

Identifizierung phenolischer Inhaltstoffe in Tomaten (*Solanum lycopersicum*)

Susanne Rühmann

susanne.ruehmann@wzw.tum.de

Fachgebiet Obstbau der Technischen Universität München

Weihenstephan (Prof. Dr. Treutter)

Identifizierung phenolischer Inhaltsstoffe in Tomaten (*Solanum lycopersicum*)

Carolin Müller, Susanne Rühmann, Ionela Regos, Dieter Treutter

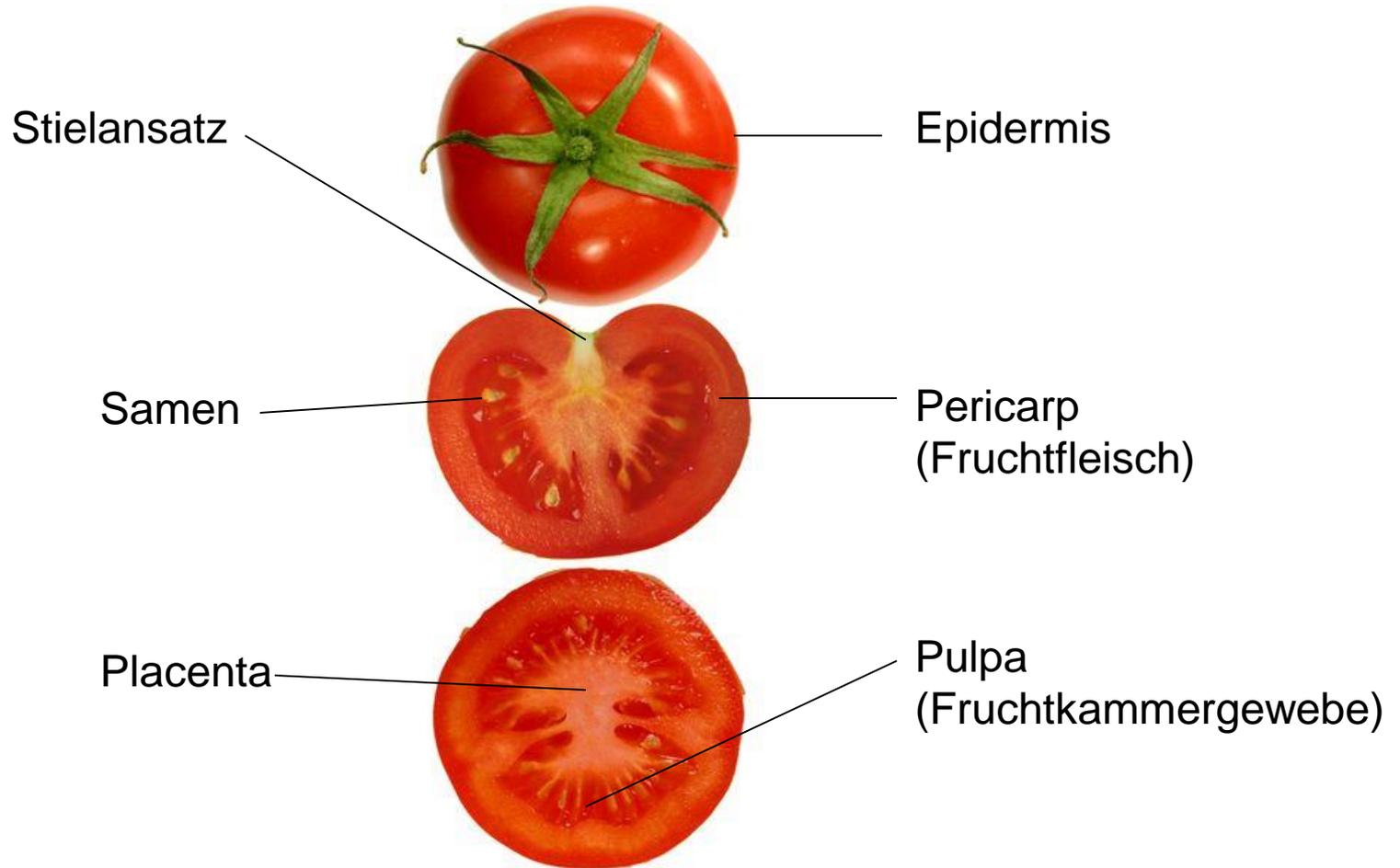
Fachgebiet für Obstbau, Technische Universität München Weihenstephan, Alte Akademie 16, 85350 Freising, Germany

Aus ernährungs-physiologischer Sicht spielen Pflanzeninhaltsstoffe eine bedeutende Rolle. Bei Tomaten stehen dabei neben dem Lycopin auch Phenylpropanoide wie Chlorogensäure und Naringenin im Mittelpunkt. Um die Dynamik der Phenylpropanoid-Biosynthese während des Reifeprozesses von Tomaten zu erfassen und ihre gewebespezifische Lokalisierung (Pulpa, Pericarp, Epidermis, Stielansatz, Fruchtfleisch) ermitteln zu können, Phenylpropanoide und Flavonoide identifiziert und quantitativ erfasst.

Dazu wurden verschiedene Reifegrade sowie unterschiedliche Gewebetypen von Tomaten der Sorten „Durinta“ und „Vanessa“ methanolisch extrahiert und der Phenylpropanoidgehalt mittels HPLC-Analyse bestimmt. Die Identifizierung der einzelnen Verbindungen erfolgte anhand von UV-Spektren, Dünnschichtchromatographie und Massenspektroskopie.

Die Hauptkomponenten der Tomaten waren Benzoesäuren und Hydroxyzimtsäuren. Dabei waren neben Chlorogensäure auch weitere Derivate der Kaffeesäure sowie der p-Cumarsäure zu finden, die in beachtlicher Konzentration auch in cis-Konfiguration auftrat. Neben den schon in Tomaten bekannten Flavonolen Rutin und Rutin-Pentosid wurden mit zunehmendem Reifeprozess weitere Flavonole sowie das Naringenin-Chalcon gefunden. Das Aglykon Naringenin konnte nur bei bestimmten Extraktionsmethoden erfaßt werden. Unreife Tomaten zeigten deutlich geringere Flavonoidgehalte als reife Früchte. Einige Verbindungen wie das Naringeninchalkon und das Naringenin, akkumulierten erst während des Reifeprozesses, andere wie die Flavonole waren schon in unreifen Früchten vorhanden. Die n-Chlorogensäure wurde mit zunehmendem Reifegrad in verschiedene Chlorogensäure-Derivate weiter metabolisiert, z.B. in eine di-Kaffeeoyl-Chinasäure. Während die Chlorogensäure in allen Geweben in vergleichbarer Konzentration zu finden war, kamen die Naringenin-derivate und die Flavonole fast ausschließlich in der Epidermis von Tomaten vor. Die Epidermis wies allgemein die höchsten Gehalte an Phenylpropanoiden und Flavonoiden auf.

Gewebetypen der Tomate



Stielansatz

Epidermis

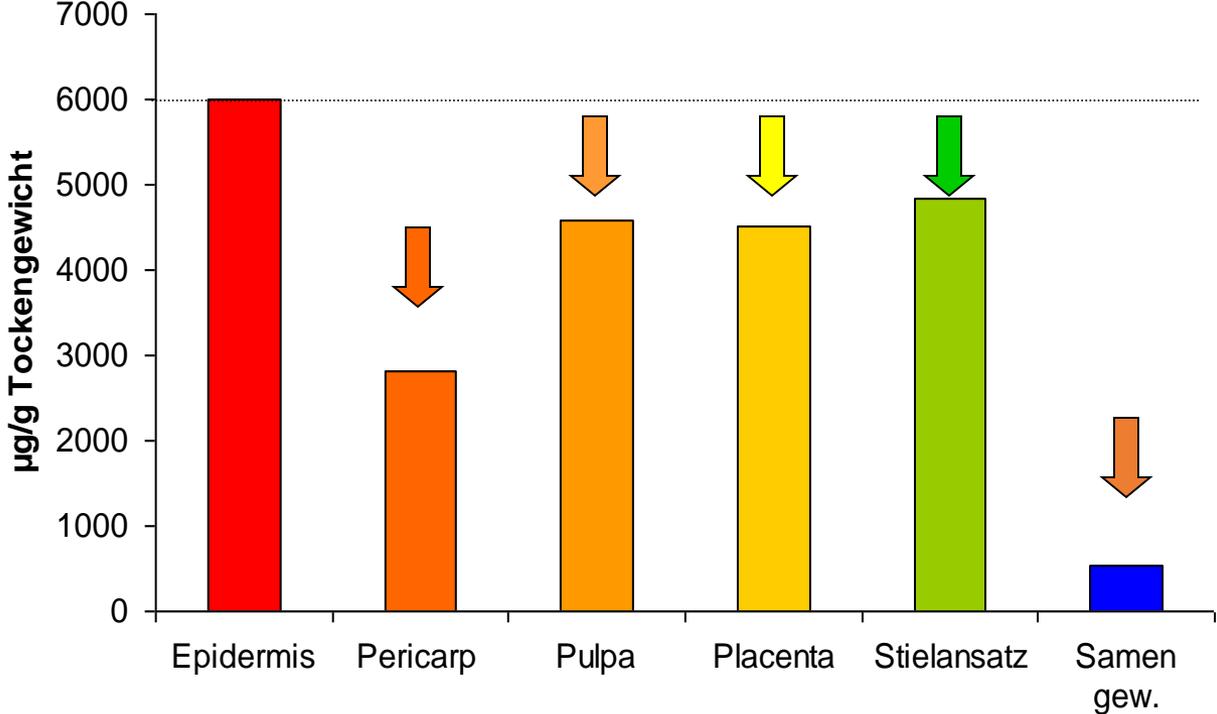
Samen

Pericarp
(Fruchtfleisch)

