

## Wissenschaftlicher Informationsdienst Tee

Ausgabe Januar 2014

### **Über die Blüten der Teepflanze *Camellia sinensis* (L.) KUNTZE – Morphologie, Inhaltsstoffe und Verwendung**

Von Diplom-Biologin Franziska Wülfing, Universität Hamburg, Biozentrum Klein Flottbek und Botanischer Garten, Abt. Angewandte Pflanzenökologie und Biodiversität der Nutzpflanzen

Die in China beheimatete Teepflanze *Camellia sinensis* (L.) KUNTZE ist dort bereits seit 2700 v. Chr. bekannt. Der aus ihren Blättern und Blattknospen („*two leaves and a bud*“) gewonnene Aufguss weist eine lange Nutzungsgeschichte auf und ist heute eines der meist konsumierten Getränke der Welt. Aktuell richtet sich das Interesse jedoch auch zunehmend auf die Blüten der Teepflanze, deren Verwendung in den traditionell Tee anbauenden Ländern wie China oder Japan lange bekannt, in der hiesigen Lebensmittelindustrie bislang jedoch wenig verbreitet ist. Wurden noch bis in jüngster Vergangenheit die Teeblüten im Zuge der Produktion als Abfallprodukt verworfen, entwickelt sich neuerlich ein zunehmendes Bewusstsein für deren wirtschaftliche Bedeutung.

In den vergangenen Jahren war eine Vielzahl wissenschaftlicher Arbeiten darauf ausgerichtet, die Blüten der Teepflanze sowie deren Knospen auf ihre Inhaltsstoffe und deren Wirkungen hin zu untersuchen. Daraus resultierend ist heute bekannt, dass Teeblüten ähnlich zusammengesetzt sind wie Teeblätter und ebenfalls über entsprechende gesundheitsfördernde Eigenschaften verfügen.

## Über die Blüten der Teepflanze *Camellia sinensis* (L.) KUNTZE – Morphologie, Inhaltsstoffe und Verwendung

Von Diplom-Biologin Franziska Wülfing, Universität Hamburg, Biozentrum Klein Flottbek und Botanischer Garten, Abt. Angewandte Pflanzenökologie und Biodiversität der Nutzpflanzen

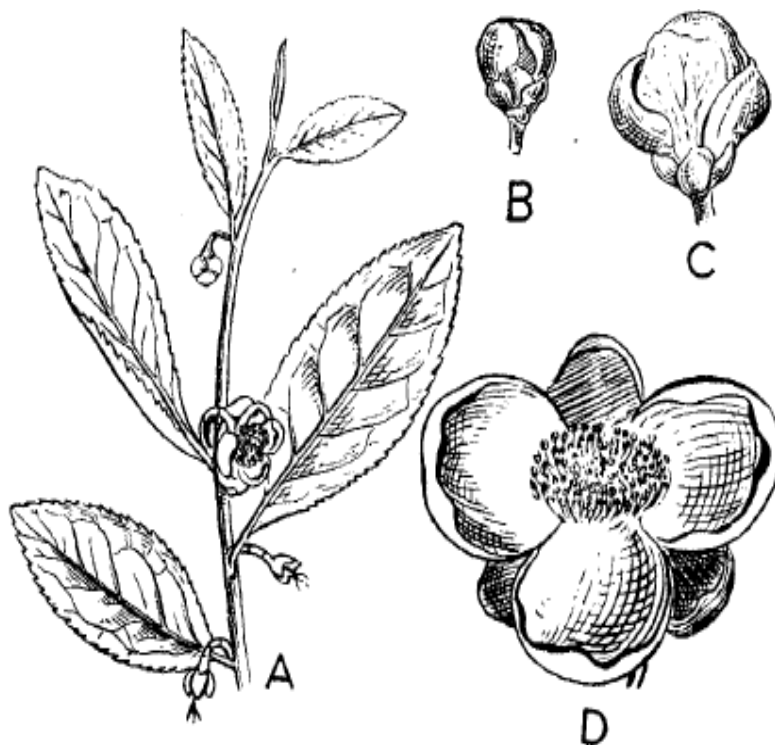
### **Einleitung**

Die in China beheimatete Teepflanze *Camellia sinensis* (L.) KUNTZE aus der Familie der Theaceae (Teestrauchgewächse) ist dort bereits seit 2700 v. Chr. bekannt (LIEBEREI und REISDORFF, 2012). Der aus ihren Blättern und Blattknospen („*two leaves and a bud*“) gewonnene Aufguss weist eine lange Nutzungsgeschichte auf und ist heute eines der meist konsumierten Getränke der Welt. Vor allem aufgrund seines hohen Gehaltes an Flavanolen, einer antioxidativ sehr stark wirksamen Gruppe von Polyphenolen, werden ihm viele gesundheitsfördernde Eigenschaften zugeschrieben (DUFRESNE und FARNWORTH, 2001; CABRERA *et al.*, 2003; HENNING *et al.*, 2003). Aktuell richtet sich das Interesse jedoch zunehmend auch wieder auf die Blüten der Teepflanze. Zwar bietet der internationale Teemarkt traditionell diverse mit Blüten angereicherte Grüne und Schwarze Tees, darunter der vor allem im Norden Chinas sehr beliebte Jasmin Tee (ein Grüntee), sowie auch mit Zimt-, Rosen- oder Lotusblüten versetzte Tees (LIN *et al.*, 2003). Die Verwendung der Blüten von *C. sinensis* ist in der Lebensmittelindustrie bislang jedoch wenig verbreitet. Erst seit ungefähr zehn Jahren besteht insbesondere im asiatischen Raum ein zunehmendes wissenschaftliches Interesse für dieses Themenfeld, was eine Vielzahl von Arbeiten dokumentiert, in denen die Blüten der Teepflanze sowie deren Knospen auf ihre Inhaltsstoffe und deren Wirkungen hin untersucht wurden. Im Folgenden sollen einige der Erkenntnisse daraus vorgestellt werden. Des Weiteren wird auf die historische Nutzung der Blüten von *C. sinensis* eingegangen.

