alle mehr als 700 Protokolle (Anfang 2007) können auf der Seite http://www.chids.de/veranstaltungen/uebungen_experimentalvortrag.html eingesehen und heruntergeladen werden.

Zudem stehen auf der Seite www.chids.de weitere Versuche, Lernzirkel und Staatsexamensarbeiten bereit.

Dr. Ph. Reiß, im Juli 2007

Philipps - Universität Marburg
Fachbereich Chemie Lehramt

Sommersemester 1998

Übungen im Experimentalvortrag

Leitung: Dr. J. Butenuth, Dr. E. Gerstner, Prof. H. Perst

Referentin: Martina Scharf

Vortragstermin: 6.5.1998

623

Skript zum Thema

Soja- Die Wunderbohne?

Gliederung:

1. Kleiner Einstieg in die Botanik	3
2. Kulturgeschichte der Sojapflanze	3
3. Zusammensetzung	4
4. Sojaprodukte	5
4.1 Sojaöl	5
4.2 Entfettetes Sojamehl	9
4.3 Vollfettes Sojamehl	9
4.4 Tofu	11
4.4.1 Sojaprotein	11
4.4.2 TOFU - eine gute Proteinquelle	12
4.4.3 Nebenprodukte: Molke und Okara	15
5. Fermentierte Sojaprodukte	15
5.1 Sojasprossen	15
5.2 Tempeh	18
6. Genmanipulation	21
7. Literatur	22

1. Kleiner Einstieg in die Botanik

Der botanischer Name der Sojapflanze lautet *Glycine max*. Sie gehört zur Pflanzenfamilie der Schmetterlingsblütler.

Charakteristisch für die Pflanze sind unter anderem folgende Merkmale:

Die Pfahlwurzeln haben feinverzweigte Nebenwurzeln, die auch bei größerer Trockenheit die Wasserversorgung ermöglichen.

Knöllchenbakterien sorgen für eine N_2 - Fixierung (Verwendung als Düngepflanze).

Sie hat 3-, 5-, oder 7-teilige Blätter, weiße bis purpurne Blüten und ist eine Kurztagspflanze, d.h. sie benötigt weniger als 12 Stunden Sonnenlicht.

Ihre Blütezeit ist von Juni bis September, kurz danach entwickeln sich 3-6 cm lange Hülsen mit je 2-5 Samen.

2. Kulturgeschichte der Sojapflanze

5000 v. Chr. wurde die Sojapflanze zum ersten Mal durch die Chinesen schriftlich erwähnt. Sie zählte damals zu den fünf heilige Pflanzen (neben Reis, Gerste, Weizen, Hirse). „sou“ bedeutet im chinesischen große Bohne.

Vom asiatischen Festland kam sie nach Japan/Java/Indonesien, wo weitere Variationen entwickelt wurden.

1712 brachte Engelbert Kaempfer, ein deutscher Botaniker die Bohne von Japan nach Europa.

1873 wurde sie auf der Weltausstellung in Wien vorgestellt und der Botaniker Friedrich Herlandt verfasste das Buch "Die Sojabohne".

In Amerika wurde sie zunächst als Viehfutter und Gründünger verwendet.

1911 gab es dann erste Versuche das Öl der Bohnen zu nutzen.

1920 gründete sich die American Soybean Association. Weltweit wurden 1995/96

125 Mio. Tonnen pro Jahr angebaut, davon in den USA 60 Mio., in Brasilien 24

Mio., in Argentinien 12,4 Mio. und in China rund 13,5 Mio. . China produziert jedoch primär für den Eigenbedarf.

3. Zusammensetzung

Zusammensetzung der Sojabohne (in 100 g eßbarem Anteil)

Eiweiß	36,9 - 48 g
Fett	18,1 -20 g
Kohlenhydrate	26,8 g
Rohfaser	4,3 g
Mineralstoffe (Na; K; Fe; P)	4,7 g
Vitamin A	0,38 mg
Vitamin B ₁	0,99 mg
Vitamin B ₂	0,52 mg
Vitamin B ₆	1,19 mg

Die rohe Bohne ist auf Grund verschiedener Faktoren toxisch.

Zu nennen sind dafür der Trypsinhemmer, welcher dafür verantwortlich ist, daß das Eiweiß im Körper nicht abgebaut werden kann, Lectine, welche für die Verklumpung der roten Blutkörperchen verantwortlich sind und cyanogene Glykoside.

Soja kommt in bis zu 30.000 Lebensmittelprodukte vor, was oft nicht sofort erkennbar ist, da es sich auch hinter „pflanzlichen Ölen“, „gehärtetem Pflanzenfett“, „Lecithin“ oder dem Zusatzstoff „E 322“ verbirgt.

Im folgenden werden verschiedene Sojaprodukte vorgestellt und dabei auf deren relevante Inhaltsstoffe näher eingegangen.

4. Sojaprodukte

4.1 Sojaöl

Auf Grund des hohen Ölgehalts kann die Sojabohne als eine Öl- und Proteinpflanze angesehen werden. Um das Öl aus der Sojabohne zu gewinnen, werden die Sojabohnen zunächst geschrotet, kalt gepresst und mit Hexan extrahiert. Anschließend wird es enttarzt, raffiniert, gebleicht, desodoriert und winterfest gemacht.