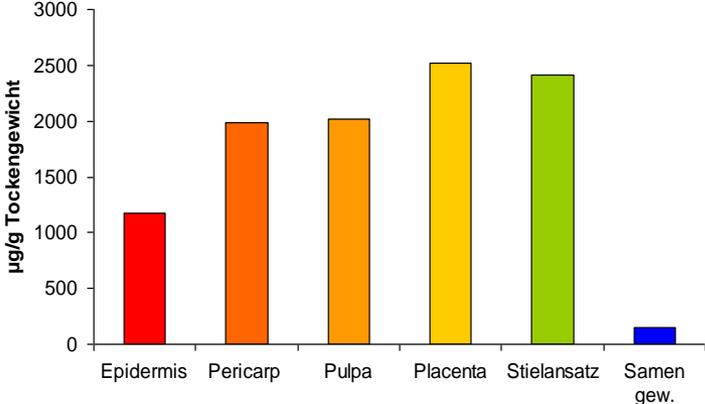
Placenta

Pulpa
(Fruchtkammerngewebe)

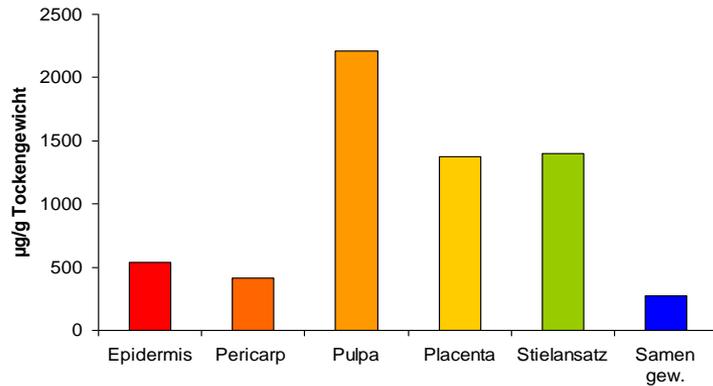
Gesamtgehalt



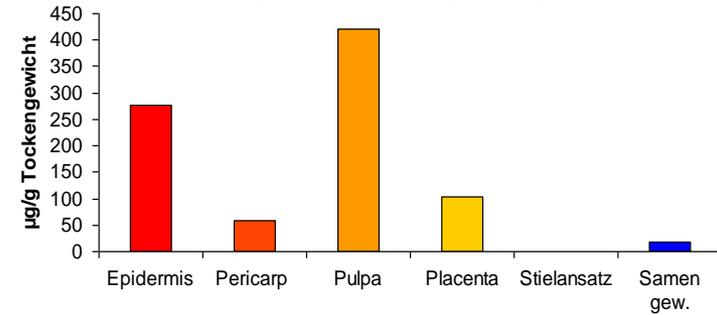
Einfache Phenole



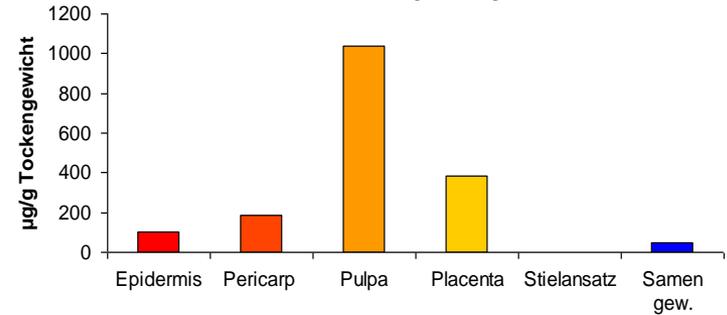
monomere Hydroxyzimtsäure-D.



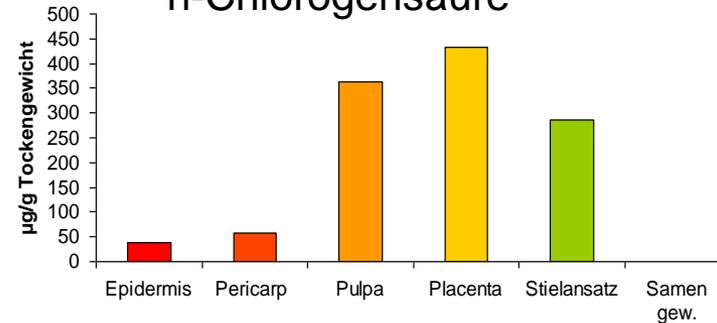
cis/trans p-Cumaroyl-Glycosid



cis/trans Kaffeeolyl-Glycosid

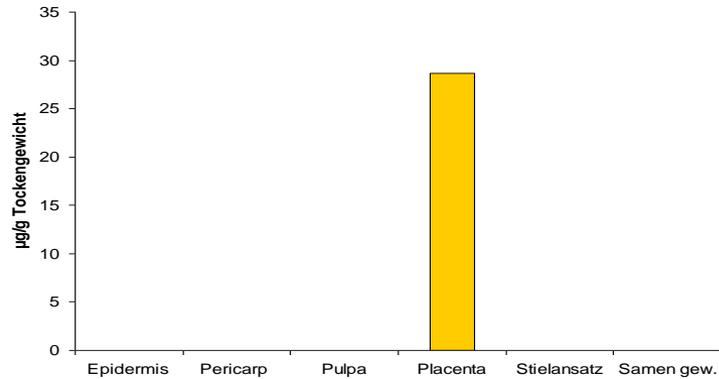


n-Chlorogensäure

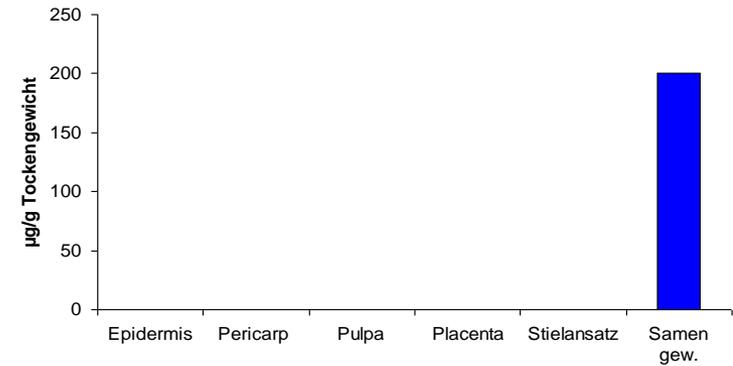


monomere Hydroxyzimtsäure-D.

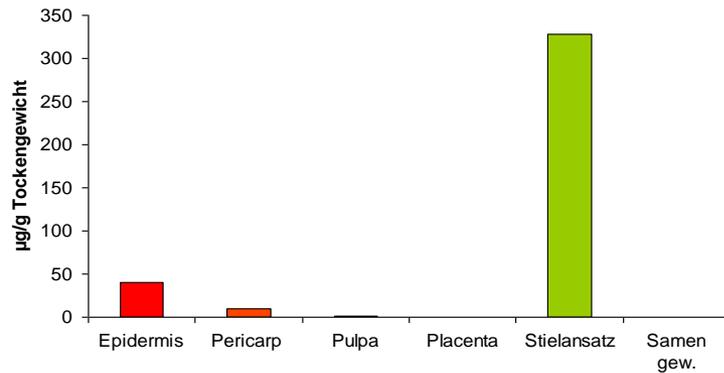
p-Cumarsäure Derivat (49 min)



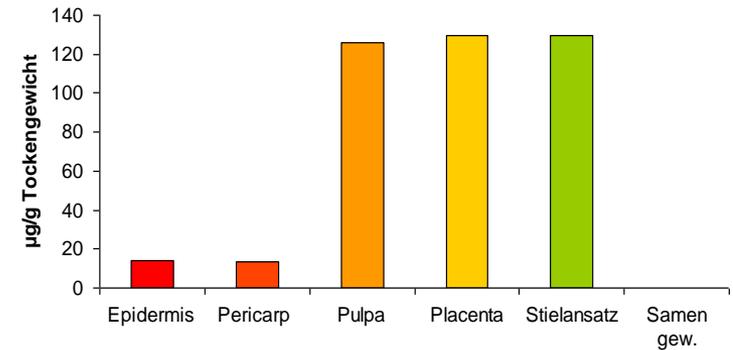
cis-p-Cumarsäure-Derivat (46 min)



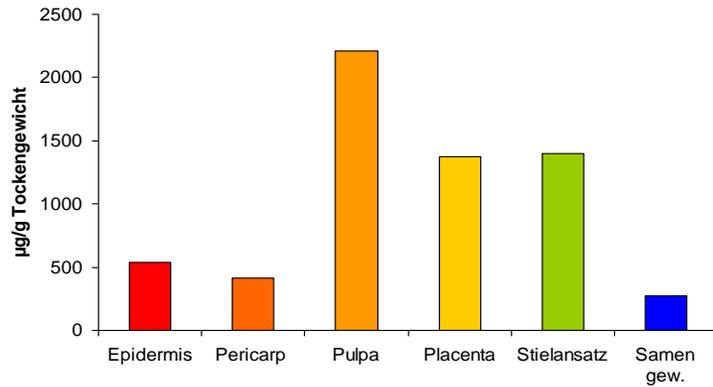
Chlorogensäure Derivat (44 min)



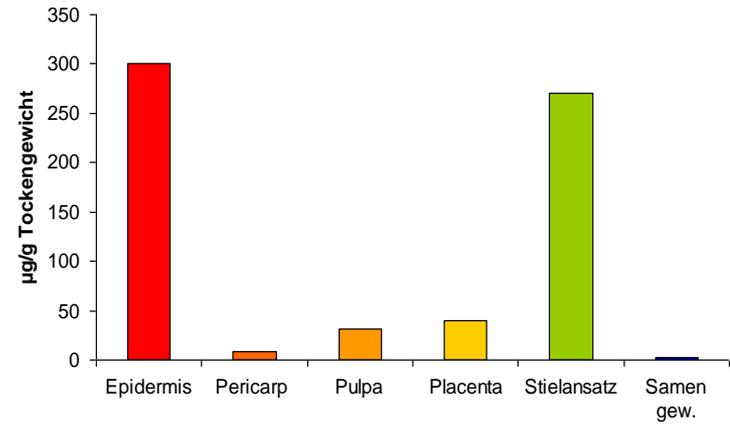
Chlorogensäure Derivat (28 min)



monomere Hydroxyzimtsäure-D.