### **Aufbau der Blüte**

Die Teepflanze *C. sinensis* ist ein immergrüner, in Kultur durch Beschnitt strauch- bzw. heckenförmig gehaltener Baum mit wechselständigen, lanzettförmigen, schwach gezähnten Blättern, in deren Achseln sich die weißen oder schwach rosarot gefärbten,

radiärsymmetrischen, rund 3 cm großen, jasminartig duftenden Blüten (Abb. 1) ausbilden (LIST *et al.*, 1972; LIEBEREI und REISDORFF, 2012). Diese wachsen an kurzen Stielen hängend und meist einzeln, es treten jedoch auch zwei bis drei Blüten zusammen in einer Blattachsel auf (KAPIL und SETHI, 1963). Das spiralg angeordnete Perianth (Blütenhülle) besteht aus fünf bis sieben persistenten Sepalen (Kelchblättern), die bis zur Fruchtbildung erhalten bleiben und an ihrer Basis mit den in gleicher Anzahl vorhandenen, glatt und wachsartig erscheinenden Petalen (Kronblättern) zusammengewachsen sind. Letztere weisen eine obovate (verkehrt-eiförmige), ausgebuchtete, nach innen gewölbte Form auf (EDEN, 1958). Die Knospendeckung der Sepalen und Petalen ist imbricat (dachziegelartig). Die Blüten der Teepflanze sind bisexuell (zwitterig). Die in mehreren Wirteln angeordneten, zahlreichen gelblichen Stamina (Staubblätter) weisen lange, an der Basis leicht verwachsene Filamente (Staubfäden) auf und haften dem unteren Teil der Petalen an. Der oberständige, aus drei Karpellen (Fruchtblättern) bestehende, synkarpe Fruchtknoten ist behaart und dreifächerig, mit vier bis fünf Samenanlagen pro Fach. Die Narbe (Stigma) ist dreispaltig, die drei Griffel (Styli) miteinander verwachsen. *C. sinensis* ist überwiegend fremdbestäubt (REHM und EPIG, 1991) und bildet grünlichbraune, holzige Kapsel Früchte mit ein bis drei großen, runden, braunen, stark ölhaltigen, nährgewebelosen Samen (LIST *et al.*, 1972).



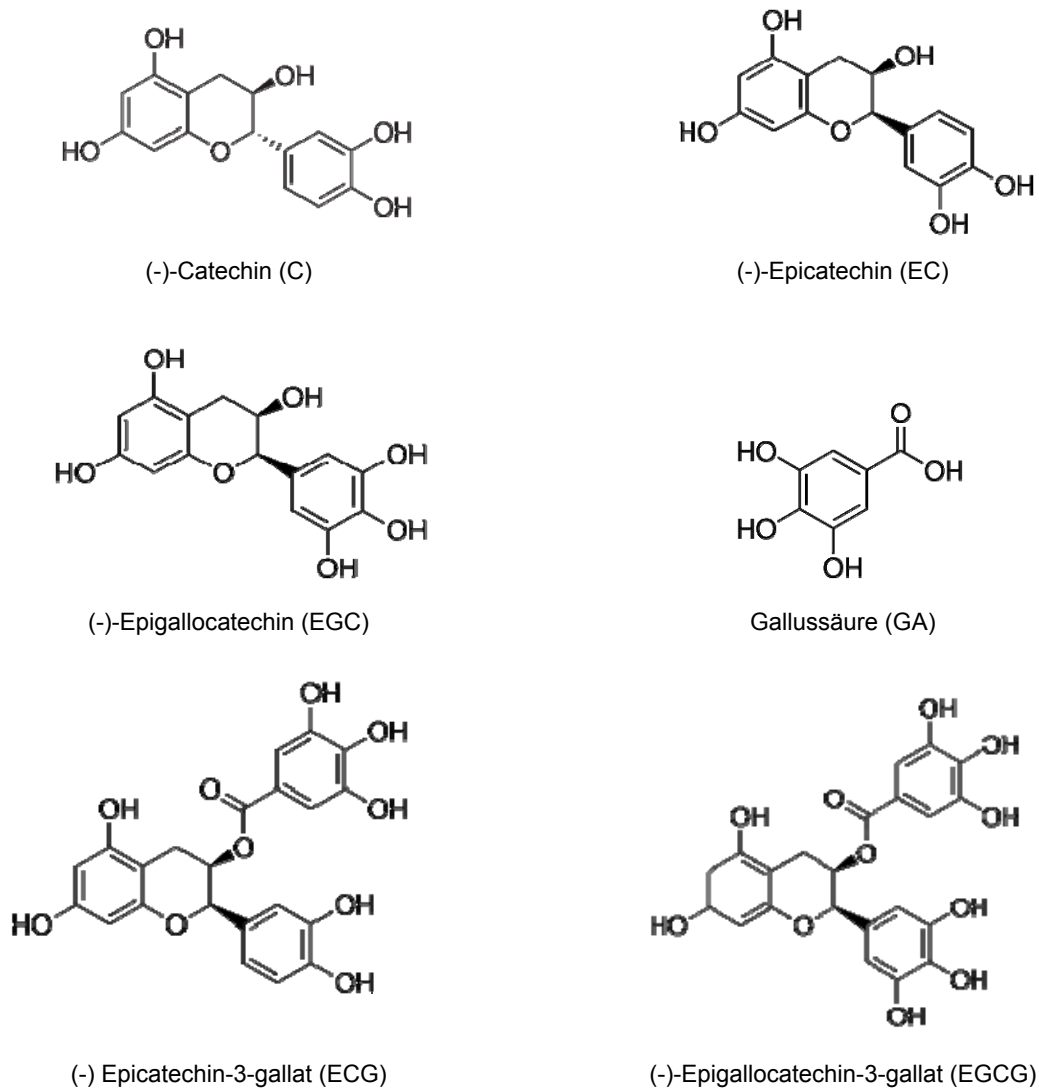
**Abbildung 1.** Blüte der Teepflanze (*Camellia sinensis*): **A** Zweig mit achselständigen, an kurzen Stielen hängenden Blüten, **B** und **C** junge Knospen in verschiedenen Wachstumsstadien, **D** geöffnete Blüte; 1,4-fache Vergrößerung (aus: KAPIL und SETHI, 1963).

