

Schwefel und Nahrungsqualität

Dr. Hans Marten Paulsen

Institut für ökologischen Landbau, FAL

Trenthorst 32

23847 Westerau

Tel.: 04539/1819-13

hans.paulsen@fal.de

Ein Brötchen mit Schwefel bitte!



- Allicin: Geruch
- Isothiocyanate: scharf
- Aminosäuren: essentiell
- Glutathion: entgiftend
- S-Brückenbindung: voluminös
- Aussehen: knackig, jung
- Nitrat/Nitrit: schädlich

Schwefel beeinflusst die Qualität vielfältig!

Direkte Wirkung:

- Aminosäure-zusammensetzung
- Proteingehalt
- Backqualität
- Sekundäre Inhaltsstoffe
- Pharmazeutisch wirksame Komponenten

Indirekte Wirkung:

- Nicht-Protein-N
- Äußere Qualität
- Anthocyane
- Schwermetallgehalt
- Keimfähigkeit

Einteilung der Aminosäuren

Essentielle	Semiessentielle	Nicht essentielle
Valin	Tyrosin	Glycocyll
Leucin	Cystein	Alanin
Isoleucin	Arginin	Prolin
Phenylalanin	Histidin	Serin
Tryptophan		Asparaginsäure
Threonin		Glutaminsäure
Methionin		
Lysin		

Aminosäurezusammensetzung der Proteine ist pflanzentypisch

z. B. Speicherproteine von:

Brotgetreide und Mais

viel **Methionin** und **Cystein** -
wenig Lysin und Tryptophan

Leguminosen umgekehrt

Methionin in Futtermitteln

Futtermittel	Methionin [g/kg]
Ackerbohnen, Samen	2,1
Erbsen, Samen	2,2
W+S-Gerste, W-Weizen, Hafer, Körner	1,8
S-Weizen, Körner	2,2
Mais, Körner	1,8
Maiskleber, getrocknet	15,3
Sojaextraktionsschrot, ungeschälte Saat	6,6
Sonnenblumen, Körner	3,7
Sonnenblumenextraktionsschrot	8,8



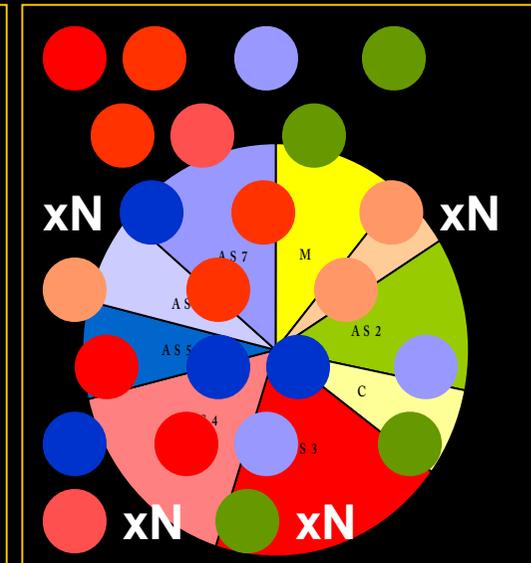
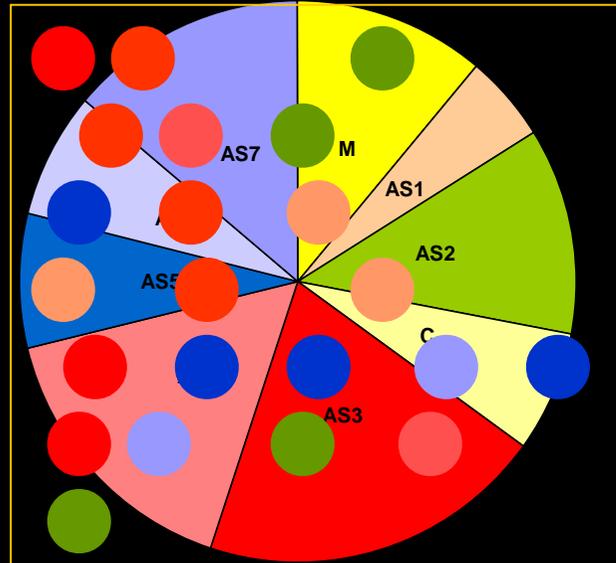
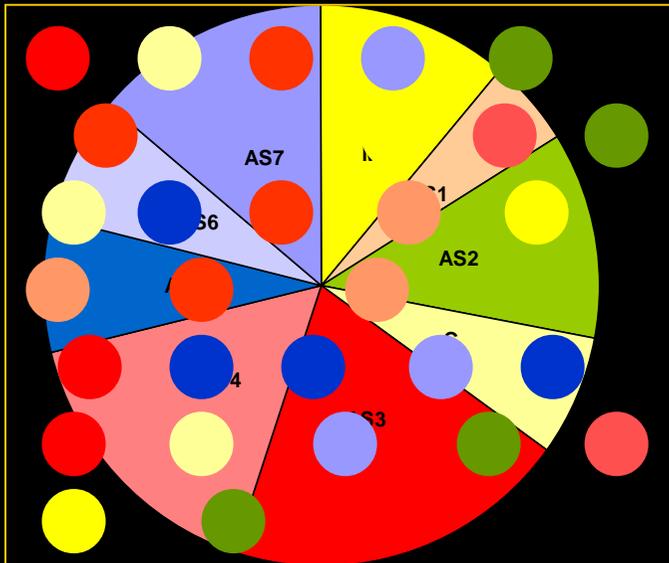
(KTBL, 2000)