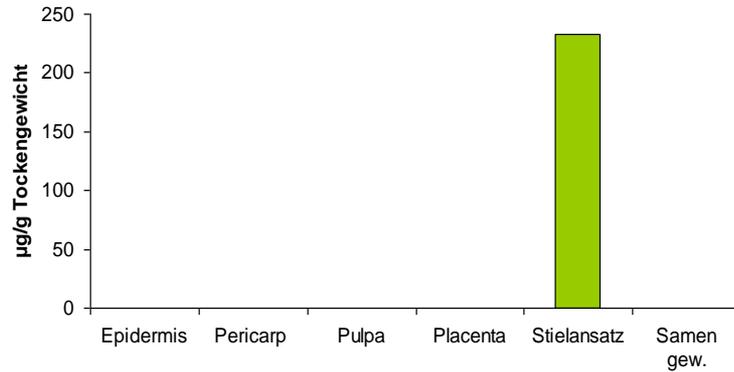


oligomere Hydroxyzimtsäure-D.

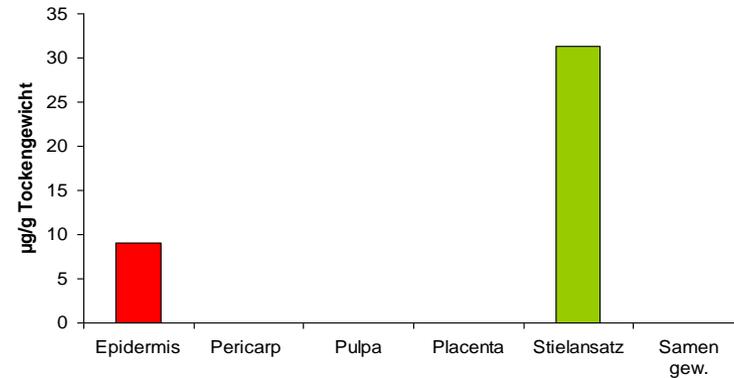


oligomere Hydroxyzimtsäure-D.

Hydroxyzimtsäure Derivat (109 min)

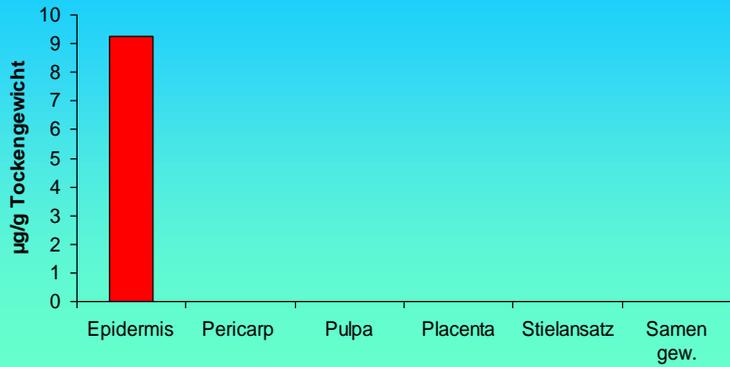


Chlorogensäure Derivat (147 min)



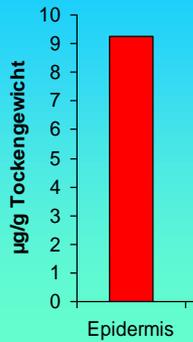
oligomere Hydroxyzimtsäure-D.

Dicafeoyl-Chinasäure

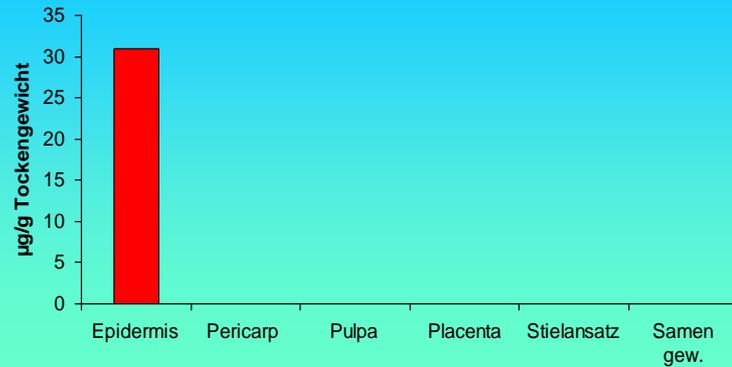


oligomere Hydroxyzimtsäure-D.

Dicafeoyl-Chinasäure

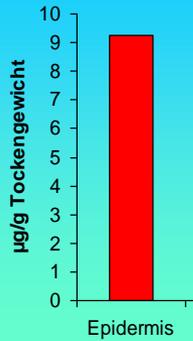


Chlorogensäure Derivat (153 min)

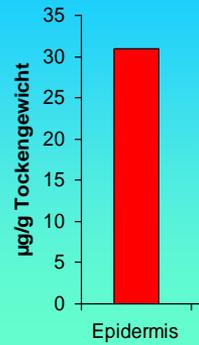


oligomere Hydroxyzimtsäure-D.

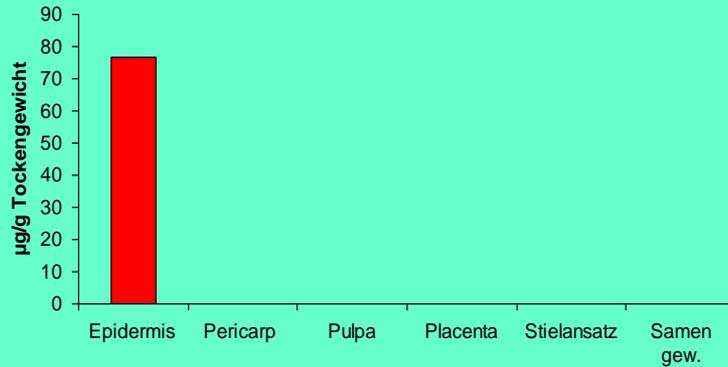
Dicafeoyl-Chinasäure



Chlorogensäure Derivat (153 min)

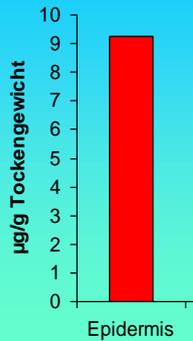


Chlorogensäure D (156 min)

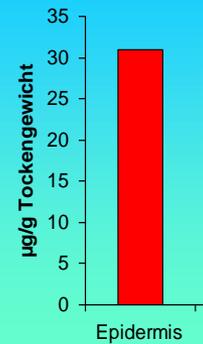


oligomere Hydroxyzimtsäure-D.

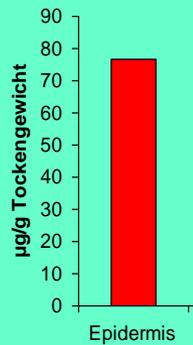
Dicafeoyl-Chinasäure



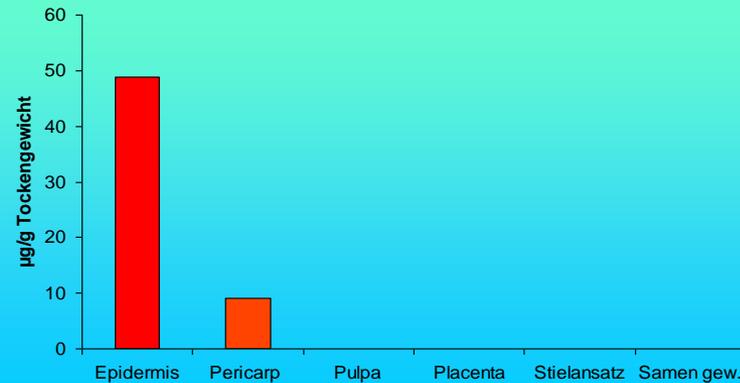
Chlorogensäure Derivat (153 min)



Chlorogensäure D (156 min)

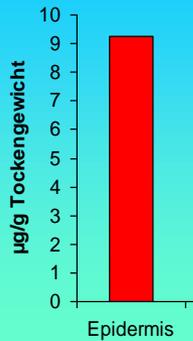


acylierte Hydroxyzimtsäure (159 min)

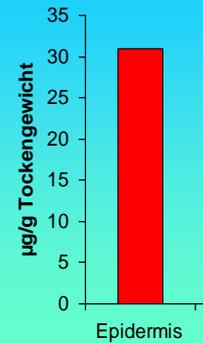


oligomere Hydroxyzimtsäure-D.