### **Inhaltsstoffe der Blüte**

Die chemische Zusammensetzung der Teepflanze ist äußerst komplex, sie umfasst ca. 4000 biologisch wirksame Verbindungen (MAHMOOD *et al.*, 2010) und ist in Abhängigkeit von Herkunft, Alter und Behandlung der Pflanzen beträchtlichen Schwankungen unterworfen.

**Die Blätter** enthalten vor allem Polyphenole aus der Gruppe der Flavan-3-ole (Catechine und deren Gallate), die bis zu 40% des Trockengewichtes ausmachen (CLEMENT, 2009) und hauptverantwortlich für die dem Tee zugeschriebenen gesundheitsfördernden Wirkungen sind (Abb. 2). Die häufigsten Catechine in Tee sind (-)-Epigallocatechingallat (EGCG), (-)-Epigallocatechin (EGC), (-)-Epicatechingallat (ECG) und (-)-Epicatechin (EC) (HO *et al.*, 1992). Daneben finden sich in Teeblättern Alkaloide (Koffein, Theophyllin und Theobromin), Aminosäuren (vor allem L-Theanin), Kohlenhydrate, Proteine, Chlorophyll, verschiedene flüchtige Verbindungen, Vitamine, Fluorid, Mineralstoffe und Spurenelemente sowie weitere nicht definierte Verbindungen (CABRERA *et al.*, 2003; CABRERA *et al.*, 2006).

**In den Blüten** von *C. sinensis* lassen sich größtenteils ähnliche Inhaltsstoffe finden wie in den Blättern. So ist die Menge an Gesamt-Catechinen in beiden Pflanzenteilen vergleichbar, während der Koffeingehalt in den Blüten etwas niedriger ist (LIN *et al.*, 2003). Der Gesamt-Catechingehalt der untersuchten Teeblüten bewegt sich zwischen 10 und 38 mg/g, der Koffeingehalt reicht von 3 bis 8 mg/g. Im Vergleich dazu beläuft sich der Gesamt-Catechingehalt in Teeblättern auf 2 bis 126 mg/g und der Koffeingehalt auf 23 bis 49 mg/g. Vor allem Blütenstiel, Sepalen und Petalen, also diejenigen Blütenteile, die morphologisch eng verwandt mit den Blättern sind, enthalten ein ganz ähnliches Muster phenolischer Substanzen im Vergleich zu unverarbeiteten Teeblättern (BHATIA und ULLAH, 1968). Als häufigstes Catechin weisen diese Blütenteile EGCG auf, gefolgt von EGC und ECG, während Stigma, Stylus, Karpelle und Antheren vor allem ECG enthalten.



**Abbildung 2.** Chemische Strukturen von Gallussäure und den relevanten Tee-Catechinen.

Auch die Konzentrationen von Flavonolglykosiden (YANG *et al.*, 2009), Zuckern (WANG, Y. *et al.*, 2010) und Aromastoffen (HAN *et al.*, 2007) fallen in den Blüten ähnlich aus wie in den Blättern, wobei die Blüten an flüchtigen Verbindungen hauptsächlich Acetophenon und Linalool enthalten. Dagegen ist die Konzentration freier Aminosäuren in den Blüten sehr viel höher als in den Blättern; die quantitativ häufigste Aminosäure in Teeblüten, wie auch in Teeblättern, ist das nicht proteinogene L-Theanin (5-N-Ethyl-L-glutamin; Abb. 3) (WANG, L. *et al.*, 2010). Dieser in Wasser leicht löslichen Verbindung, die wesentlich für den Geschmack von grünem Tee ist, werden zahlreiche biologische Wirkungen zugeschrieben

(DING *et al.*, 2002). Zusammen mit den Polyphenolen, insbesondere den Catechinen, wird sie heute maßgeblich für die gesundheitsfördernden und krebsvorbeugenden Wirkungen von Tee verantwortlich gemacht (COOPER, 2012).