Versuch 1: Extraktion von Sojaöl und Fettfleckprobe

Geräte: Soxhletapparat Chemikalien: n-Hexan

Filterpapier geschrotete Sojabohnen

Fön

Pipette

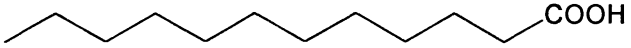
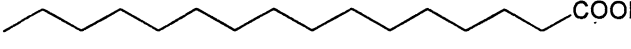
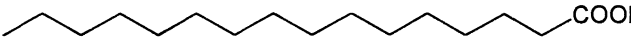
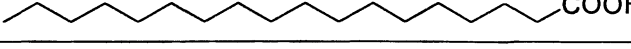
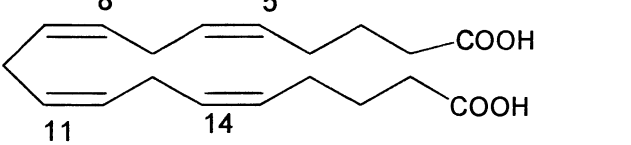
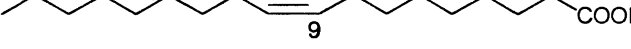
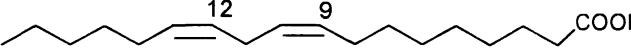
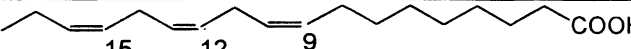
Durchführung: 20 g geschrotete Sojabohnen werden in eine Soxhletthülse gefüllt und mit Hexan ca. 2 Stunden extrahiert. Anschließend werden einige Tropfen des Extraktionsgemisches auf ein Filterpapier aufgebracht.

Beobachtung: Man beobachtet eine Gelbfärbung des Lösungsmittels. Ein Fettfleck bleibt auf dem Filterpapier.

Erklärung: Das relativ unpolare Fett löst sich im unpolaren Hexan.

Eine quantitative Auswertung ergab einen Fettanteil von 14,4 %.

Im Bereich der Lebensmittelchemie wird oft n-Hexan verwendet, da es leicht flüchtig ist und somit keine Rückstände im Endprodukt mehr nachweisbar sind.

Fettsäuren (Kurz- beschreibung)	Halbstrukturformel	Anteil (%)
Laurinsäure (12:0)		0 bis 0,2
Myristinsäure (14:0)		0,1 bis 0,4
Palmitinsäure (16:0)		2 bis 11
Stearinsäure (18:0)		2 bis 7
Arachidon-säure (5,8,11,14- Eicosatetraen- säure)		0,9 bis 2,4
Ölsäure (18:1(9))		23 bis 31
Linolsäure (18:2(9,12))		49 bis 51
Linolensäure (18:3(9,12,15))		2 bis 11

Auf Grund des hohen Gehalts an ungesättigten Fettsäuren ist Sojaöl nur begrenzt haltbar, aber der hohe Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (= essentielle Fettsäuren) macht es so wertvoll.

Die Deutschen Gesellschaft für Ernährung empfiehlt 1\3 gesättigte Fettsäuren, 1\3 ungesättigte Fettsäuren und 1\3 mehrfach ungesättigte Fettsäuren zu sich zu nehmen. Mangelerscheinung, die beim Fehlen essentieller Fettsäuren auftreten können, sind Brüchigkeit von Fingernägeln, Schorf, Haarausfall und Furunkulose.

Eine wichtige Kennzahl für Öle und Fette ist die Iodzahl, welche ein Maß für den Gehalt an ungesättigten Fettsäuren ist. Sie gibt die Menge Halogen (berechnet in g Iod) an, die von 100 g Fett zur Sättigung aller Doppelbindungen angelagert wird (g Iod/ 100 g Fett).

Iodzahl	Doppelbindungen	Beispiel
90	1	Ölsäure
180	2	Linolsäure
270	3	Linolensäure
360	4	Arachidonsäure

Versuch 2: Bestimmung der Iodzahl

Geräte: 500 ml Iodkolben

Chemikalien: IBr

Vollpipetten (2 X 10 ml)

Eisessig

Bürette

Sojaöl

Magnetrührer

Stärkelösung

Rührfisch

KI- Lösung (

Chloroform

Durchführung: 100 mg Sojaöl werden in einen 500 ml Iodkolben quantitativ überspült (Nachspülen mit Chloroform). Dazu werden 10 ml einer Lösung von 10 g Iodmonobromid in 500 ml Eisessig gegeben. Den Erlenmeyerkolben verschließt man mit einem Glasstopfen und bewahrt ihn 30 min im Dunkeln auf. Danach werden 10 ml 10 %ige Kaliumiodidlösung und 300 ml Wasser hinzugegeben. Anschließend titriert man unter kräftigem Rühren mit einer Natriumthiosulfatlösung der Konzentration 0,1 mol/l bis zur Gelbfärbung der Chloroform- und Wasserphase.