Einfluss der S-Versorgung auf die Aminosäurezusammensetzung des Proteins und auf den Proteingehalt von Pflanzen

S genug vorhanden
 Proteingehalt ist hauptsächlich von Stickstoffversorgung abhängig

Beginnender S-Mangel
 Verminderung der S-haltigen Aminosäuren im Protein - Qualitätsverschlechterung

Akuter S-Mangel
 Proteingehalt fällt ab, es tritt überschüssiger Stickstoff auf

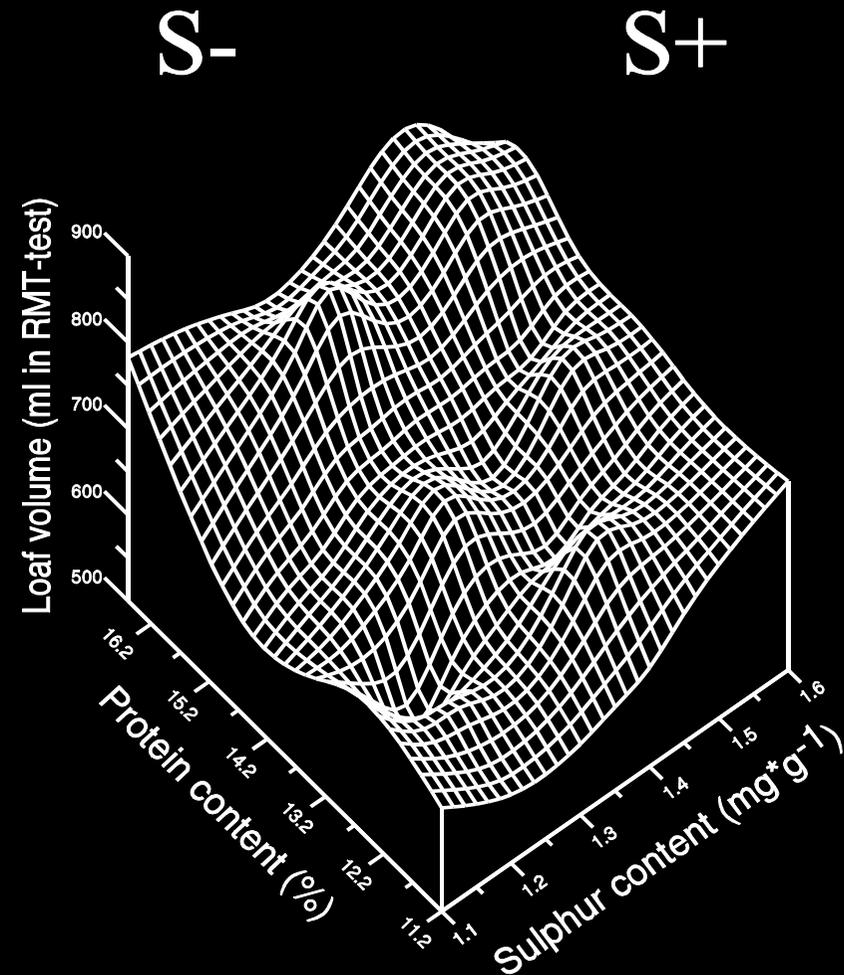
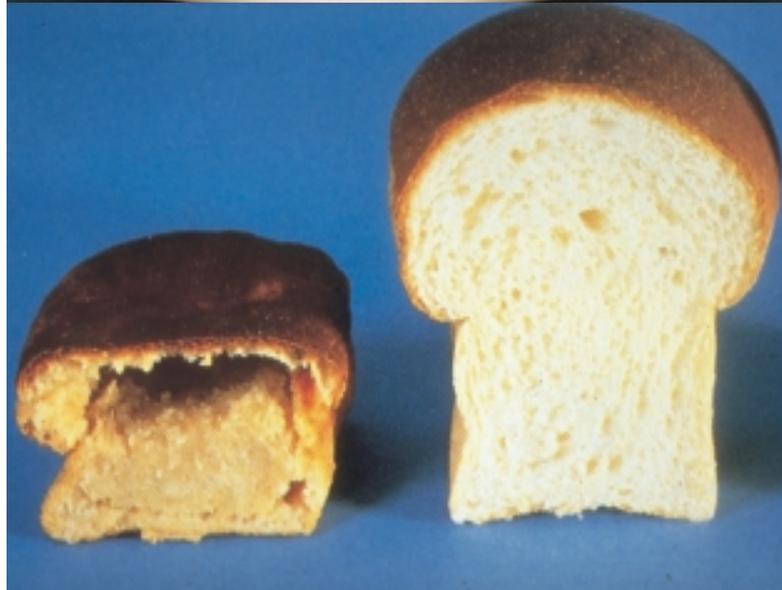