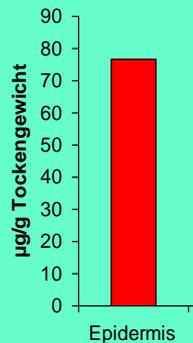
Dicafeoyl-Chinasäure



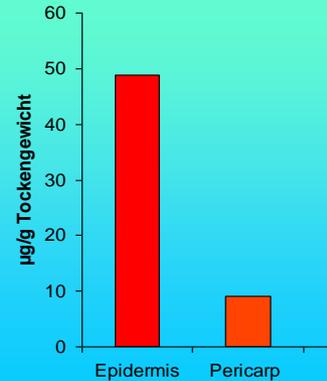
Chlorogensäure Derivat (153 min)



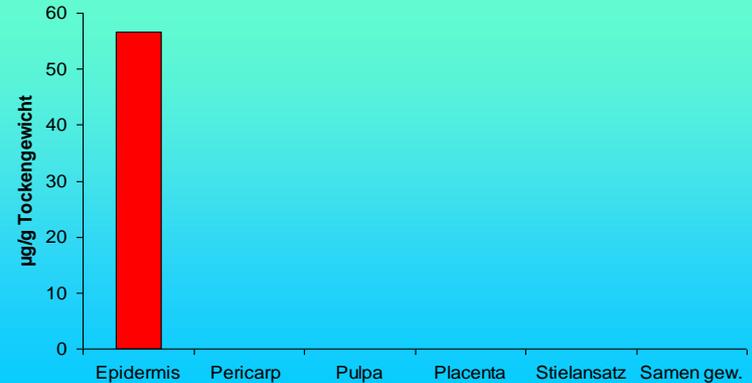
Chlorogensäure D (156 min)



acylierte Hydroxyzimtsäure (159 min)

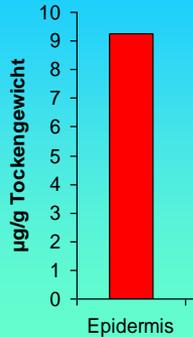


acylierte Hydroxyzimtsäure(160 min)

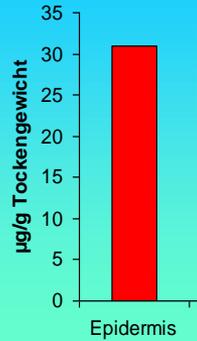


oligomere Hydroxyzimtsäure-D.

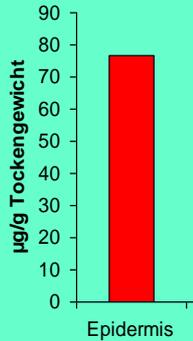
Dicafeoyl-Chinasäure



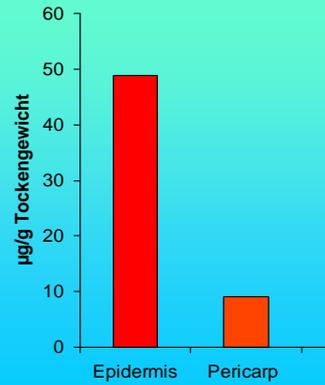
Chlorogensäure Derivat (153 min)



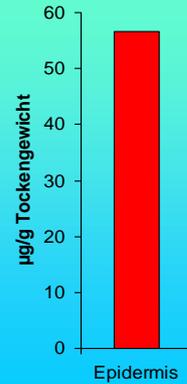
Chlorogensäure D (156 min)



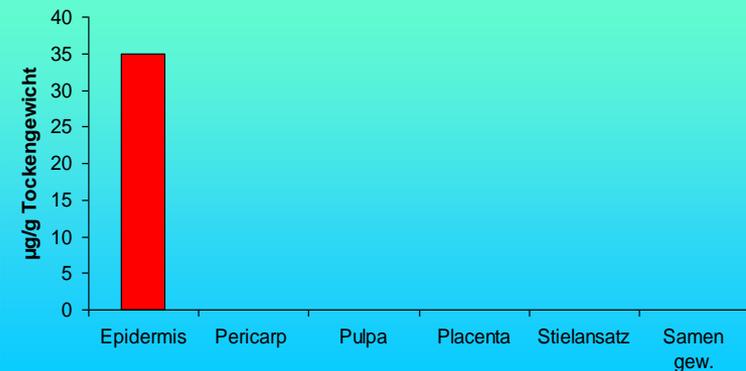
acylierte Hydroxyzimtsäure (159 min)



acylierte Hydroxyzimtsäure(160 min)

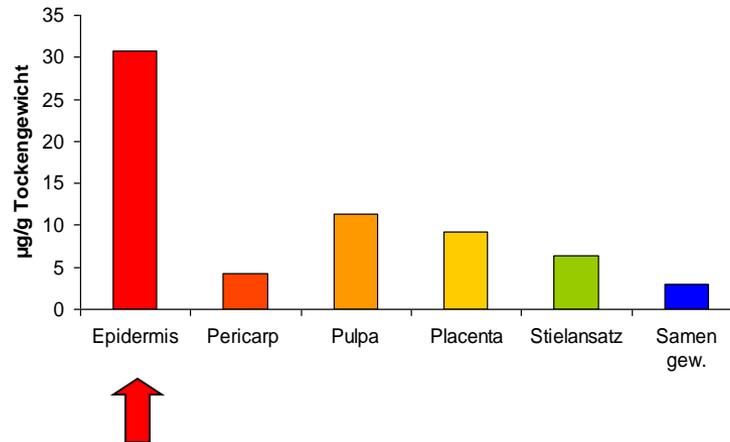


Chlorogensäure Derivat (165 min)



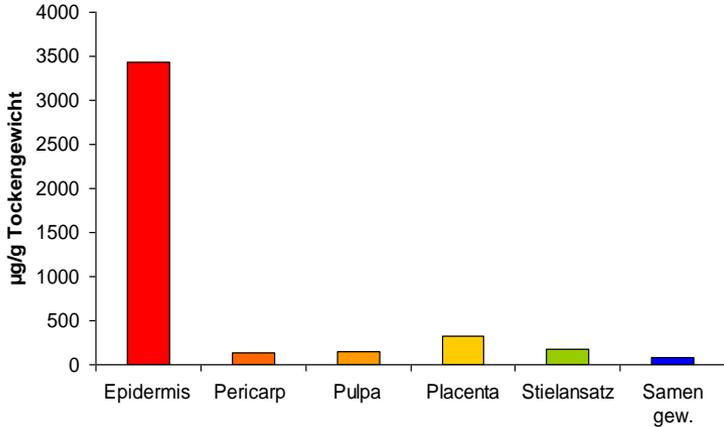
oligomere Hydroxyzimtsäure-D.

Chlorogensäure Derivat (167 min)

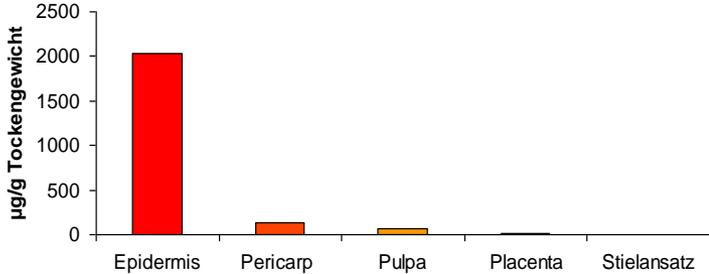


bei gleicher Retentionszeit erscheint
nur in der Epidermis das Naringenin-
Chalkon