Nach Zusatz von einigen Tropfen 1 %iger Stärkelösung titriert man bis zum Verschwinden der auftretenden Blaufärbung. Ein Blindversuch mit allen Reagenzien (ohne Fetteinwaage) erlaubt die Bestimmung des insgesamt zugesetzten Halogens.

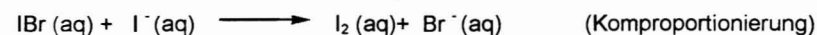
Reaktionen:

Addition von IBr an die Doppelbindung (stereospezifisch):



Es entsteht die (R,R) und die (S,S)-Verbindung.

Der Überschuss an IBr wird mit KI umgesetzt:



Das entstandene I₂ wird mit Na₂S₂O₃ titriert:



Die Endpunktsbestimmung erfolgt durch den Iod - Stärke - Komplex.

Die Iodzahl berechnet sich wie folgt:

$$\text{Iodzahl} = (a - b) \cdot t \cdot 1,269 : c$$

a = Verbrauch an Thiosulfatlösung ($c_{\text{eq}}(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0,1 \text{ mol/l}$) im Blindversuch

b = Verbrauch an Thiosulfatlösung ($c_{\text{eq}}(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0,1 \text{ mol/l}$) im Hauptversuch

c = Einwaage an Fett in g

1,269 = entsprechende Iodmasse bei $c_{\text{eq}}(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0,1 \text{ mol/l}$ (auf 100 g Fett bezogen)

Literaturwert: 134

Zum Vergleich die Iodzahlen einiger andere Fette: Kokosfett 9, Olivenöl 84, Sonnenblumenöl 132, Leinöl 180.

4.2 Entfettetes Sojamehl

Bei der Herstellung von Sojaöl erhält man als Nebenprodukt entfettetes Sojamehl, welches sehr eiweißreich ist. Es ist Grundlage für die meisten modernen Sojaprodukte. Aus ihm werden Proteinkonzentrate (TVP- textured vegetable proteins) gewonnen.

Ein Verfahren zur Gewinnung von TVP ist das Spinnverfahren:

Das entfettete Sojamehl wird in Alkali (pH = 8-9) gelöst, über Düsen zur Formgebung geführt und anschließend in Säure bei pH = 4 - 5 wieder ausgefällt. Bei diesem Verfahren werden jedoch Chemikalien verwendet, was der Verbraucher nicht wünscht, weswegen heute die Proteinkonzentrate nach dem Extrusionsverfahren, welches rein physikalisch abläuft, hergestellt werden. Hier wird das entfettete Sojamehl mit Wasser gemischt und durch Druck und Temperatur entbittert.

Anschließend wird es durch eine Lochscheibe gepresst, wodurch es seine poröse Struktur erhält.

4.3 Vollfettes Sojamehl

Das vollfette Sojamehl wird aus der ganzen Sojabohne gewonnen. Es wird zunächst von der Schale befreit, dann gemahlen und schließlich geröstet, um den Trypsin-Hemmer zu entfernen und zum Entbittern. Es enthält alle Bestandteile der Sojabohne und kann beim Backen bis 15 % zu Getreidemehl zugesetzt werden. Es kann als Eierersatz verwendet werden. 2 Eßlöffel Sojamehl und 1 Eßlöffel Wasser entsprechen einem Ei. Auf Grund des hohen Lecithingehalts (2%) hat es emulgierende Eigenschaften.

Versuch 3a: Herstellung einer Sojamayonnaise

Geräte: Tropftrichter

Chemikalien: Öl

Becherglas

Sojamehl

Magnetrührer + Fisch

H₂O (dest.)

NaCl

Durchführung: 2 g vollfettes Sojamehl werden mit 10 ml Wasser und einer Spatelspitze NaCl (für Versuch 3b) in das Becherglas gegeben. Unter kräftigem Rühren wird das Öl langsam hinzugegossen.

Beobachtung: Es entsteht eine Emulsion (keine zwei Phasen).

Auswertung: Das Lecithin in dem Sojamehl wirkt grenzflächenaktiv und setzt die Oberflächenspannung des Wassers herab. Seine emulgierende Eigenschaft sorgt für eine Feinverteilung der Ölphase in die Wasserphase.

Versuch 3b: Nachweis des Emulsionstyps

Geräte: Stromquelle

Amperemeter

Leitfähigkeitsmeßgerät

Durchführung: Das Leitfähigkeitsmeßgerät wird in die Mayonnaise gehalten.

Beobachtung: Das Amperemeter schlägt aus.

Erklärung: Mayonnaise ist eine Öl in Wasser Emulsion (O/W- Emulsion). Das Besondere ist hierbei, daß mehr Öl als Wasser in der Mayonnaise vorhanden ist (ca. 10:50). Trotzdem ist die äußere Phase Wasser. Den Emulsionstyp erkennt man daran, daß die Emulsion die Eigenschaften der äußeren Phase annimmt, d.h. sie leitet elektrischen Strom. Um die Leitfähigkeit zu erhöhen, ist der Emulsion NaCl zugesetzt.