 = genetisch fixierte Aminosäurezusammensetzung des Proteins

 = + an weiteren S-haltigen Aminosäuren

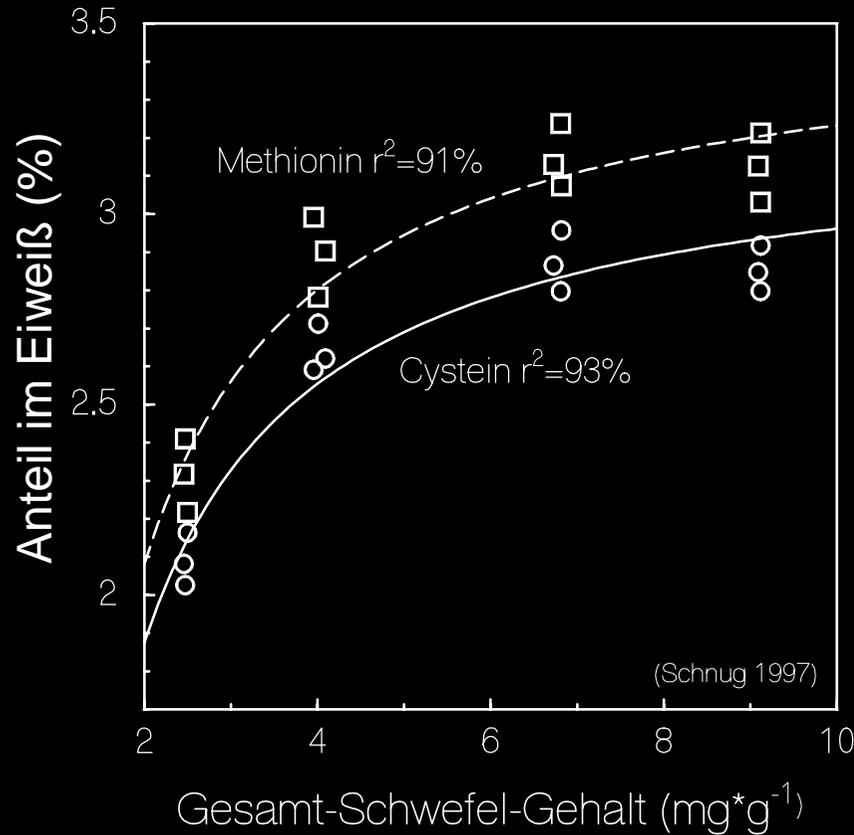
 = + an übrigen Aminosäuren

← Proteinmolekül

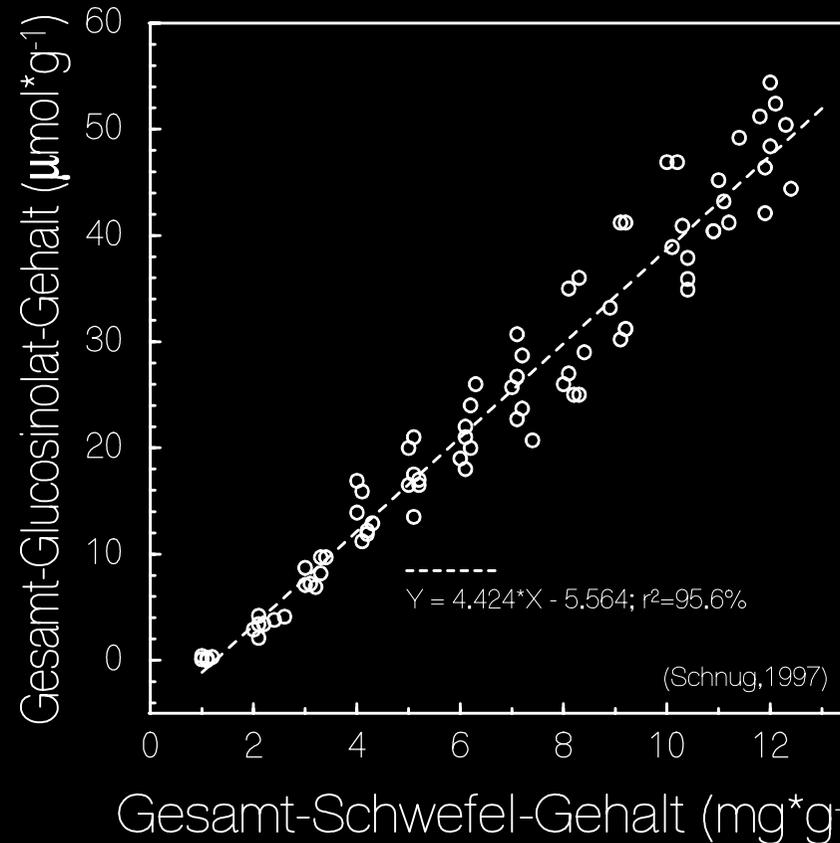


Einfluß der Gehalte an Gesamt-S und -Protein auf das Backvolumen von Weizenmehl im Rapid-Mix-Test (Schnug et al., 1989)

