Die Tausendsassas der Ernährung

Sekundäre Pflanzenstoffe - Bioaktive Substanzen

Geheimnisvolle Substanzen

Was sind Sekundäre Pflanzenstoffe?

Aus was besteht ein Apfel? Aus Wasser – das ist offensichtlich. Aus Zucker – sagen die, die Kalorien zählen. Und dann sind da noch die Ballaststoffe. Auch die kennt noch der eine oder andere. Aber was ist mit dem Duft des Apfels? Was mit dem Geschmack? Was macht den einen Apfel gelb, den anderen rot? All dies wird von winzigen Mengen vieler verschiedener Substanzen verursacht, die sich erst auf den zweiten Blick zu erkennen geben und darum den – ihrem Image eher abträglichen – Namen „Sekundäre Pflanzenstoffe“ bekommen haben. Schon besser klingt die Umschreibung „bioaktive Substanzen“. Hier schwingt mit, was in der Wissenschaft erst allmählich wahrgenommen wurde: diese Substanzen zeigen Wirkung. So vernachlässigbar ihre Menge ist, so durchschlagend ist die Wirksamkeit der Sekundären Pflanzenstoffe. Im Obst, Gemüse und in den Saaten selbst sind sie einerseits verantwortlich für bunte Farben, attraktiven Duft und feinen Geschmack, auf der anderen Seite unter anderem für Gefahrenabwehr und den Schutz vor dem Aufgegessen-werden. Und wenn Letzteres mal nicht erfolgreich war, wirken die Stoffe im Organismus von Mensch und Tier fort. Auf ganz verschiedenen Wegen, etwa der Aktivierung von Enzymen oder dem Schutz vor Zerstörung bestimmter Substanzen durch Oxidierung, hinterlassen sie ihre Spuren. Spuren, die nicht selten von großer Bedeutung für die Gesundheit sind. Bestimmte Sekundäre Pflanzenstoffe können die Wahrscheinlichkeit an Krebs zu erkranken verringern, andere wirken sich positiv auf das System von Herz und Kreislauf aus. Viele Wirkungen sind noch nicht erforscht, zahllose Sekundäre Pflanzenstoffe sind überhaupt noch nicht im Fokus der Forschung angekommen. Bei mehr als 60.000 bislang bekannten Sekundären Pflanzenstoffen wird verständlich, warum längst noch nicht geklärt ist und vielleicht auch nie geklärt sein wird, welche Stoffe in welcher Kombination und Konzentration wirken. Aber dass die Stoffe, die in winzigen Mengen in allen pflanzlichen Lebensmitteln vorkommen, wichtig für die Gesundheit sind – dafür gibt es ausreichend wissenschaftliche Belege. Wer sich gesund ernähren möchte, sollte darum statt Pillen zu nehmen und Wirkstoffcocktails zu schlürfen, einfach Gemüse und Obst vom Beilagen-Tellerchen in den Mittelpunkt der Mahlzeiten rücken. Ein „Opfer“ ist das glücklicherweise nicht, sondern macht das Essen abwechslungsreich und schmackhaft.

Farben, Düfte und Geschmack

Die bunte Welt der Sekundären Pflanzenstoffe

Den Promi-Status unter den Sekundären Pflanzenstoffen kann man ohne Zweifel den Anthocyanen zuerkennen. Es ist auch schwer, diese Untergruppe der bioaktiven Substanzen nicht wahrzunehmen, sind sie doch als Vertreter der Polyphenole ganz wesentlich für die prächtigen Farben von Obst und Gemüse verantwortlich. Zusammen mit den Carotinoiden erzeugen sie die verschiedensten Rottöne, die den Rotkohl, die rote Zwiebel, die Aubergine oder auch den Radicchio-Salat so exquisit schmücken. Auch das Gelb der gelben Paprika oder das Orange der Möhre gehen auf diese Sekundären Pflanzenstoff-Gruppen zurück.