4.4 Tofu

4.4.1 Sojaprotein

Der Proteingehalt der Sojabohne liegt bei 38- 46 %. Im Vergleich dazu der Proteingehalt einiger andere Nahrungsmittel:

Fleisch 8-22%, Quark 17%, Weizen 14% und Eier 11%.

Das Sojaeiweiß besteht zu 90 % aus Globulin (in Alkali löslich) und zu 10 % aus Albumin (wasserlöslich). Es ist zu 97% verdaulich.

Beim Eiweiß kommt es jedoch nicht nur auf die Quantität an, sondern auch auf die Qualität. Über die Qualität von Eiweiß gibt die Biologische Wertigkeit Auskunft:

Die Biologische Wertigkeit des Eiweißes ist definiert über die Anzahl der Gramm Körperproteine, die durch 100 g des betreffenden Nahrungsprotein ersetzt werden können.

Einige Beispiele:

Nahrungsmittel (Biologische Wertigkeit)

Eier (94); Kuhmilch (86); Rindfleisch, Weizenkeime (67)

Soja (61); Kartoffeln (60); Brot (49)

Fleisch hat zwar im Vergleich zu Soja eine höhere Biologische Wertigkeit, doch steht die Sojabohne mit an der Spitze bei pflanzliche Proteine.

Die Sojabohne enthält als einzige Leguminose alle 8 essentielle Aminosäuren

Die begrenzende Aminosäure ist Methionin. Dafür ist die Sojabohne jedoch lysinreich. Durch Kombination mit Getreideprodukten lässt sich die Biologische Wertigkeit steigern.

Aminosäure (essentiell)	AS in g / 100g Sojaprotein	tgl.Mindest-menge g/kg Körpergewicht	tgl. Mindest- menge g /70 kg Körpergewicht
Methionin	1,2	0,01	0,7
Tryptophan	1,4	0,008	0,56
Threonin	3,6	0,024	1,68
Isoleucin	4,5	0,027	1,89
Valin	4,9	0,033	2,31
Phenylalanin	4,9	0,03	2,1
Lysin	6,6	0,035	2,45
Leucin	7,4	0,05	3,5

4. 4. 2 TOFU - eine gute Proteinquelle

Tofu setzt sich zu 79,3% aus Wasser, 10,6% aus Eiweiß, 5,3% aus Fett, 2,9% aus löslichen Kohlenhydraten und zu 0,9% aus Mineralien zusammen.

Bei der Herstellung von Tofu werden die Bohnen eingeweicht und püriert. Man erhält einen Sojabrei, den man kocht und passiert. Damit hat man Sojamilch und Sojamus (Okara) hergestellt.

Aus der Sojamilch wird das Eiweiß ausgeflockt. Molke bleibt übrig.

Das ausgeflockte Eiweiß wird nun in einem Preßkasten mit einigen Kilogramm Gewicht gepresst. Der Tofu ist nun fertig.

Versuch 4: Herstellung von Tofu aus Sojamilch- Aussalzen des Eiweiß

Geräte: Magnetrüher + Fisch

Chemikalien: Sojamilch

Kristallisierschale

Calziumsulfat

Holzlöffel

Durchführung (altes chinesisches Rezept): Ein Teelöffel Calziumsulfat wird in ca. 100 ml Wasser gelöst. Ein Drittel dieser Lösung wird in die auf 80- 90 Grad Celsius erhitzte Sojamilch gegeben. Nun wird mit dem Holzlöffel in beide Richtungen 6mal

gerührt. Ein weiteres Drittel der Lösung wird ohne Rühren hinzugegeben. Nun wird abgedeckt und 3 Minuten ruhen gelassen. Anschließend wird der Rest des Calciumsulfats unter leichtem Rühren hinzugefügt.

Beobachtung: Die Proteine fallen in großen Flocken aus. Molke setzt sich an der Oberfläche ab.

Erklärung: Die Proteinteilchen sind wegen ihrer Hydrathülle in der Sojamilch stabilisiert. Bei Zugabe von Calciumsulfat kommt es zu einer Konkurrenzreaktion um die Wassermoleküle. Das Hydrationswasser wird dem Eiweiß aufgrund der größeren Ladungsdichte des CaSO_4 entzogen. Es kommt zur Ausfällung.

Versuch 5: Xanthoproteinreaktion- Nachweis von Proteinen in Tofu

Geräte: 3 Glasschalen

Chemikalien: NaOH

Glasstab

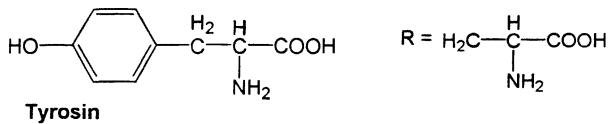
warme HNO_3

Tofu

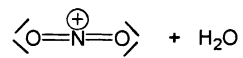
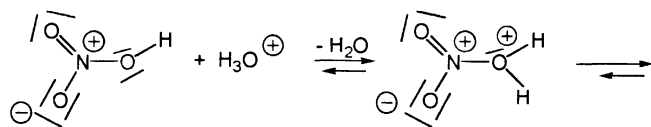
Durchführung: Tofu wird zunächst in die warme HNO_3 gegeben, dann etwas abgetrocknet in die Natronlauge.