Primäre und sekundäre schwefelhaltige Inhaltsstoffe

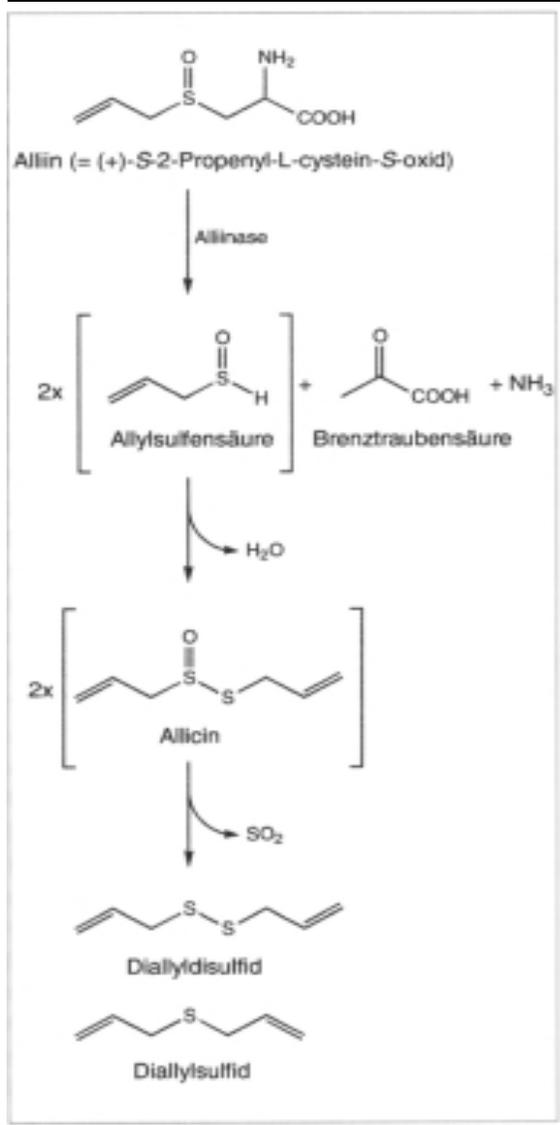


Cystein und Methioningehalt in jüngeren, voll entwickelten Grünkohlblättern in Abhängigkeit vom S-Gehalt in der Trockenmasse



Gesamt-Glucosinolatgehalte und Gesamt-Schwefelgehalte in jüngeren, voll entwickelten Grünkohlblättern in der Trockenmasse

Geschmack und Geruch durch schwefelhaltige sekundäre Inhaltsstoffe



Brassicaceae (Kohlgewächse)

z.B. Weiß-, Rot-, Grünkohl, Kresse, Rettich, Radischen, Meerrettich, Steckrübe, Senf, Raps

Glucosinolate + Enzym (Myrosinase) → Isothiocyanate (Senföl)

Alliaceae (Zwiebelgewächse)

z.B. Küchenzwiebel, Knoblauch, Porree, Schnittlauch

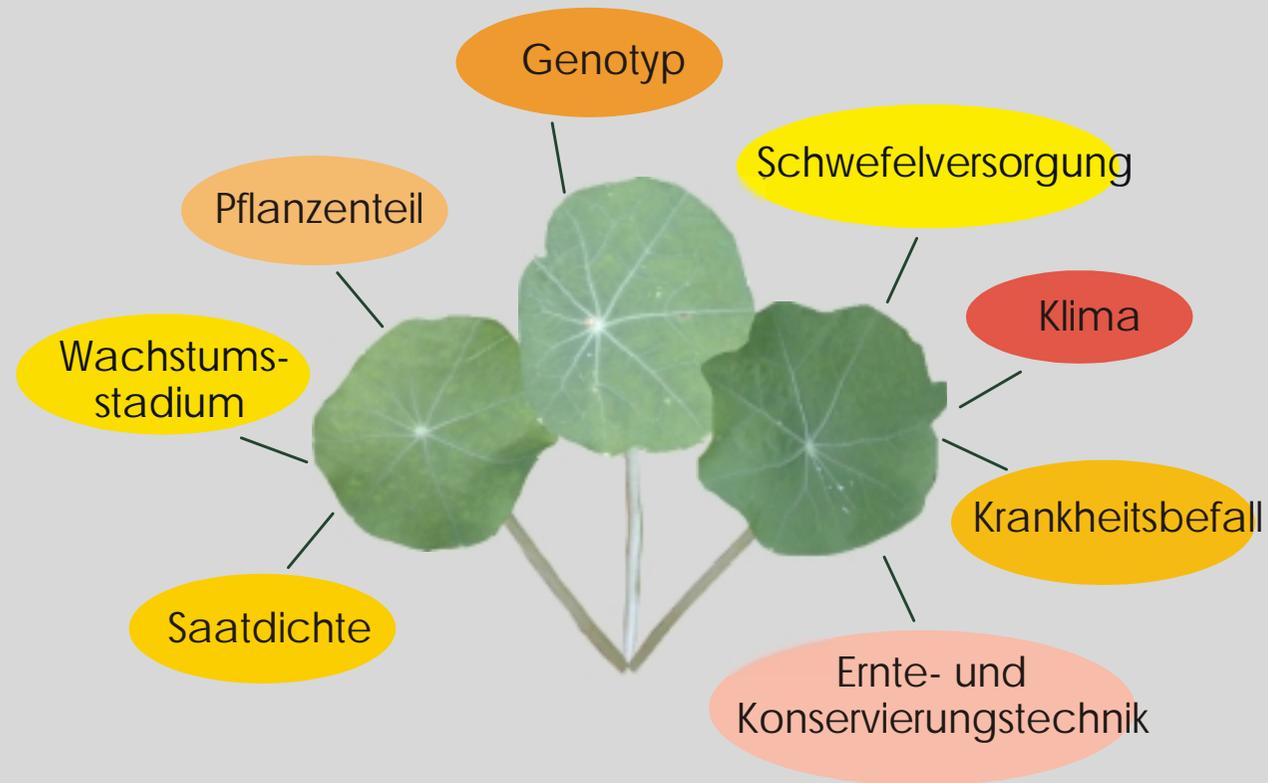
Alliine + Enzym (Allinase) → Allicin (Lauchöl)

Spargel

Dimetylsulfid ist Hauptgeschmacksträger (Hoberg et al., 1998)

Der Geschmack ist standortabhängig und wird von der Schwefelversorgung beeinflusst.