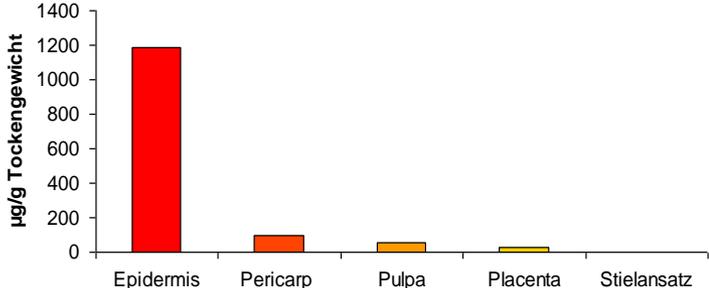
Flavonole



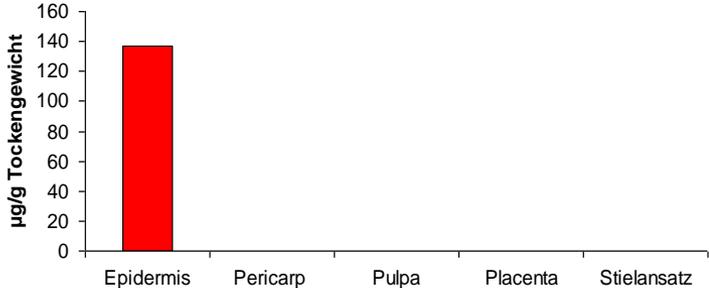
Rutin



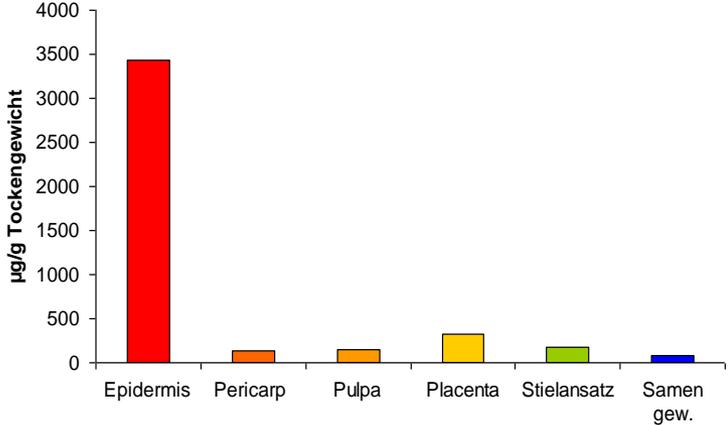
Rutin-Pentosid



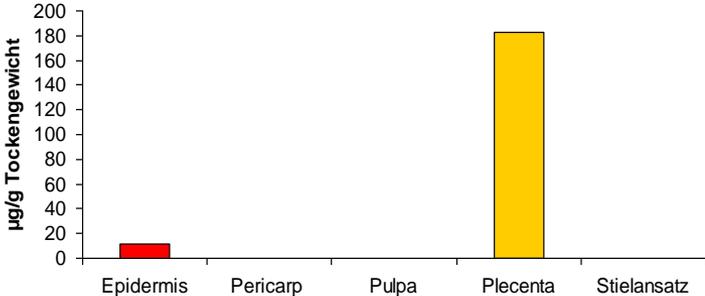
Flavonole 81 min.



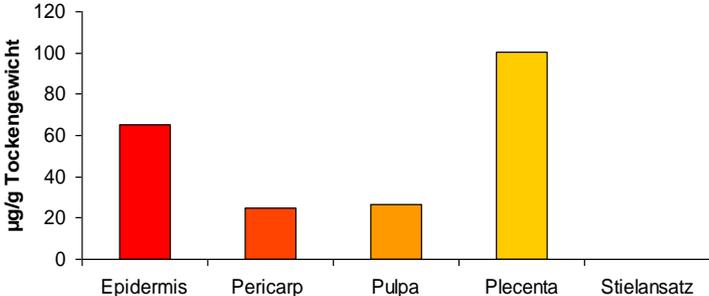
Flavonole



Flavonole 74 min.

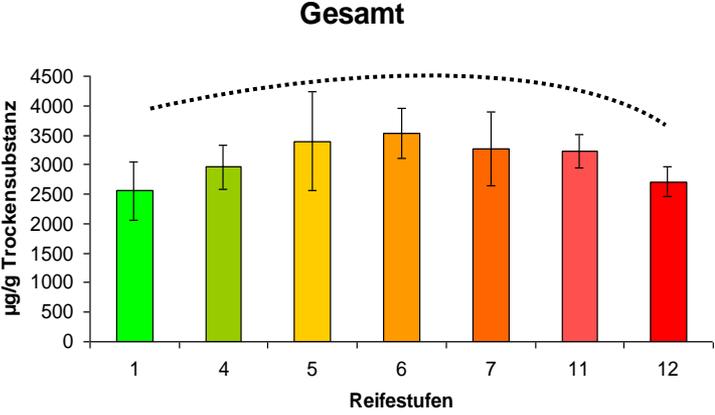


Flavonole 145 min.



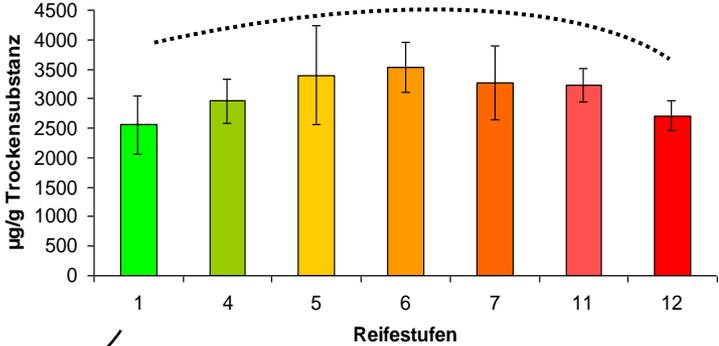
Flavonoide in verschiedenen Reifestadien