Beobachtung: In der Salpetersäure kommt es zu einer Gelbfärbung des Tofu; in der Natronlauge zu einer Orangefärbung.

Erklärung: Reaktionsgleichungen am Beispiel von Tyrosin:

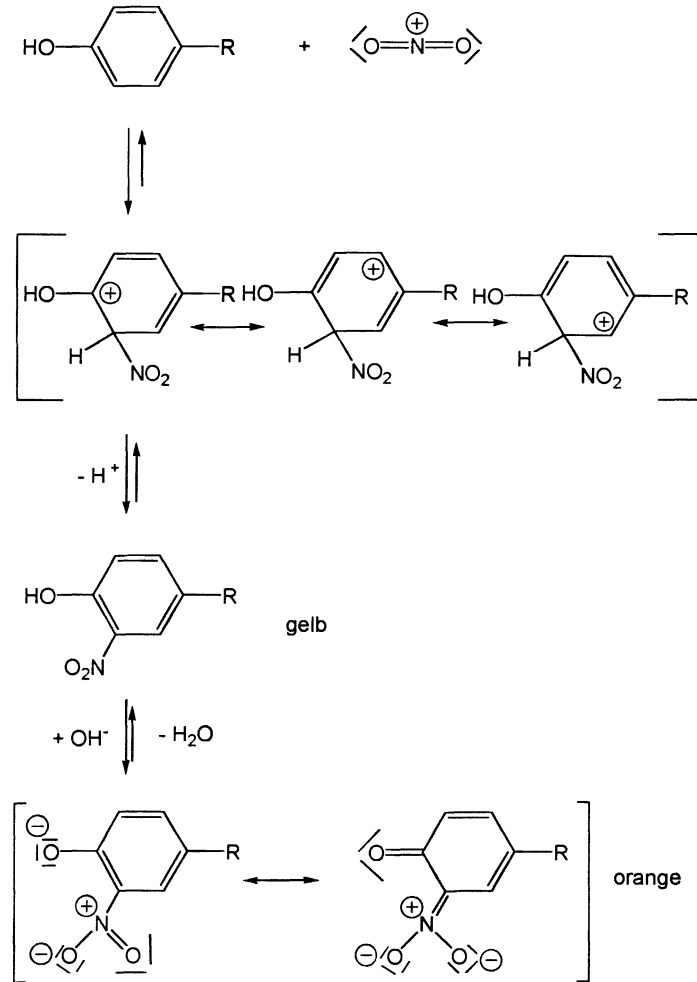


1. Schritt: Bildung von Nitrylkationen



Nitryl - Kation

2. Schritt: Nitrierung (Elektrophile Substitution am Aromaten)



4.4.3 Nebenprodukte: Molke und Okara

Molke:

Molke besteht zu 15 – 25 % aus den ursprünglichen Sojanährstoffen. Wegen den natürlichen Ölen (u.a. Lecithin) ist sie eine biologisch abbaubare Seife. Fetthaltige Cholesterinablagerungen im menschlichen Organismus können durch Molke emulgiert und abgebaut werden. Sie durchdringt Öl- und Fettrückstände auf Gegenständen und bilden wie Seife Schaum.

Verwendung findet sie somit als Spülmittel, Shampoo, aber auch als Viehfutter und Suppengrundlagen.

Okara:

„Kara“ bedeutet im chinesischen Schale, Hülse oder Schrot. Der Buchstabe O wird für ehrwürdig vorangestellt („o- Kara“: ehrwürdige Schale).

Okara besteht aus Fasern und Ballaststoffen, deren Schlüsselfunktionen zum einen eine geregelte Darmtätigkeit und zum anderen eine Schadstoffabsorption ist. Sie beschleunigen die Ausscheidung von Schadstoffen aus dem Körper und nehmen damit eine Ionenaustauschfunktion war.

5. Fermentierte Sojaprodukte

Unter Fermentation versteht man ein biochemisches Verarbeitungsverfahren zum Zwecke der Aromaentwicklung in Lebens- und Genußmitteln unter Mithilfe von Enzymen spezieller Mikroorganismen.

Im folgenden wird speziell auf Sojasprossen und Tempeh eingegangen.