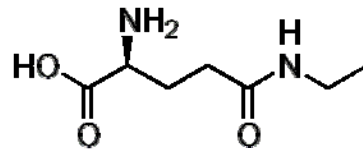


Abbildung 3. Chemische Struktur von L-Theanin.

Die Suche nach für die Blüten charakteristischen Inhaltsstoffen führte YANG *et al.* (2012) zur Isolierung und Identifizierung von vier verschiedenen Spermidin-Derivaten (Tricoumaroyl-Spermidin, Feruoyl-Dicoumaroyl-Spermidin, Coumaroyl-Diferuoyl-Spermidin und Triferuoyl-Spermidin). Mengenmäßig am häufigsten und ausschließlich in den Blüten (nicht in den Blättern) tritt Tricoumaroyl-Spermidin auf, dessen Konzentration im Laufe der Blütenentwicklung ansteigt und am höchsten in den Antheren (Staubbeuteln) ist.

### **Stand der Forschung zu Wirkungen der Inhaltsstoffe**

Jüngste Studien haben gezeigt, dass Teeblüten verschiedenste bioaktive Verbindungen enthalten. Vor allem den Tee-Catechinen (Polyphenolen) können zahlreiche gesundheitsfördernde Wirkungen zugeschrieben werden. Untersuchungen von LIN *et al.* (2003) zur Evaluation der antioxidativen Eigenschaft belegen, dass Teeblüten-Extrakte im Fenton-Reaktionssystem sehr wirksam Hydroxyl-Radikale (OH·) abfangen. Darüber hinaus vermochten die Teeblüten-Extrakte die Lipopolysaccharid (LPS)-induzierte Produktion von Stickstoffmonoxid in RAW264.7-Zellen (eine Maus-Makrophagenzelllinie) und damit einen Entzündungsprozess zu hemmen. Nach YANG *et al.* (2009) sind insbesondere die Catechine EGCG und ECG für die antioxidative Wirkung von Teeblüten verantwortlich, wobei Ethanol-Extrakte wirksamer als Wasser-Extrakte sind (YANG *et al.*, 2007).

CHEN *et al.* (2012) konnten zeigen, dass roher (Heißwasser-)Teeblüten-Extrakt zum einen sehr reich an Polyphenolen ist (vgl. Tabelle 1), und darüber hinaus *in vivo* stark

entzündungshemmende Eigenschaften besitzt. Oral applizierter Teeblüten-Extrakt bewirkte im Mausmodell dosisabhängig eine Unterdrückung Crotonöl-induzierter Ohrödeme und eine signifikante Abnahme Carrageenin-induzierter Pfotenödeme. Zudem führte die Verabreichung des Teeblüten-Extraktes konzentrationsabhängig zu einer signifikanten Abschwächung der zuvor durch Behandlung mit *Propionibacterium acnes* und Lipopolysaccharid (LPS) induzierten Leberentzündung. Die drei Entzündungsmediatoren Stickstoffmonoxid, Tumor-Nekrose-Faktor  $\alpha$  sowie Interleukin-1  $\beta$  wurden durch die Behandlung mit dem Teeblüten-Extrakt deutlich unterdrückt, die Schädigung des Lebergewebes abgemildert und die plasmatische Konzentration der Alaninaminotransferase (ALT) signifikant gesenkt.

Darüber hinaus zeigt wässriger Teeblütenextrakt *in vitro* eine anti-proliferative und apoptotische Wirkung gegenüber der menschlichen Brustkrebs-Zelllinie MCF-7. Diese Effekte werden hauptsächlich durch die beiden Catechine EGCG und EGC hervorgerufen (WAY *et al.*, 2009).

**Tabelle 1.** Polyphenolgehalte im Heißwasser-Extrakt von Teeblüten (nach CHEN *et al.*, 2012)

Substanz	Gehalt (mg/g Teeblüten)
(-)-Epigallocatechingallat (EGCG)	15,45
(-)-Epicatechin (EC)	4,07
(-)-Gallocatechingallat (GCG)	0,43
(-)-Epicatechingallat (ECG)	11,10
(-)-Epigallocatechin (EGC)	5,08
Gallussäure (GA)	1,33
<b>Gesamt-Flavonoidgehalt</b>	<b>11,61</b>