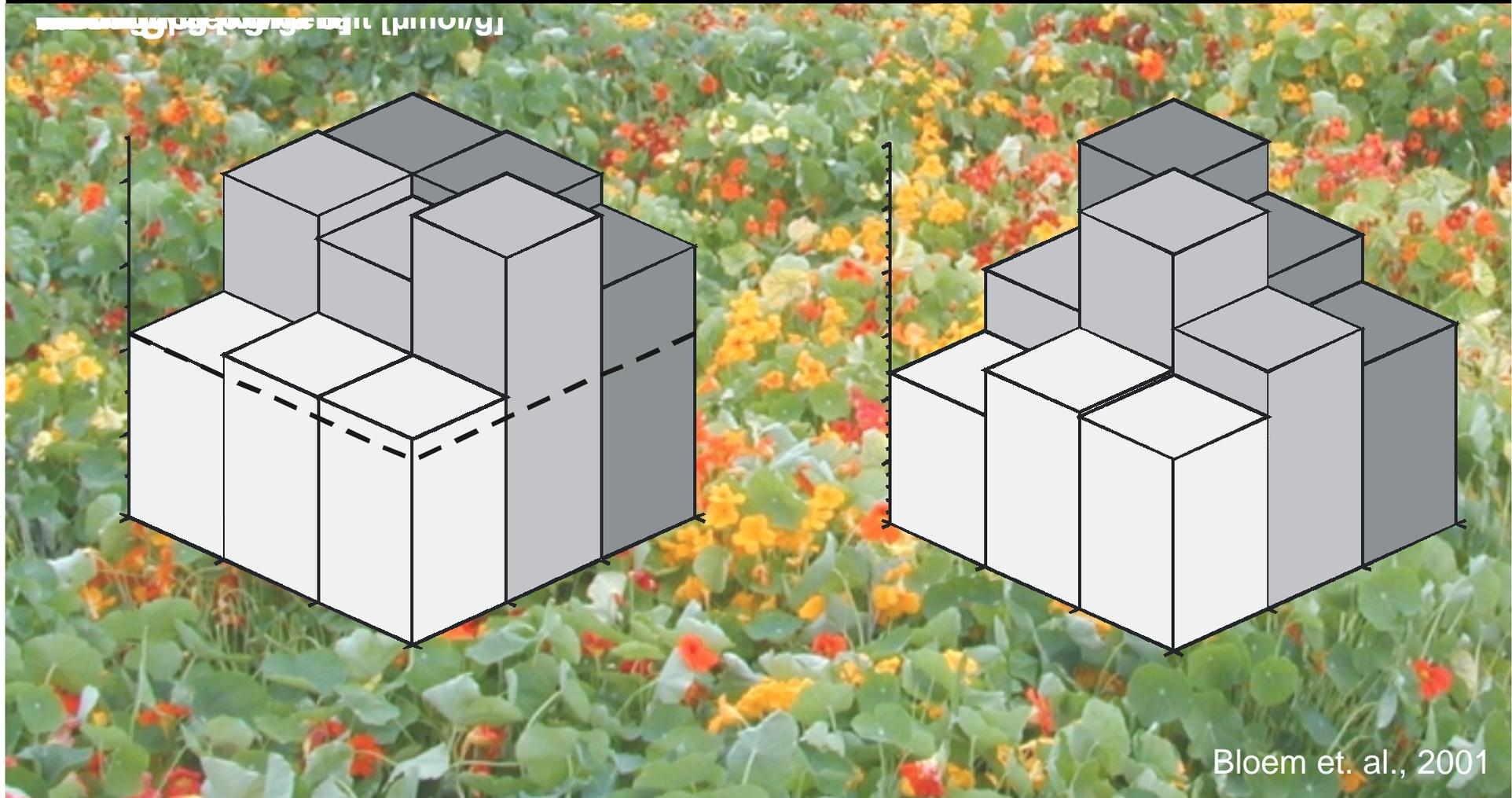
Pharmazeutische Wirkung schwefelhaltiger Inhaltsstoffe, z. B. Kapuzinerkresse



Einfluß biotischer und abiotischer Faktoren auf den Glucotropaeolingehalt von *Tropaeolum majus*

Bloem et. al., 2001

Kapuzinerkresse: Glucotropaeolingehalt



Bloem et. al., 2001

Glutathiongehalte von Gemüse und Obst [mg/100g]

Glutathione+Vitamin B, C Tablets

GLUTAMAX® fresh morning contains glutathione derived from torula yeast (*Torula utilis*), extract of fermented rice and fermented soya bean.