5.1 Sojasprossen

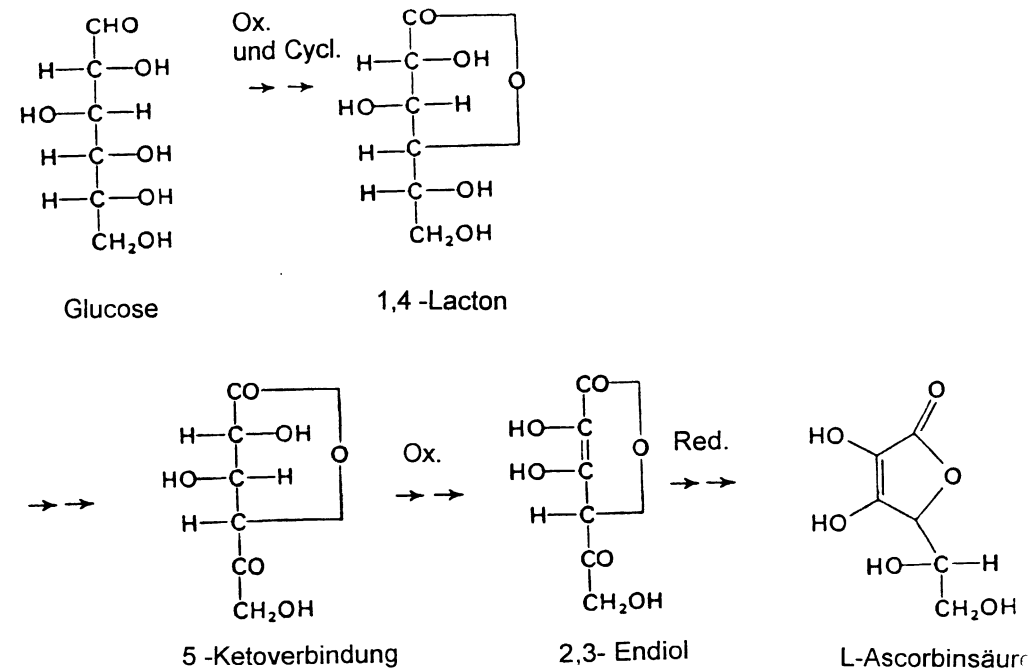
Bei der Keimung werden Inhaltsstoffe durch Enzymprozeß gewandelt. Dabei vermehren sich Hormone und Vitamine oder bilden sich sogar neu.

Ein hoher Anstieg an Vitamin C ist zu beobachten. Der Gehalt nimmt um das 5fache zu. Proteine werden zu Aminosäuren abgebaut.

Nährstoffgehalt 100 g Sojakeime:

Proteine	5 g
Kohlenhydrate	3 g
Fett	0,9 g
Mineralien (K, Fe)	39 mg
Vitamine (B ₁ , B ₂ , Niacin, C)	12,58 mg

Schema der Ascorbinsäuresynthese:



Die Glukose wird am C1-Atom oxidiert und cyclisiert zum 1,4-Lacton, welches sich zur 5-ketoverbindung umwandelt. Durch erneute Oxidation entsteht das 2,3-Endiol, welches zur L-Ascorbinsäure reduziert wird.

Versuch 6: Nachweis von Vitamin C in Sojasprossen

Geräte: 2 Sprühgefäße mit Handgebläse

Chemikalien: Taubers-Reagenz:

L1: 0,4 % $K_3[Fe(CN)_6]$ -Lösung

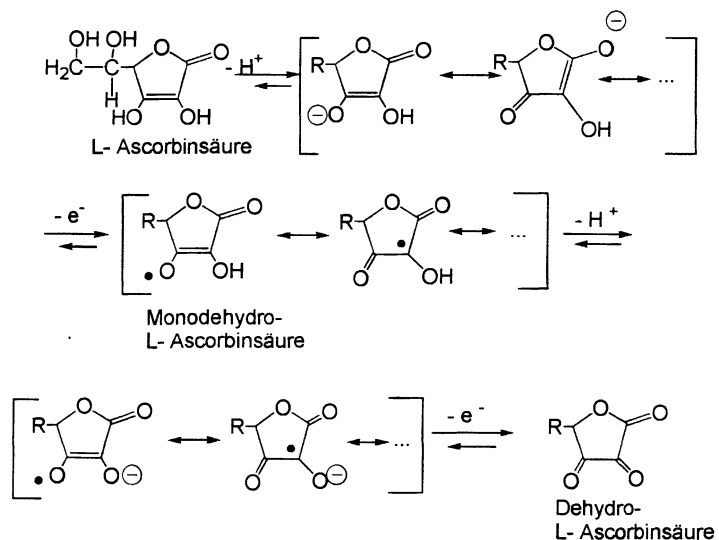
L2: $Fe_2(SO_4)_3$ in 18% H_3PO_4

Sojasprossen

Durchführung: Die Sojasprossen werden mit Taubers- Reagenz besprüht.

Beobachtung: Es beginnt eine Blaufärbung an den Wurzeln der Sojasprossen.

Erklärung: Fe^{3+} aus der Eisen(III)-sulfatlösung wird zu Fe^{2+} reduziert. Die L-Ascorbinsäure wird wie folgt oxidiert:



Das entstandene Fe^{2+} reagiert mit dem roten Blutlaugensalz in einer Zentralionenaustauschreaktion zum stabileren gelben Blutlaugensalz, welches mit noch vorhandenen Fe^{3+} - Ionen zum löslichen Berlinerblau $KFe[Fe(CN)_6]$ reagieren. Bei Überschuß an Fe^{2+} - Ionen kann auch das unlösliche Berlinerblau ($Fe_4[Fe(CN)_6]$) entstehen.

Einem erwachsenen Menschen wird empfohlen, 50- 100 mg Vitamin C am Tag zu sich zu nehmen. Mangelerscheinungen können Skorbut, Müdigkeit, Parodontose und Infektionsanfälligkeit sein.