Polyphenole sind jedoch nicht die einzigen biologisch aktiven Bestandteile der Teeblüten. XU *et al.* (2012) untersuchten die mit heißem Wasser aus den Blüten der Teepflanze extrahierten rohen Polysaccharide und konnten zeigen, dass auch diese *in vitro* eine antioxidative und antitumorale, *in vivo* gar eine leberzellschützende Aktivität besitzen. Die rohen Polysaccharide stellten im DPPH-Test durch Bindung des 2,2-Diphenyl-1-

pikrylhydrazyl (DPPH)-Radikals ihre radikalfangenden Eigenschaften unter Beweis und vermochten ebenso das Superoxid-Anion ( $O_2^{\cdot-}$ ) sowie das sehr aggressive Hydroxyl-Radikal ( $OH\cdot$ ) abzufangen. Zudem hemmten die Polysaccharide expositionszeit- und dosisabhängig das Wachstum der menschlichen Magenkrebs-Zelllinie BGC 823 und verhinderten im Tierversuch dosisabhängig Tetrachlorkohlenstoff ( $CCl_4$ )-induzierte akute Leberschäden bei Mäusen. Der für Lebererkrankungen typische Anstieg der beiden Enzyme Aspartataminotransferase (AST) und Alaninaminotransferase (ALT) im Serum wurde durch die Applikation der Polysaccharide signifikant gehemmt. Auch HAN *et al.* (2012) haben eine wasserlösliche Polysaccharidfraktion aus Teeblüten isoliert, chemisch charakterisiert und auf ihre antioxidative Wirkung hin untersucht. Das analysierte Polysaccharid zeigte *in vitro* dosisabhängig antioxidative Aktivität und vermochte die freien Radikale DPPH, Superoxid-Anion und das Hydroxyl-Radikal zu binden. Im Tierversuch war es auch *in vivo* antioxidativ wirksam. Es schützte im Mausmodell vor Brombenzol-induzierten Leberschäden, indem es eine erhöhte Superoxiddismutase (SOD)-Aktivität und damit eine gesteigerte Abwehr gegen freie Radikale bewirkte, die totale antioxidative Kapazität (T-AOC) steigerte und dosisabhängig den Anstieg von Malondialdehyd (MDA), einem wichtigen Biomarker für Lipidperoxidation, unterdrückte.

Zudem konnten in Teeblüten eine Reihe funktioneller Saponine charakterisiert werden. Saponine sind weit verbreitete sekundäre Pflanzenstoffe mit Detergenz-Eigenschaften, die in Pflanzen dem Schutz vor mikrobiellen Pathogenen (vor allem Pilzen) dienen. Den aus Teeblüten isolierten Floratheasaponinen A-I und Chakasaponinen I-VI (acylierte Triterpen-Oligoglykoside vom Oleanan-Typ) konnten verschiedene biologische Wirkungen nachgewiesen werden. Die Floratheasaponine A, B und C hemmten *in vivo* den Anstieg von Serum-Triglyceriden in Mäusen, denen zuvor Olivenöl oral verabreicht worden war (YOSHIKAWA *et al.*, 2005). Darüber hinaus ist ihre gastroprotektive und hypoglykämische (blutzuckersenkende) Wirkung belegt (YOSHIKAWA *et al.*, 2008a). Die Floratheasaponine A-F, mengenmäßig die häufigsten Floratheasaponine in Teeblüten, zeigten *in vitro* eine anti-allergische Wirkung. Sie unterdrückten sehr wirksam die durch Zugabe des Antigens DNP-BSA (Dinitrophenol, gebunden an Rinderserumalbumin) induzierte allergische Sofortreaktion der Mastzelllinie RBL-2H3 (basophile Ratten-Leukämiezellen), indem sie die Freisetzung der  $\beta$ -Hexosaminidase, ein Marker für die Degranulation der Mastzellen, hemmten (YOSHIKAWA *et al.*, 2007).

Chakasaponine, Substanzen der zweiten Gruppe aus Teeblüten isolierter Saponine, zeigten unter anderem einen regulatorischen Einfluss auf die Zunahme von übermäßigem Körperfett.



Nach YOSHIKAWA *et al.* (2009) lösen die Chakasaponine I-III *in vivo* bei Mäusen eine signifikante Beschleunigung der gastrointestinalen Transitzeit aus und hemmen *in vitro* die Aktivität der Pankreaslipase, einem an der Verdauung von Fett beteiligten Enzym. HAMAOKA *et al.* (2011) beobachteten, dass aus den Blütenknospen von *C. sinensis* gewonnener Methanol-Extrakt die Gewichtszunahme und das Gewicht von viszeralem Fett bei mit fettreicher Nahrung gefütterten Mäusen und fettleibigen Tsumura-Suzuki-Mäusen (einem Mausmodell mit erblichem Typ-II-Diabetes) hemmt. Der gewichtsreduzierende Effekt beruht vermutlich auf einer Unterdrückung der Nahrungsaufnahme: Chakasaponin II, ein Hauptbestandteil der aktiven Fraktion des Extraktes, hemmte sowohl die Magenentleerung, als auch die Nahrungsaufnahme. Es unterdrückte im Hypothalamus das Neuropeptid Y (NPY) - einen aufgrund seiner Wirkungen auf die Nahrungsaufnahme und den Energieverbrauch wichtigen Regulator des Körpergewichtes. Zudem erhöhte Chakasaponin II *in vitro* die Freisetzung von Serotonin im isolierten Maus-Ileum. Des Weiteren bewirkten die Chakasaponine I-III im Tierexperiment eine Senkung nahrungsbedingt erhöhter Blutzucker- und Blutfettwerte: sie hemmten *in vivo* signifikant den Anstieg von Glucose und Triglyceriden im Blutplasma von Mäusen, denen zuvor oral Saccharose bzw. Olivenöl verabreicht worden war. Auch diese Wirkung soll auf einer Hemmung der Magenentleerung basieren (MATSUDA *et al.*, 2012).