Glutathione (GSH), a tripeptide (glutamyl-cysteinyl-glycine), is the most abundant and major low-molecular-weight thiol compound of the living cell. It plays an important role in the detoxification of carcinogens. It is a powerful antioxidant and scavenges free radicals. The cellular levels of GSH are markers of defense against oxidative stress and are depleted by the action of supplemental GSH. The use of supplemental GSH is necessary to continue protecting the cell.



www.hankintatukku.com/Glutathione.html

Spargel	26
Avocado	31
Broccoli	8
Grapefruit	15
Orange	11
Pfirsich	7
Kartoffel	13
Spinat	5
Erdbeere	12
Tomate	11
Wassermelone	28
Zucchini	7

(Pressman, 1997)

Schwefelhaltige bioaktive Komponenten in ausgewählten Kulturen und ihre medizinische Anwendung (Bloem et al., 2001)

Planzen

S-haltige Komponenten

Anwendung/Eigenschaften

Meerrettich

(*Armoracia rusticana* L.)

Glucosinolate (bis zu 0.32%):
Sinigrin, Gluconasturtiin
(Phenylethyl (15%) und Allyl
(90%) Senföl)

Arthritis, Skorbut,
Harnwegsinfektionen, Grippe

Kapuzinerkresse

(*Tropaeolum majus* L.)

Glucotropaeolin (Benzyl
Isothiocyanat)

Bronchitis, Harnwegsinfektionen,
antimikrobiell

Knoblauch

(*Allium sativum* L.)

Alliin ($\geq 0.3\%$), Allicin,
Scordinine, Ajoens

Arteriosclerose, hoher Blutdruck,
bakterizid

Zwiebel

(*Allium cepa* L.)

Isoalliin, Cycloalliin,
Thiosulfinate, Sulfinyldisulfid

Verdauungsfördernd, Anämie,
Verbrennungen, Asthma

Spargel

(*Asparagus officinalis* L.)

Asparaginsäure, Glutathione

Entgiftung von Leber, Nieren und
Blutgefäßen, harntreibend, Krebs
anticancerogen

Broccoli

(*Brassica oleracea* L.)

Sulforaphene

Senf

(*Brassica nigra*)

Sinigrin

Hautreizungen, externe
Anwendung um die Durchblutung
anzuregen

Weißkohl

(*Brassica oleracea*)

Glucosinolate (bis zu 0.16%):
Sinigrin, Glucobrassicin,
Glucoiberin, Glucoraphanin

Magengeschwüre,
Wundauflagen, Abszesse



Äußere Qualität: Knackiger Salat durch Schwefelmangel?



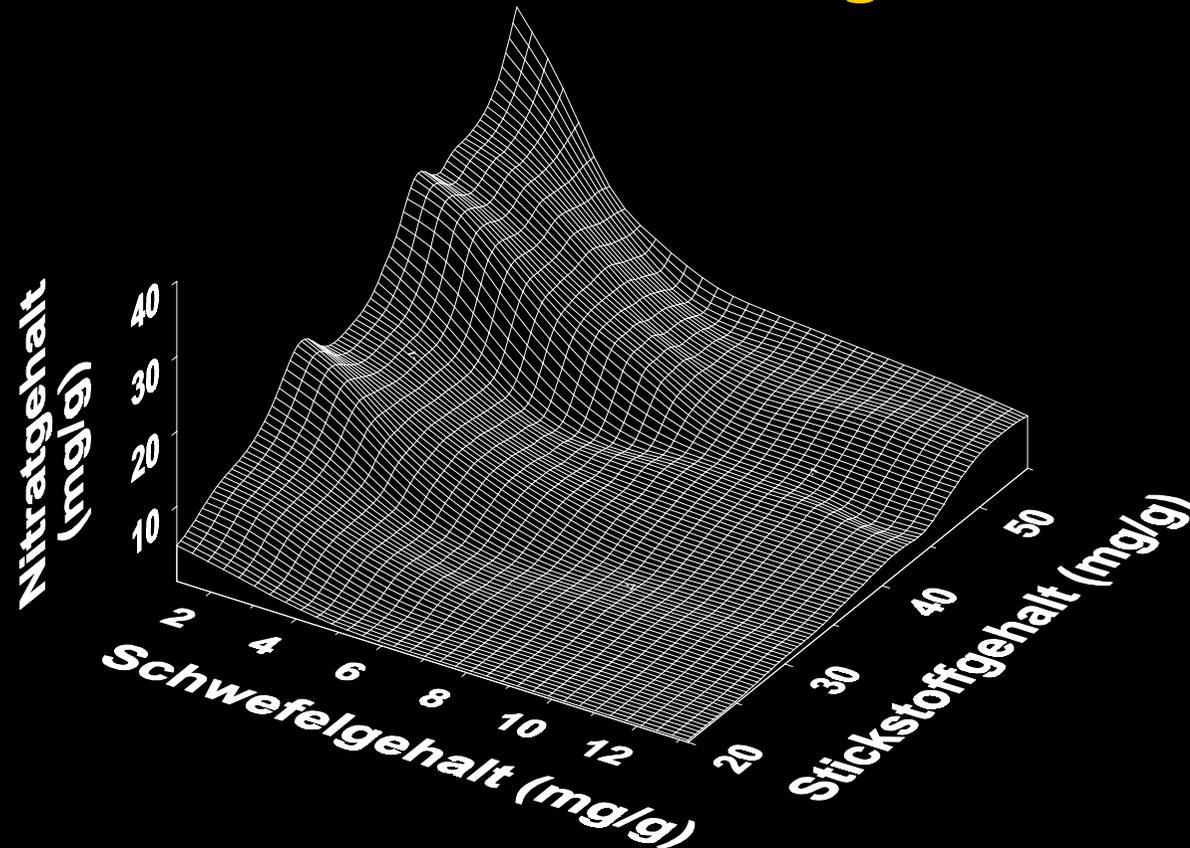
Blätter mit akutem S-Mangel sind chlorotisch und hellgrün. Sie wirken jünger.