Wieder andere Sekundäre Pflanzenstoffe, insbesondere aus der Gruppe der Monoterpene, lassen die Zitrone und Orange duften. Duftende Monoterpene gibt es viele in der Welt der bioaktiven Substanzen und schon eine minimale Varianz der Moleküle kann einen so deutlichen Unterschied im Geruch wie den zwischen Dill und Minze verursachen. Tatsächlich ist das Molekül des Hauptgeruchsstoffs der beiden Kräuter fast identisch. Aber eben nur fast: die beiden Substanzen sind Spiegelbilder voneinander. Wenn ein so minimaler Unterschied schon eine so deutlich verschiedene Wirkung bedeutet, lässt sich leicht ermessen, dass die unterschiedliche Zusammensetzung der Sekundären Pflanzenstoffe ebenfalls einen Einfluss auf das Geschmacksergebnis hat. Und diese Zusammensetzung unterscheidet sich nicht nur von Pflanzenart zu Pflanzenart, sondern mitunter sogar von Frucht zu Frucht der gleichen Pflanze. So hat es einen Einfluss auf die Bildung von Sekundären Pflanzenstoffen, ob die Frucht direkt der Sonne ausgesetzt ist oder ob sie im Schatten wächst.

Kein Wunder, dass sich allein schon wegen dieses unfassbaren Variantenreichtums nicht für jeden Einzelfall wissenschaftlich klären lässt, welche Wirkung welcher einzelnen Substanz oder welcher Zusammensetzung der Substanzen zuzuschreiben ist. Da ist es gut zu wissen, dass es für die wichtigste Aussage gute Belege gibt: Obst und Gemüse essen, fördert die Gesundheit. Auch wenn die Wissenschaft noch nicht in jedem Detail versteht, wie und warum das geschieht.

Das Gegenteil von schädlich

Sekundäre Pflanzenstoffe - gut für die Gesundheit

Nachzuweisen, dass bestimmte Stoffe aus der Nahrung, die Wahrscheinlichkeit eine Krankheit zu bekommen reduzieren, ist wissenschaftlich eine große Herausforderung. Umweltwirkungen, genetische Ausstattung und Gewohnheiten sind im Leben eines Menschen untrennbar miteinander verwoben und machen es extrem schwer, beim Auftreten sich über Jahrzehnte anbahnender Krankheiten – wie Krebs oder Herz-Kreislauf-Erkrankungen – die eigentliche Ursache auszumachen. Zweifelsfrei zu klären, warum die Person eine bestimmte Krankheit NICHT bekommt, ist ein Ding der Unmöglichkeit.

Wenn sichere Aussagen zur Wirkung von Nahrungsmitteln auf die Gesundheit von Menschen gemacht werden sollen, sind dazu wissenschaftliche Studien mit Menschen zwingend erforderlich. Aber Studienteilnehmer können nicht beliebig lange für Versuche eingespannt und in ihren Ernährungsgewohnheiten eingeengt werden. Somit bleiben der Ernährungswissenschaft im Wesentlichen zwei Alternativen um die Bedeutung der Ernährung für die Gesundheit zu erforschen:

1. Möglichkeit: eine sehr große Anzahl an Menschen, die sich auf eine bestimmte Weise ernährt (zum Beispiel hoher Verzehr an Gemüse und Obst) wird mit einer anderen Gruppe von Menschen verglichen, die sich in diesem Punkt deutlich unterscheidet (geringer Verzehr von Gemüse und Obst). Gibt es Unterschiede in der Häufigkeit mit der bestimmte Krankheiten auftreten? Das ist der sogenannte epidemiologische Ansatz.

2. Möglichkeit: man sucht nach einer messbaren Größe im Körper (z.B. Blutdruck), die in Zusammenhang mit der eigentlichen Fragestellung, z.B. der Entstehung einer Krankheit, steht (Suche nach Biomarkern). Beide Methoden enthalten Unsicherheiten, geben aber insbesondere, wenn man sie kombiniert und mehrfach dieselben Ergebnisse erzielt werden, klare Hinweise. Wie in einem Indizienprozess wird so Stück für Stück ein sicheres Ergebnis erzielt.

Und solche Hinweise gibt es für die Wirkung des Verzehrs von Obst und Gemüse. Je häufiger verschiedenes Obst und Gemüse – mal roh, mal verarbeitet – verzehrt wird, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit an Herz-Kreislauf-Krankheiten und an bestimmten Krebsarten wie Dickdarmkrebs zu erkranken.