Flavonoide in verschiedenen Reifestadien

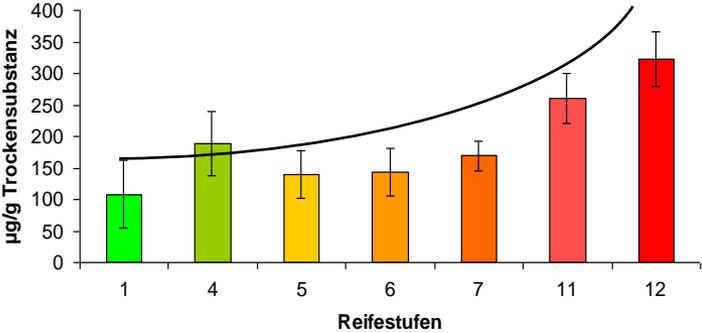


Flavonoide in verschiedenen Reifestadien

Gesamt

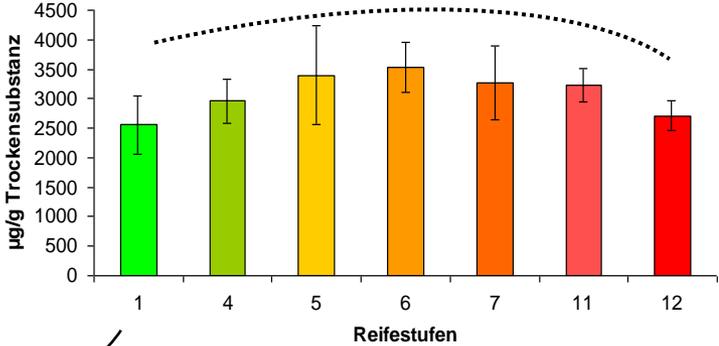


Benzoessäuren

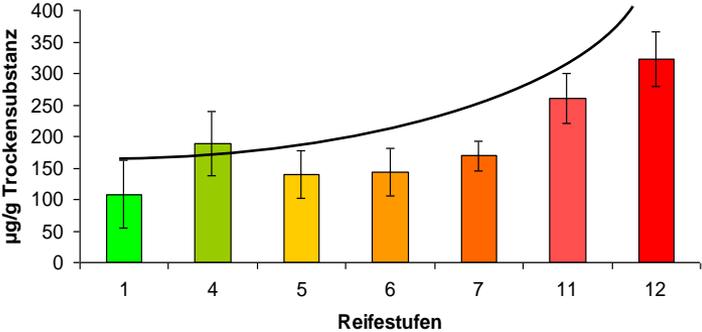


Flavonoide in verschiedenen Reifestadien

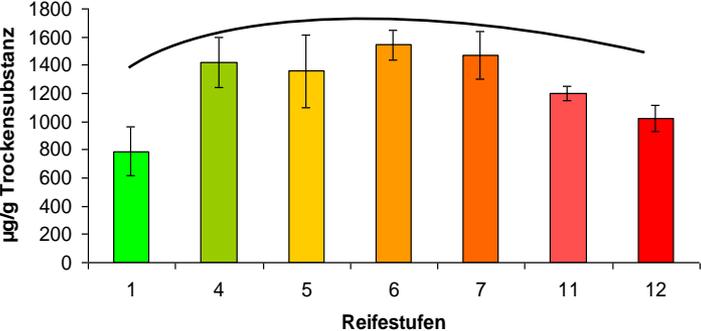
Gesamt



Benzoessäuren

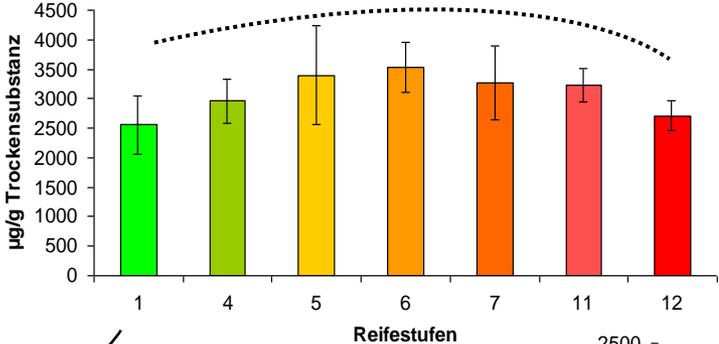


Hydroxyzimtsäuren

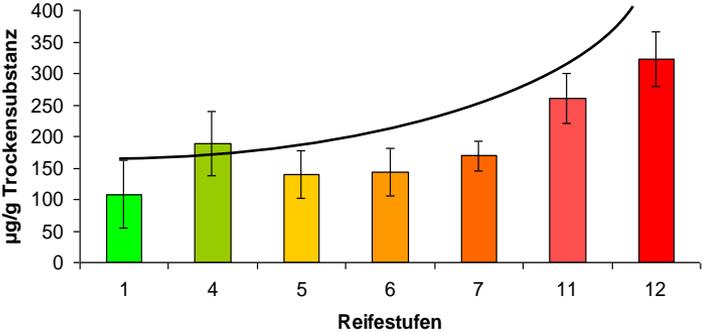


Flavonoide in verschiedenen Reifestadien

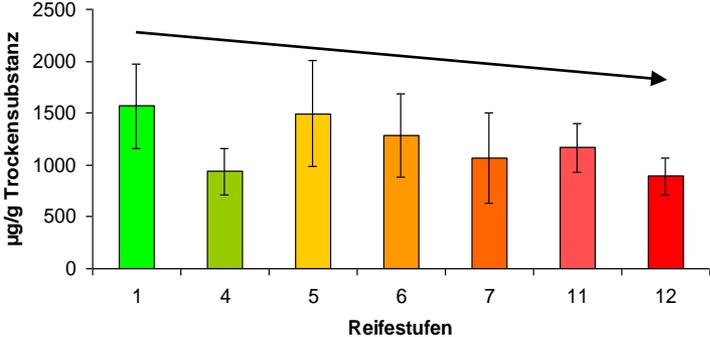
Gesamt



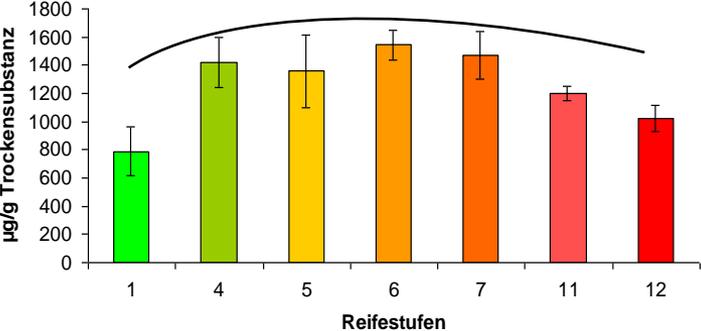
Benzoessäuren



Flavonole