### **Nutzungsgeschichte**

In den traditionell Tee anbauenden Ländern ist die Nutzung der Blüten von *C. sinensis* zu medizinischen und kulinarischen Zwecken lange bekannt. Vor allem im südlichen China wurden Teeblüten in der Volksheilkunde über viele Jahrhunderte zur Behandlung verschiedener Entzündungskrankheiten verwendet (CHEN *et al.*, 2012). Ebenso wird der Einsatz von Teeblüten zur Desodorierung und Hautpflege sowie als schleimlösendes und Husten linderndes Mittel berichtet (YANG *et al.*, 2009).

In der japanischen Küche verwendet man die im Japanischen „Chaka“ genannten Blütenknospen von *C. sinensis* zur Garnierung verschiedener Gerichte, wie beispielsweise dem aus der Präfektur Shimane stammenden „Botebote-Cha“, und Getränke, wie dem „Hanaban-Cha“ aus den Präfekturen Shimane und Kōchi oder dem „Botebote-Cha“ aus der Präfektur Niigata (YOSHIKAWA *et al.*, 2008b; HAMAOKA *et al.*, 2011).

Über die zwischenzeitlich nahezu in Vergessenheit geratene Verwendung von Teeblüten als Lebensmittelzutat in Europa, vor allem in Frankreich, datieren die frühesten öffentlich zugänglichen Aufzeichnungen aus den Anfängen des 20. Jahrhunderts. Im Jahre 1901 berichtete JUNG (1903) über den Verkauf von Teeblüten aus Tonkin in Paris. Die Blüten hätten 1902 sowohl in London, als auch in Amsterdam bei einer von der „*Ligue pour l'amélioration de l'alimentation humaine*“ organisierten internationalen Ausstellung eine Goldmedaille gewonnen. JUNG berichtet weiterhin, die Blüten hätten einen angenehmen Geschmack, und macht Angaben zur sachgerechten Zubereitung eines Aufgusses. Im Jahre 1907 informierten PERROT und GORIS detailliert über die Botanik der Teeblüte. In Paris würden demnach zwei verschiedene Varietäten der Blüte verkauft, deren Aufguss von mildem, angenehmem Aroma sei, und dessen Verzehr „von Tag zu Tag“ zunähme und eines Tages den *Five o'clock Tea* verdrängen könnte.

### Schlussfolgerung

Zusammenfassend sprechen die Ergebnisse der vorgestellten Studien dafür, dass der Verzehr von Teeblüten-Extrakten nicht mit gesundheitlichen Risiken einhergeht. Tierversuche mit Ratten bestätigten die toxikologische Unbedenklichkeit von Teeblüten; der Teeblüten-Extrakt erweist sich als nicht mutagen, eine akute und subchronische Toxizität werden als sehr gering eingestuft (LI *et al.*, 2011). Darüber hinaus enthalten die Blüten der Teepflanze eine Vielzahl biologisch aktiver Inhaltsstoffe mit gesundheitsförderndem Potential. Allerdings wurde das Wachstum von Teeblüten traditionell als negativ für die Produktion von Teeblättern angesehen (YANG *et al.*, 2012). Bei Zuchtlinien wie dem Chinsin Oolong und dem TTES 12 - einem an der Taiwan Tea Experiment Station (TTES) entwickelten Kultivar von *C. sinensis* var. *Sinensis* - wurde infolge der Blütenentwicklung eine Beeinträchtigung von Blattwachstum und -vermehrung beobachtet (FONG *et al.*, 1990). Aus diesem Grund sind Blüten in der Regel nur bei ausgewählten Samenbäumen erwünscht (LIEBEREI und REISDORFF, 2012) und werden zugunsten des Wachstums von jungen Seitensprossen entfernt und verworfen (WEI *et al.*, 2012). Zum Teil werden auch Substanzen wie Ethephon und Naphthyllessigsäure eingesetzt, welche die Teepflanzen am Blühen hindern und die Blattproduktion fördern. Es gibt jedoch auch Kultivare, wie beispielsweise TTES 8 und wild wachsende Teepflanzen, bei denen die Blütenentwicklung

keinen negativen Einfluss auf das Wachstum und die Vermehrung der Blätter ausübt (FONG *et al.*, 1990).

Um den zur Herstellung eines Teeblütentees optimalen Zeitpunkt für die Mischung der Blüten mit den Teeblättern zu bestimmen, untersuchten JOSHI *et al.* (2011) die biochemischen Eigenschaften verschiedener Entwicklungsstadien von Teeblüten. Sie kommen zu dem Schluss, dass die Blüten im Idealfall dann geerntet werden sollten, wenn die Petalen beginnen sich zu öffnen. Zu diesem Zeitpunkt ist die quantitative Ausbeute an flüchtigen Aromastoffen wie Geraniol, Linalool, Linalooloxide oder Benzaldehyd am größten und die Blüten besitzen gleichzeitig die höchste Konzentration an Catechinen, was wiederum mit einer höheren antioxidativen Wirkung einhergeht.

Teefirmen in Indien und China haben kürzlich damit begonnen, zur Aromatisierung spezieller Teesorten die Blüten von *C. sinensis* zu verwenden (JOSHI *et al.*, 2011). Es ist deshalb gut möglich, dass sich mit Teeblüten aromatisierte Tees, die für längere Zeit völlig in Vergessenheit geraten sind, im Laufe der nächsten Jahre auch in Europa wieder zunehmend zu gefragten Spezialitäten entwickeln.