Deformierte Blätter durch unterschiedliches Zellwachstum in den verschiedenen Blattbereichen, wirken sukkulent und knackig.

Jedoch...

Chlorosen und Blattdeformation an Winterraps durch S-Mangel

Bei Schwefelmangel wird Nicht-Protein-Stickstoff im Blatt angereichert!



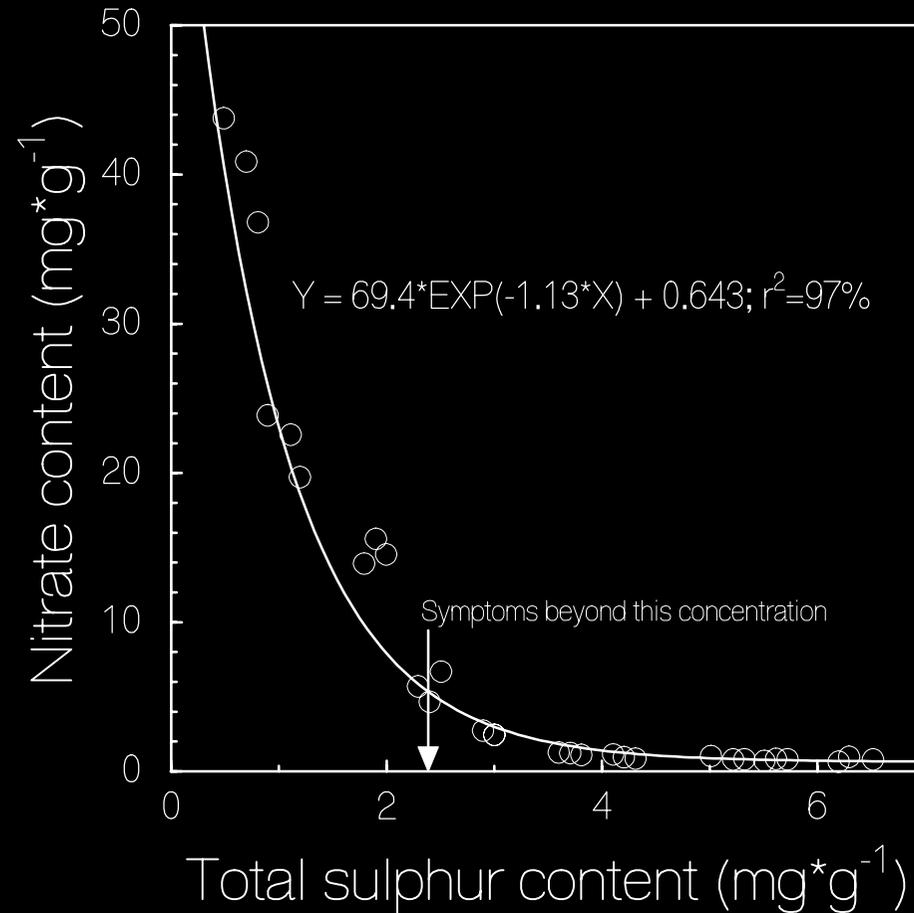
Amide: schlechter Geruch von Gemüse

Nitrat: wird bei der Lagerung von Gemüse mikrobiell zu Nitrit reduziert.

Nitrit blockiert die Sauerstoffaufnahme-fähigkeit des Hämoglobins und ist Vorläufer der krebserregenden Nitrosamine.