5.2 Tempeh

Zur Herstellung von Tempeh werden die Bohnen 18 Stunden eingeweicht. Anschließend werden sie geschält und gekocht. Nach Beimpfung mit dem Schimmelpilz *Rhizopus oligosporus* werden sie 24-30 Stunden bei 34 °C fermentiert. Dabei laufen folgende Veränderungen in der Sojabohnen ab: Proteine werden zu Aminosäuren umgewandelt. Dabei nimmt der Gehalt an löslichem Stickstoff zu, wobei der Gesamtgehalt nahezu konstant bleibt. Später kann es zur Bildung von NH_3 kommen.

1/3 der Neutralfette werden unter Hydrolyse zu Palmitin-, Stearin-, Olein-, Linol-, und Linolensäure umgewandelt, was einen höheren Gehalt an ungesättigten Fettsäuren zur Folge hat.

Der Gehalt an B-Vitamine (vor allem Niacin, Riboflavin (B_2) und Vitamin B_{12}) nimmt zu. Vitamin B_2 wird im folgenden Versuch in Tempeh nachgewiesen.

Versuch 7: Nachweis von Vitamin B₂ in eiweißfreiem Tempeh und Demonstration des Redoxsystems

Geräte: 2 Demonstrationsreagenzgläser

Chemikalien: Trypsin

Pipette

Na₂S₂O₄- Lösung

Becherglas

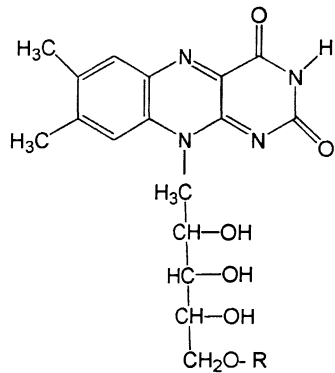
Schwefelsäure

Zentrifugengläser

Natronlauge

Durchführung und Beobachtung: Man versetzt ca. 20g Tempeh mit ca. 125 ml Wasser und säuert mit Schwefelsäure an. Am nächsten Tag wird zentrifugiert und nur der Überstand mit Natronlauge auf pH 7-9 gebracht. Man versetzt die Lösung mit einer Spatelspitze Trypsin, ein eiweißspaltendes Enzym, das in diesem pH-Bereich sein Wirkungsmaximum hat, läßt 20 Minuten reagieren und zentrifugiert erneut. Den Überstand prüft man auf Vitamin B₂, indem man es unter eine UV-Lampe hält. Es fluoresziert. Das Redoxsystem von Vitamin B₂ läßt sich demonstrieren, indem man eine Na₂S₂O₄- Lösung hinzugibt. Die Fluoreszenz erlöscht. Nach Schütteln des Reagenzglases tritt sie wieder auf.

Erklärung:

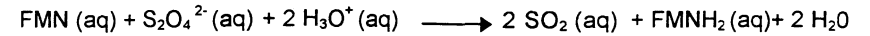


R= H; Riboflavin
= PO(OH)₂; Riboflavin-5'-phosphat

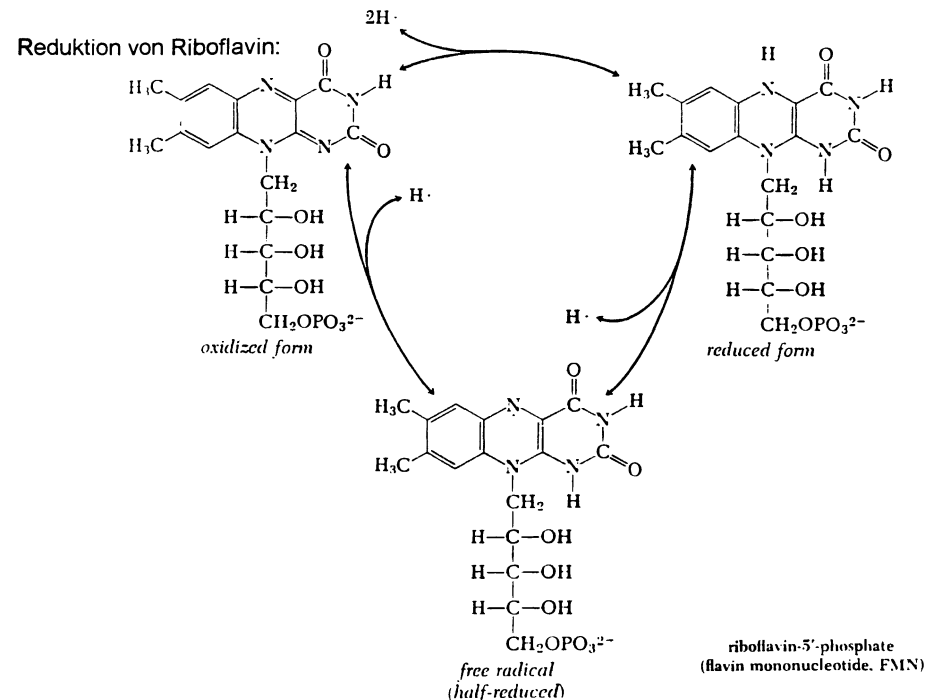
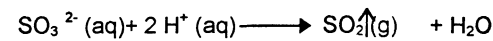
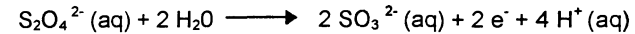
Riboflavin wird im folgenden als FMN (Flavinmononucleotid) bezeichnet.