## Literatur

- BHATIA, I. S., ULLAH, M. R., 1968. Polyphenols of tea IV. Qualitative and quantitative study of the polyphenols of different organs and some cultivated varieties of tea plant, *J Sci Food Agr* 19, 535-542.
- CABRERA, C., GIMÉNEZ, R., LÓPEZ, M. C., 2003. Determination of Tea Components with Antioxidant Activity. *J Agr Food Chem* 51, 4427-4435.
- CABRERA, C., ARTACHO, R., GIMÉNEZ, R., 2006. Beneficial Effects of Green Tea – A Review. *J Am Coll Nutr* 25 (2), 79-99.
- CHEN, B.-T., LI, W.-X., HE, R.-R., LI, Y.-F., TSOI, B., ZHAI, Y.-J., KURIHARA, H., 2012. Anti-inflammatory effects of a polyphenol-rich extract from tea (*Camellia sinensis*) flowers in acute and chronic mice models. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, Vol. 2012, Artikel ID 537923, 7 Seiten. DOI:10.1155/2012/537923.
- CLEMENT, Y., 2009. Can green tea do that? A literature review of the clinical evidence. *Prev Med* 49, 83-87.
- COOPER, R., 2012. Green tea and theanine: health benefits. *Int J Food Sci Nutr* 63, No., S1, 90-97.

- DING, Y., YU, H., MOU, S., 2002. Direct determination of free amino acids and sugars in green tea by anion-exchange chromatography with integrated pulsed amperometric detection. *J Chromatogr A*, 982 (2), 237-244.
- DUFRESNE, C. J., FARNWORTH, E. R., 2001. A review of latest research findings on the health promotion properties of tea. *J Nutr Biochem* 12, 404-421.
- EDEN, T. 1958. Tea. Longmans Green and Co, London.
- FONG, C. H., CHEN, I. Z., 1990. Agronomic characters of tea plant with flowering and fruiting and its effect on tea yield. I. Studies on hand and chemical thinning on tea lowers. *Taiwan Tea Res Bull* 9, 21-33.
- HAMAO, M., MATSUDA, H., NAKAMURA, S., NAKASHIMA, S., SEMURA, S., MAEKUBO, S., WAKASUGI, S., YOSHIKAWA, M., 2011. Anti-obesity effects of the methanolic extract and chakasaponins from the flower buds of *Camellia sinensis* in mice. *Bioorgan Med Chem* 19, 6033-6041.
- HAN, B., ZHOU, P., CUI, L., FU, J. 2007. Characterization of the key aromatic constituents in tea flowers of elite chinese tea cultivars. *Int J Tea Sci* 6, 31-36.
- HAN, Q., XIONG, C.-Y., SHI, J., GAO, Y., CHEN, Y.-S., LING, Z.-J., HE, P.-M., 2012. Isolation, chemical characterization and antioxidant activities of a water-soluble polysaccharide fraction of tea (*Camellia sinensis*) flower. *J Food Biochem* 36, 46-55.
- HENNING, S. M., FAJARDO-LIRA, C., LEE, H. W., YOUSSEFIAN, A. A., GO, V. L. W., HEBER, D., 2003. Catechin Content of 18 Teas and a Green Tea Extract Supplement Correlates With the Antioxidant Capacity. *Nutr Cancer* 45 (2), 226-235.
- HO, C. T., LEE, C. Y., HUANG, M. T., 1992. Phenolic Compounds in Food and Their Effects of Health. II. Antioxidants and Cancer Prevention. American Chemical Society, Washington, DC.
- JOSHI, R., POONAM, GULATI, A., 2011. Biochemical attributes of tea flowers (*Camellia sinensis*) at different developmental stages in the Kangra region of India. *Sci Hortic-Amsterdam* 130, 266-274.
- JUNG, M. E., 1903. Les Fleurs de Thé du Tonkin. *Journal d' Agriculture Tropicale* 26, 250-251.
- KAPIL, R. N., SETHI, S. B., 1963. Development of male and female gametophytes in *Camellia sinensis* (L.) O. KUNTZE. *Proceedings of the National Institute of Sciences of India* Vol. 29-B, No. 5, 567-574.
- LI, B., JIN, Y., XU, Y., WU, Y., XU, J., TU, Y., 2011. Safety evaluation of tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) flower extract: Assessment of mutagenicity, and acute and subchronic toxicity in rats. *J Ethnopharmacology* 133, 583-590.