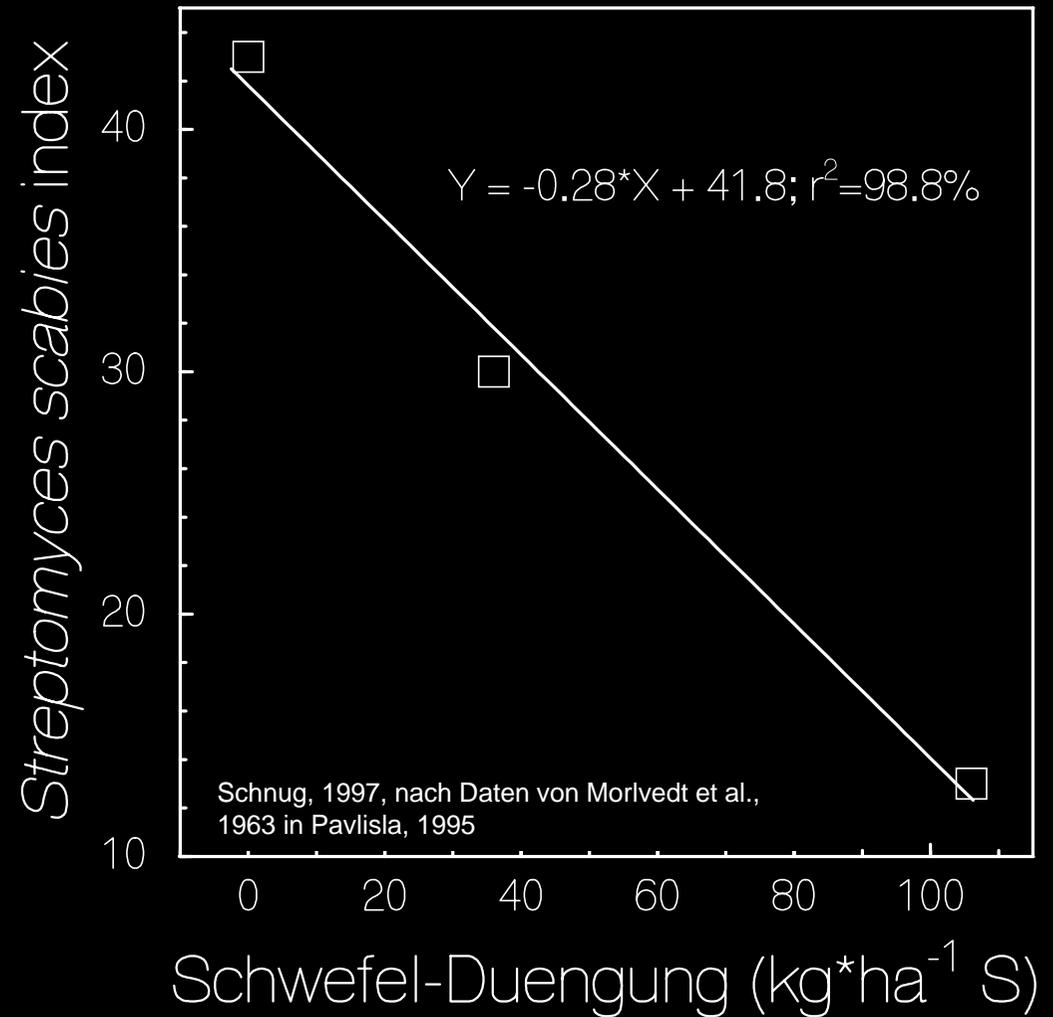
Nitratgehalte von jüngeren, voll differenzierten Grünkohlblättern in Abhängigkeit von den Gesamtgehalten an Schwefel und Stickstoff (Schnug, 1997)

Nitratgehalt von Gemüse



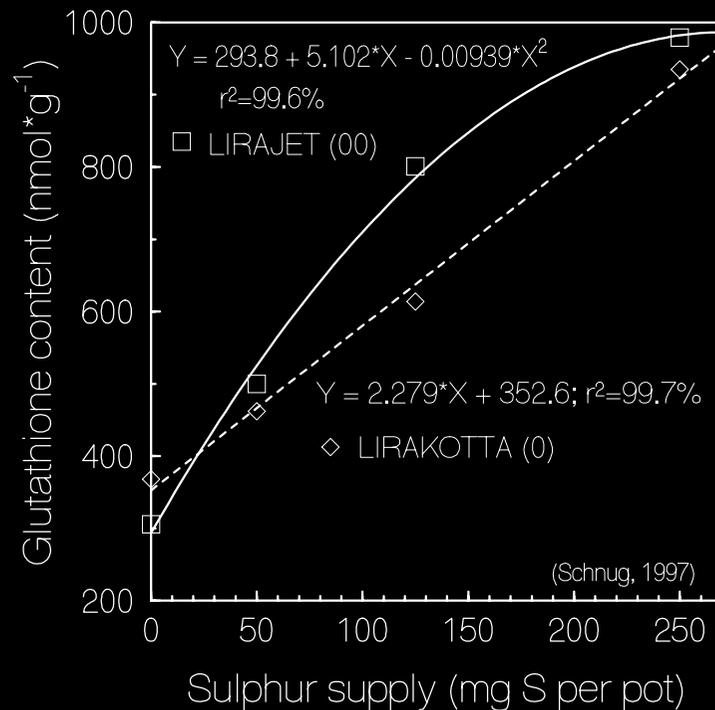
Nitratgehalt und Gesamtschwefelgehalt von Salatblättern (Schnug, 1990)

Äußere Qualität: z. B. Kartoffelschorf



Schnug, 1997, nach Daten von Morlvedt et al., 1963 in Pavliska, 1995

Schwermetalle: Entgiftung, Blockaden und Aufnahme-antagonismen durch S-haltige Komponenten



Glutathiongehalt in der Trockensubstanz junger, voll ausdifferenzierter Blätter von 0- und 00-Raps in Abhängigkeit von der Schwefelversorgung (Schnug, 1989)

Thiole haben eine Affinität zu Schwermetallen (Hg, Cu, Cd) und halten Sie in Wurzel und Stengel zurück.

Glutathion ist eine Vorstufe der Phytochelatine, die den Schwermetalltransport Wurzel-Spross und Sproß-Blatt vermindern.

Zwischen **Sulfat** und Anionen (As, Sb, Se, Mo, B) bestehen Antagonismen bei der Wurzel-aufnahme.