Auf Grund der Delokalisation der Elektronen fluoresziert Riboflavin. Durch Na₂S₂O₄ wird es reduziert. Im reduzierten Zustand weißt es nun keine Fluoreszenz mehr auf.

Reaktionsgleichung:



Oxidation von S₂O₄²⁻:



Der empfohlene Tagesbedarf an Vitamin B₂ eines erwachsenen Menschen liegt bei 0,9 - 3 mg. Mangelerscheinung können Appetitlosigkeit und Verdauungsstörungen sein.

6. Genmanipulation

Im November 1996 kam erstmals eine genmanipulierte Nahrungspflanze auf den europäischen Markt. Dies war die Sojabohne. Sie kam unter dem Produktnamen Roundup Ready Soybean (RRS) von der Firma Monsanto auf den Markt. Mit Hilfe der Gentechnologie ist sie gegen das Pflanzengift Roundup mit dem Wirkstoff Glyphosat widerstandsfähig. Das eingeschleuste Gen sorgt dafür, daß sie die doppelte Menge der ursprünglichen Roundup-Dosis überlebt.

Monsantos Strategie liegt u.a. in wirtschaftliche Interessen: Gewinne aus dem Gentech-Saatgut und mehr Umsatz für „Roundup“.

Bei Genmanipulation können bestimmte Risiken auftreten. So können z.B. durch neue Eiweißstoffe Allergien ausgelöst werden, Kühe produzieren mehr Milchfett, die per Fremdgen eingeschleuste Antibiotika-Resistenz in einer Kulturpflanze kann auf Umwegen auch auf Krankheitserreger übertragen werden.

Reduktion der Arten- und Sortenvielfalt, Anpassung der Pflanzen an Gifte, da nun intensiver Einsatz weniger Pflanzengifte erfolgt, eine erhöhte Abhängigkeit der Landwirte und damit der Weltbevölkerung können die Folge sein.

Mit der Kennzeichnung genmanipulierter Lebensmittel befaßt sich die „Novel Food“-Verordnung vom 15. Mai 1997:

Genmanipulierte Lebensmittel müssen nur dann gekennzeichnet werden, wenn sie sich von den herkömmlichen Produkten unterscheiden und dies wissenschaftlich nachweisbar ist, d.h. es gilt für die genveränderte Sojabohne, jedoch nicht für das daraus gewonnene Öl. Das Problem liegt darin, daß es keine exakten Vorgaben gibt. So ist z.B. Sojalecithin nicht kennzeichnungspflichtig, da es laut NFV ein Lebensmittelzusatzstoff und somit nicht kennzeichnungspflichtig ist.

Hinter dem Vorschlag der Kennzeichnung nur bei wissenschaftlicher Nachweisbarkeit verbirgt sich natürlich die Willkür, daß die Analysenmethoden von Tag zu Tag besser werden, wogegen sich die Industrie wehrt.

Der Nachweis erfolgt heute mit der Polymerase-Ketten-Reaktion (PCR-Analyse), die selbst eine manipulierte Sojabohne unter 10.000 nachweisen kann.

7. Literatur

7.1 Bücher

- H.- P. Kleber, D. Schlee, W. Schlöpp: „Biochemisches Praktikum“; Gustav Fischer Verlag Stuttgart 1982
- A. Nabben: „Soja-Küche vielseitig und gesund“; Pala-Verlag 1985
- W. Baltes: „Lebensmittelchemie“; Springer-Verlag Berlin-Heidelberg 1983
- J. Reiß: „Schimmelpilze“; Springer-Verlag Berlin-Heidelberg 1986
- W. Shurtleff, A. Aoyagi: „Das Tofu - Buch“; Ahorn-Verlag 1981
- Römpp Chemie Lexikon; Georg Thieme Verlag Stuttgart 1992, 2. Auflage
- Ullman: „Lexikon der technischen Chemie“
- J. Schormüller: „Lehrbuch der Lebensmittelchemie“; Springer-Verlag Berlin-Heidelberg 1961
- „Exotische Lebensmittel“
- H.J. Rehm: „Industrielle Mikrobiologie“; Springer-Verlag 1980, 2. Auflage

7.2 Zeitschriften und Informationsbroschüren

- Dr. Jürgen Reiß: „Die Sojabohne- eine vielseitige Nutzpflanze“
In: MNU 43/3 S. 170-174
- Informationsbroschüre der Firmen:
De-Vau-Ge, Gesundkostwerk GmbH, 21339 Lüneburg
Fa. hensel GmbH, 71107 Magstadt
SOBO Naturkost, Golfsteinerstr.43, 50968 Köln

7.3 Internetadressen

- <http://www.info-biotechnologie.de>
- <http://www.greenpeace.de>