- LIEBEREI, R., REISDORFF, C., 2012. *Nutzpflanzen*. 8., überarbeitete Auflage. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- LIN, Y.-S., WU, S.-S., LIN, J.-K., 2003. Determination of tea polyphenols and caffeine in tea flowers (*Camellia sinensis*) and their hydroxyl scavenging and nitric oxide suppressing effects. *J Agr Food Chem* 51, 975-980.
- LIST, P.H., HÖRHAMMER, L., KERN, W., ROTH, H.J., SCHMID, W., 1972. *Hagers Handbuch der Pharmazeutischen Praxis. Band 3: Chemikalien und Drogen*. Vollständige (4.) Neuauflage. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag.
- MAHMOOD, T., AKHTAR, N., KHAN, B. A., 2010. The morphology, characteristics, and medicinal properties of *Camellia sinensis*' tea. *J Med Plants Res* 4 (19), 2028-2033.
- MATSUDA, H., HAMAOKA, M., NAKAMURA, S., KON'I, H., MURATA, M., YOSHIKAWA, M., 2012. Medicinal Flowers XXXIII: Anti-hyperlipidemic and Anti-hyperglycemic Effects of Chakasaponins I-III and Structure of Chakasaponin IV from Flower Buds of Chinese Tea Plant (*Camellia sinensis*). *Chem Pharm Bull* 60 (5), 674-680.
- PERROT, EM., GORIS, A., 1907. La fleur de Thé. *B Sci Pharm* 1, 392-396.
- REHM, S., ESPIG, G, 1991. *The Cultivated Plants of the Tropics and Subtropics*. (Übersetzung: McNAMARA, G. und ERNSTING, C.). Verlag Josef Margraf, Weikersheim.
- WAY, T.-D., LIN, H.-Y., HUA, K.-T., LEE, J.-C., LI, W.H., LEE, M.R., SHUANG, C.H., LIN, J.-K., 2009. Beneficial effects of different tea flowers against human breast cancer MCF-7 cells. *Food Chem* 114 (4), 1231-1236.
- WANG, L., XU, R., HU, B., LI, W., SUN, Y, TU, Y., ZENG, X., 2010. Analysis of free amino acids in Chinese teas and flower of tea plant by high performance chromatography combined with solid-phase extraction. *Food Chem* 123 (4), 1259-1266.
- WANG, Y., YANG, Z., WIE, X., 2010. Sugar compositions,  $\alpha$ -glucosidase inhibitory and amylase inhibitory activities of polysaccharides from leaves and flowers of *Camellia sinensis* obtained by different extraction methods. *Int J Biol Macromol* 47, 534-539.
- WEI, X., CAI, X., XIONG, S., WANG, Y., 2012. Hypoglycemic effect of oral crude tea flower polysaccharides on alloxan modeling Sprague-Dawley rats and the possible mechanism. *CyTA – Journal of Food* 10 (4), 325-332.
- XU, R., YE, H., SUN, Y., TU, Y., ZENG, X., 2012. Preparation, preliminary characterization, antioxidant, hepatoprotective and antitumor activities of polysaccharides from the flower of tea plant (*Camellia sinensis*). *Food Chem Toxicol* 50, 2473-2480.
- YANG, Z., XU, Y., JIE, G., HE, P., TU, Y., 2007. Study on the antioxidant activity of tea flowers (*Camellia sinensis*). *Asia Pac J Clin Nutr* 16 (1), 148-152.

- YANG, Z., TU, Y., BALDERMANN, S., DONG, F., XU, Y., WATANABE, N., 2009. Isolation and identification of compounds from the ethanolic extract of flowers of the tea (*Camellia sinensis*) plant and their contribution to the antioxidant capacity. *LWT-Food Sci Technol* 42 (8), 1439-1443.
- YANG, Z., DONG, F., BALDERMANN, S., MURATA, A., TU, Y., ASAI, T., WATANABE, N., 2012. Isolation and identification of spermidine derivatives in tea (*Camellia sinensis*) flowers and their distribution in floral organs. *J Sci Food Agr* 92, 2128-2132.
- YOSHIKAWA, M., MORIKAWA, T., YAMAMOTO, K., KATO, Y., NAGAMOTO, A., MATSUDA, H., 2005. Floratheasaponins A-C, Acylated Oleanane-Type Triterpene Oligoglycosides with Anti-hyperlipidemic Activities from Flowers of the Tea Plant (*Camellia sinensis*). *J Nat Prod* 68, 1360-1365.
- YOSHIKAWA, M., NAKAMURA, S., KATO, Y., MATSUHIRA, K., MATSUDA, H., 2007. Medicinal Flowers XIV: New Acylated Oleanane-Type Triterpene Oligoglycosides with Antiallergic Activity from Flower Buds of Chinese Tea Plant (*Camellia sinensis*). *Chem Pharm Bull* 55 (4), 598-605.
- YOSHIKAWA, M., WANG, T., SUGIMOTO, S., NAKAMURA, S., NAGAMOTO, A., MATSUDA, H., HARIMA, S., 2008a. Yakugaku Zasshi – *Journal of the Pharmaceutical Society of Japan* 128(1), 141-151. [in japanischer Sprache mit englischem Abstract]
- YOSHIKAWA, M., SUGIMOTO, S., NAKAMURA, S., MATSUDA, H., 2008b. Medicinal Flowers. XXII: Structures of Chakasaponins V and VI, Chakanoside I, and Chakaflavonoside A from Flower Buds of Chinese Tea Plant (*Camellia sinensis*). *Chem Pharm Bull* 56 (9), 1297-1303.
- YOSHIKAWA, M., SUGIMOTO, S., KATO, Y., NAKAMURA, S., WANG, T., YAMASHITA, C., MATSUDA, H., 2009. Acylated Oleanane-Type Triterpene Saponins with Acceleration of Gastrointestinal Transit and Inhibitory Effect on Pancreatic Lipase from Flower Buds of Chinese Tea Plant (*Camellia sinensis*). *Chem Biodivers* 6, 903-915.