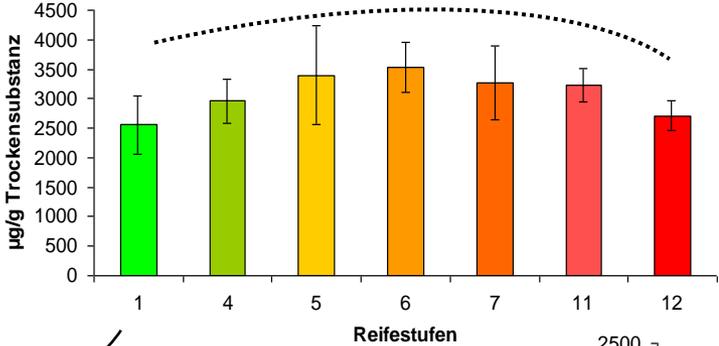


Hydroxyzimtsäuren

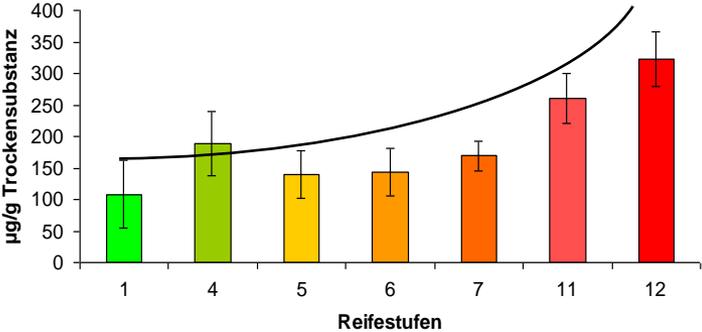


Flavonoide in verschiedenen Reifestadien

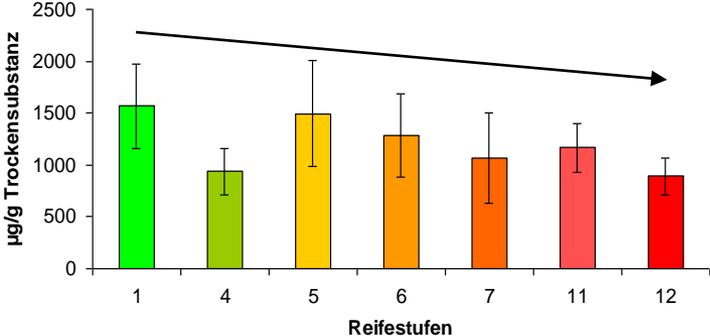
Gesamt



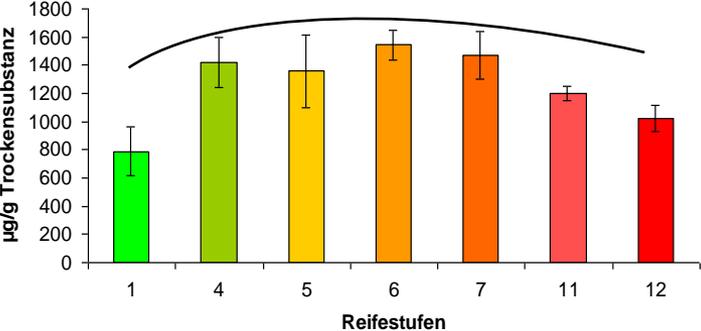
Benzoessäuren



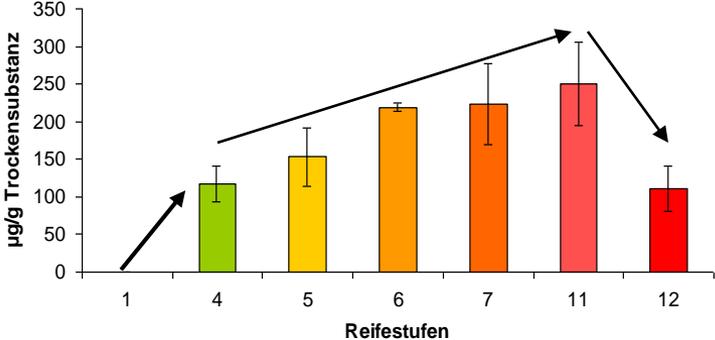
Flavonole



Hydroxyzimtsäuren

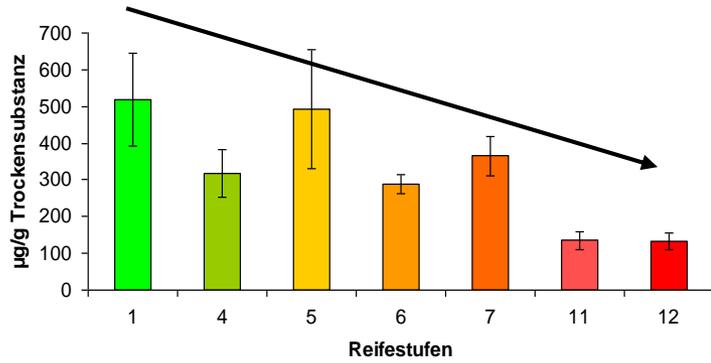


Naringenin-Derivate

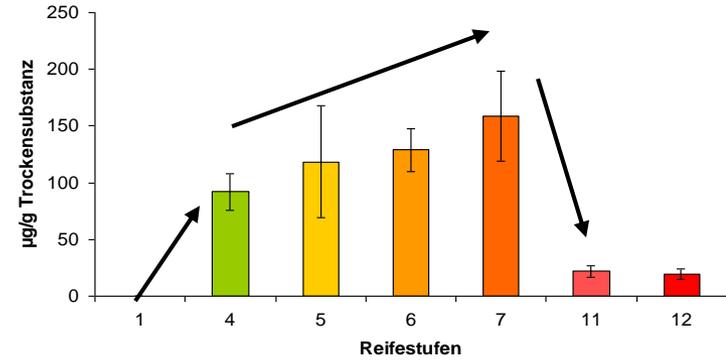


Hydroxyzimtsäuren

n-Chlorogensäure

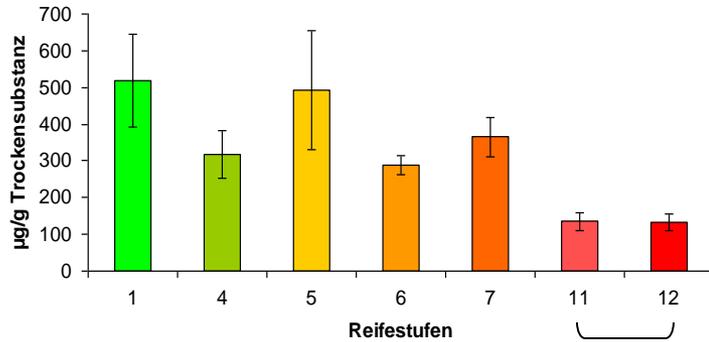


Dicaffeoyl-Chinasäure

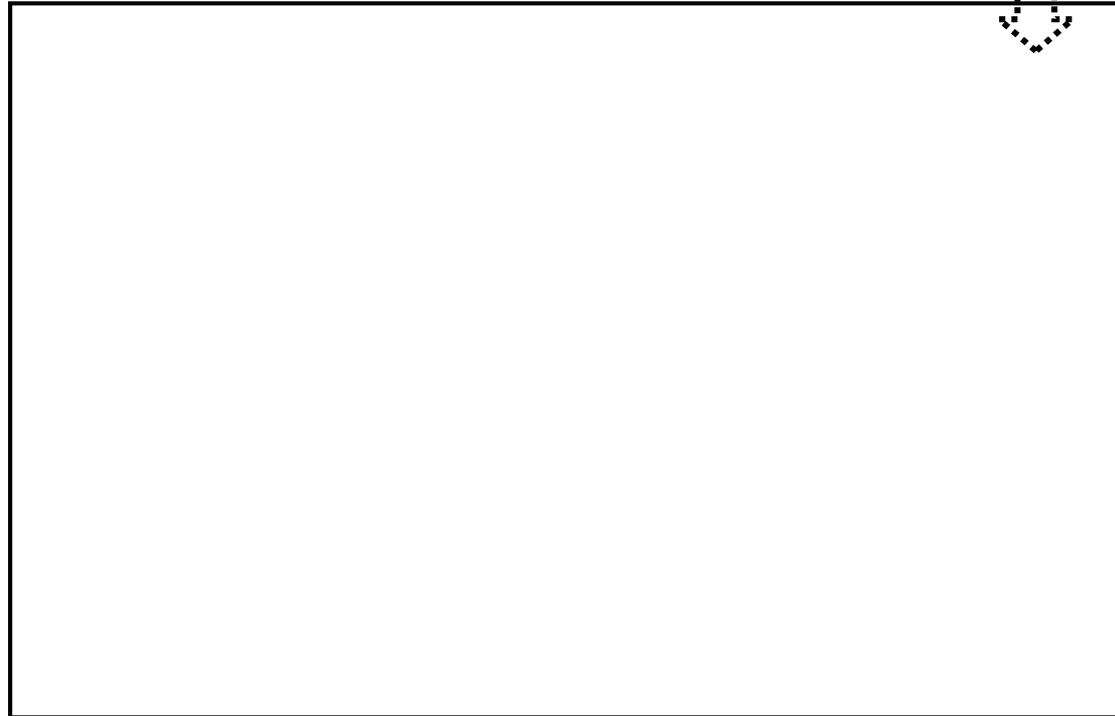
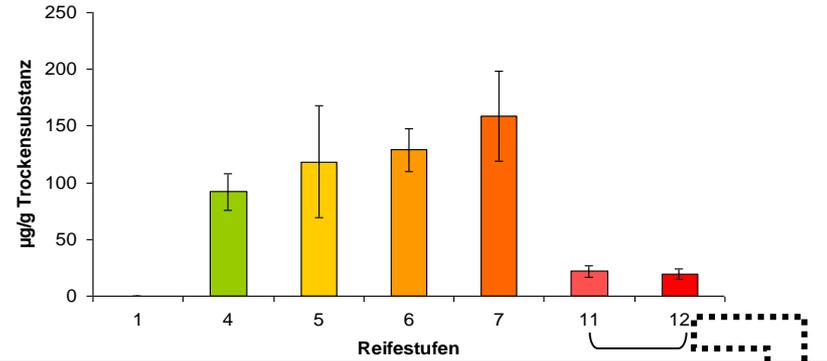


Hydroxyzimtsäuren

n-Chlorogensäure

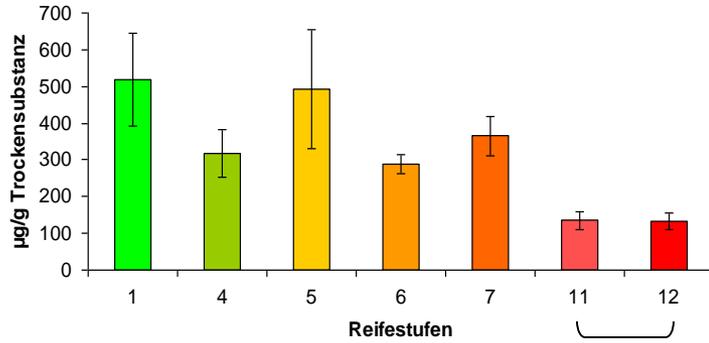


Dicaffeoyl-Chinasäure

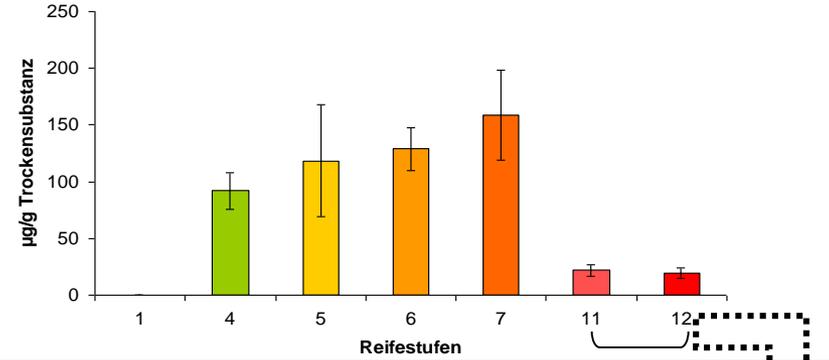


Hydroxyzimtsäuren

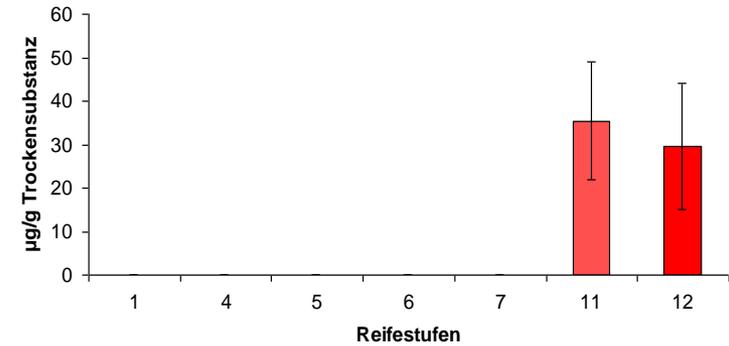
n-Chlorogensäure



Dicafeoyl-Chinasäure

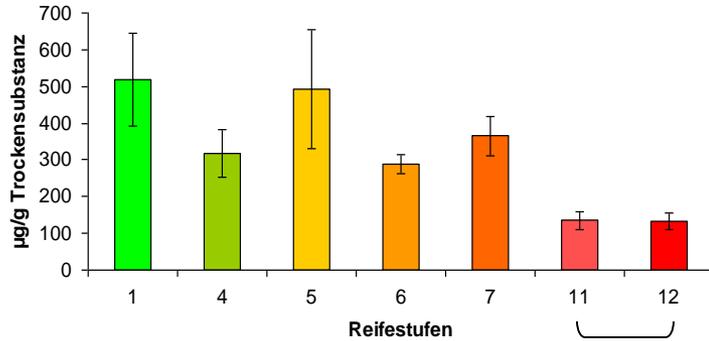


Chlorogensäure-Derivat 14

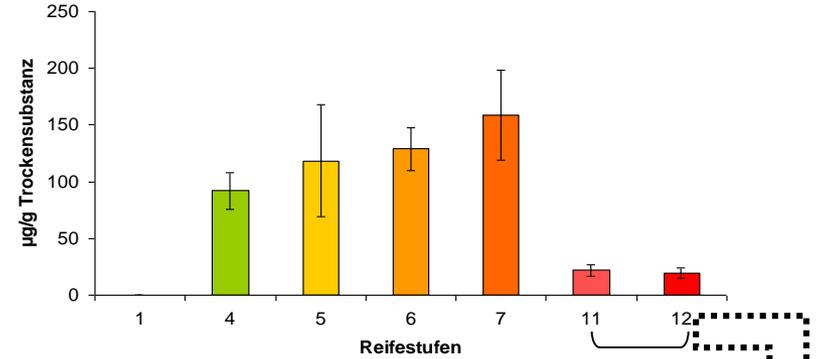


Hydroxyzimtsäuren

n-Chlorogensäure

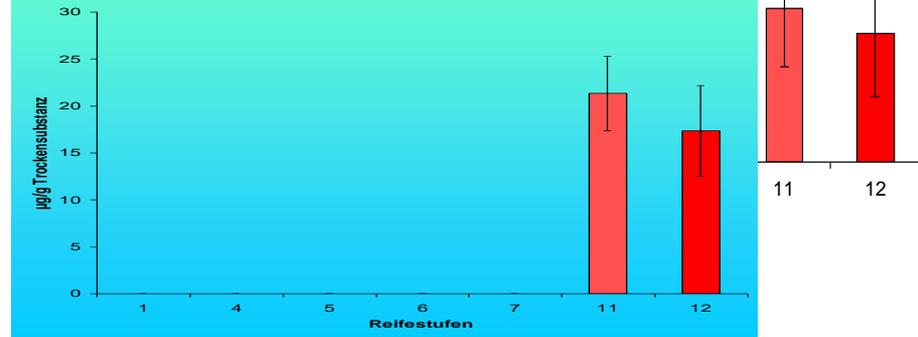


Dicaffeoyl-Chinasäure



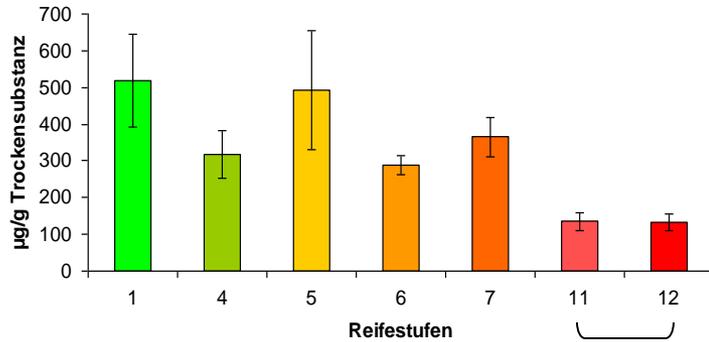
Chlorogensäure-Derivat 14

Acyl. Hydroxyzimtsäure BM

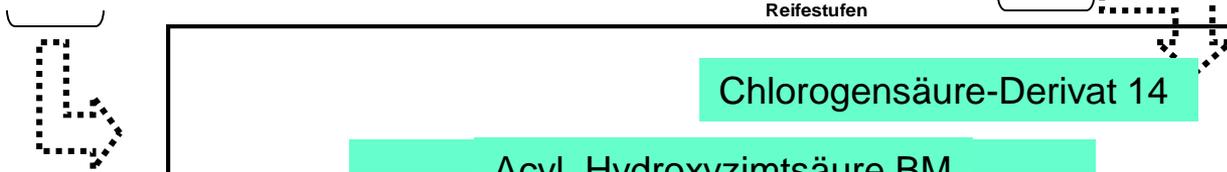
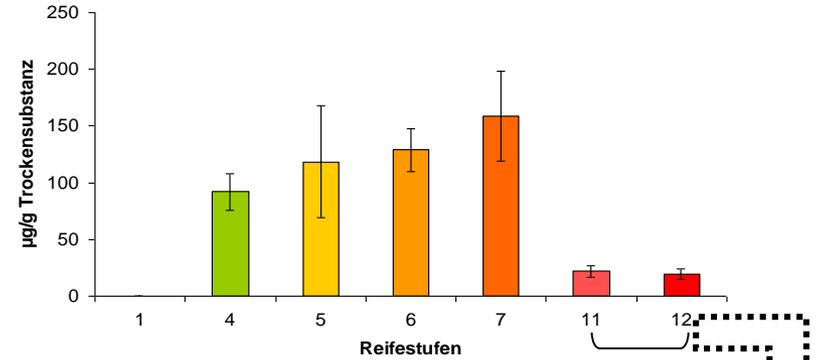


Hydroxyzimtsäuren

n-Chlorogensäure

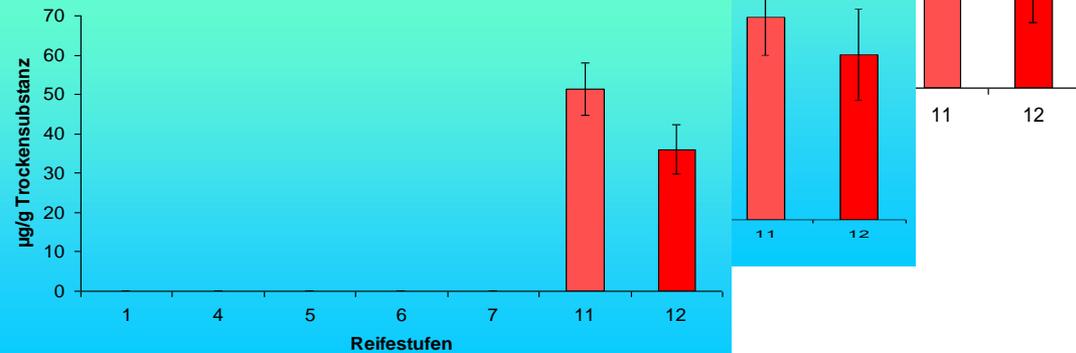


Dicaffeoyl-Chinasäure



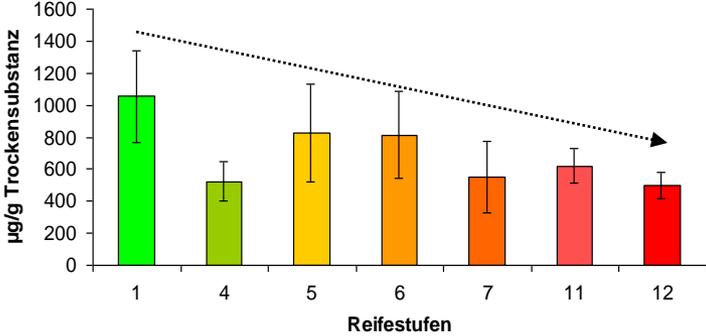
Acyl. Hydroxyzimtsäure BM

Chlorogensäure-Derivat 4

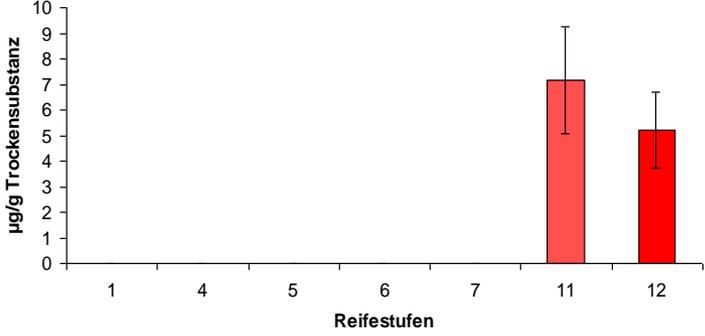


Flavonole

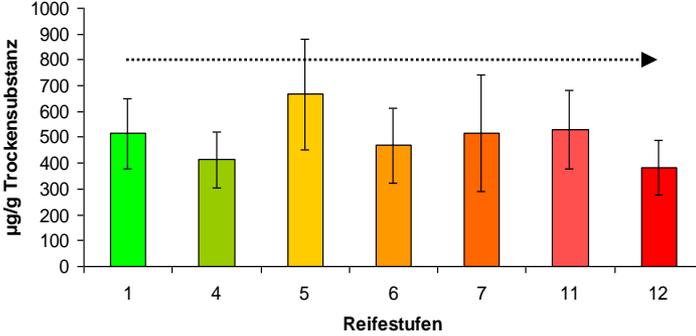
Rutin



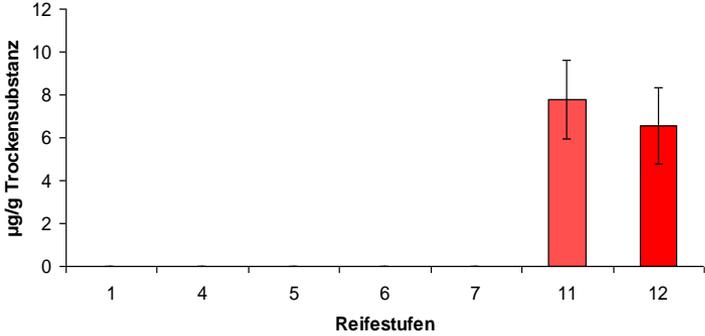
Flavonol 1



Rutin-Pentosid

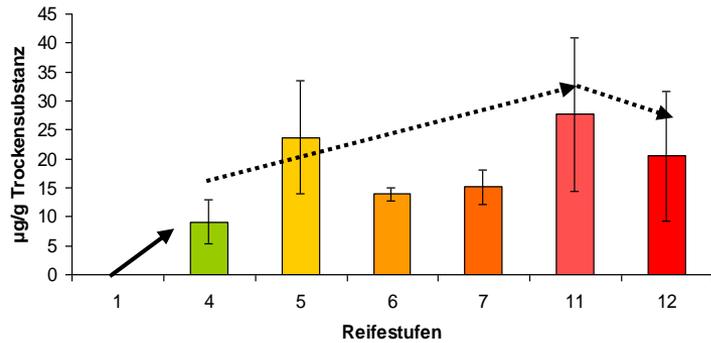


Flavonol 2

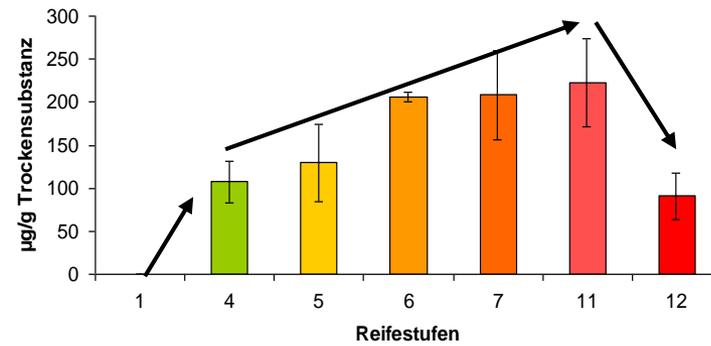


Flavanone

Naringenin



Naringenin-Chalkon + Chlorogensäure



- **Gesamtgehalt** an Flavonoiden verläuft mit zunehmender Reife wie eine Optimumskurve
- der **Hydroxyzimtsäure**-Gehalt verläuft mit zunehmender Reife wie eine Optimumskurve
- **Benzoensäuren** steigen signifikant mit zunehmender Reife => **Reifemarker**
- **n-Chlorogensäure** sinkt mit zunehmender Reife => **Reifemarker**
- das **acylierte Hydroxyzimtsäure-Derivat (BF)** sinkt mit zunehmender Reife => **Reifemarker**
- **di-Caffeeoyl-Chinasäure** steigt mit zunehmender Reife und fällt bei Vollreife stark ab => **Reifemarker**
- die **Chlorogensäure-Derivate 4** und **14** sowie die acylierte Hydroxyzimtsäure **BM** wird erst bei Vollreife synthetisiert => **Reifemarker**

- **Flavonole** sinken tendenziell mit zunehmender Reife
- **Naringenin-Chalkon** (evt. auch Naringenin) steigt signifikant mit zunehmender Reife, sinkt jedoch bei sehr reifen Tomaten wieder ab => **Reifemarker**
- **Rutin** und **Rutin-Pentosid** sinken mit zunehmender Reife nur tendenziell
- die **Flavonole 1** und **2** werden erst bei Vollreife synthetisiert (allerdings in geringen Konzentrationen) => **Reifemarker**