Kometenschweif als Fingerzeig

Ein Indiz für eine gute Ernährung

Es gibt eine relativ einfache und schnelle Methode, die Wirkung bestimmter Lebensmittel auf die Zellgesundheit zu zeigen. Die Methode heißt „Comet Assay“. In jeder Körperzelle findet sich im Zellkern DNA, die die genetische Information trägt. Durch Umwelteinwirkung, aber auch normale Stoffwechselprozesse, entstehen ständig Schädigungen an der DNA. Die Doppelstränge der DNA können brechen, ihre chemische Struktur kann verändert werden, Mutationen sind dann möglich. Eine Ursache für starke DNA-Schäden in den Hautzellen kann zum Beispiel ein Sonnenbrand sein. Beim gesunden Menschen werden die Schäden sofort repariert oder Zellen mit starken Schäden beseitigt. Je größer die Schäden sind und je geringer die Fähigkeit des Körpers ist, diese zu reparieren, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass Krankheiten wie Krebs entstehen können.

Inhaltsstoffe bestimmter Lebensmittel können dazu beitragen, dass Schäden effektiv repariert werden – oder sogar gar nicht erst entstehen. Um dies zu messen, werden zunächst Zellen isoliert und die DNA sichtbar gemacht. Die Wissenschaftler schädigen dann die DNA bewusst durch Zugabe einer aggressiven chemischen Substanz, etwa Wasserstoffperoxid, um abschätzen zu können, wie gut das Reparatursystem funktioniert. Mit Hilfe der Elektrophorese kann man die im Zellkern entstehenden DNA-Bruchstücke wie einen Kometenschweif sehen (wobei der Zellkern den Kometen darstellt). Die Fläche dieses Schweifes kann man messen. Das Max Rubner-Institut hat dazu mit Äpfeln und Apfelsaft geforscht und gezeigt, dass der Verzehr von Äpfeln dazu beiträgt, dass die DNA weniger Schäden zeigt. Zudem sorgen die verzehrten Äpfel dafür, dass die Zellen die DNA besser vor einer Schädigung schützen können. Schon nach 24 Stunden ist der Effekt gut messbar. Je mehr Äpfel gegessen werden, desto deutlicher wird der Effekt – aber schon ein einzelner Apfel zeigt eine Wirkung.

Kurz und knapp

Ein kleines Glossar

Sekundäre Pflanzenstoffe oder bioaktive Substanzen
sind Substanzen, die in Pflanzen nur in sehr kleinen Mengen vorkommen und zu ganz verschiedenen chemischen Gruppen gehören – aber in diesen Pflanzen wie auch in Tieren und Menschen wichtige Funktionen haben. Primäre Pflanzenstoffe sind Kohlenhydrate, Proteine und Fette.

Bioverfügbarkeit
gibt an, welche Menge einer aufgenommenen Substanz im Körper verfügbar ist. Manche Sekundäre Pflanzenstoffe nimmt man mit dem Essen in vergleichsweise großen Mengen auf, doch werden sie „ungenutzt" wieder ausgeschieden. Die Bioverfügbarkeit kann manchmal durch die Verarbeitung, z.B. pürieren oder dünsten, verbessert werden. Bei Carotinoiden aus Möhren lässt sich die Verfügbarkeit durch Zugabe von etwas Fett deutlich verbessern.

Gesund – giftig
Viele Sekundäre Pflanzenstoffe haben in kleinen Mengen eine positive Wirkung – in größeren Mengen kann sich diese Wirkung aber ins Gegenteil verkehren. Die mit der üblichen Ernährung aufgenommenen Mengen an Sekundären Pflanzenstoffe sind aber kein Problem. Giftige sekundäre Pflanzenstoffe in Gemüse werden häufig bei der üblichen Verarbeitung unschädlich gemacht oder beseitigt: zum Beispiel durch das Kochen bei Bohnen oder durch Wegschneiden der grünen Stellen bei Kartoffeln.

Pille oder Matrix
Scheinbar bequem kann man einzelne Sekundäre Pflanzenstoffe als Tabletten kaufen und zu sich nehmen. Tatsächlich ist es aber bis heute nicht gelungen, exakt festzustellen, welche Stoffe in welcher Menge und vor allem in welcher Kombination die belegten positiven Wirkungen der Sekundären Pflanzenstoffe erzielen. Dementsprechend ist nicht bekannt, welche Sekundären Pflanzenstoffe überhaupt in einer wirksamen Pille enthalten sein müssten. Da ein Zuviel bestimmter Stoffe gefährlich sein kann, sind Tabletten mit isolierten Substanzen nicht zu empfehlen. In der natürlichen Lebensmittel-Matrix – also im Obst, Gemüse, Getreide und pflanzlichen Ölen sind Sekundäre Pflanzenstoffe nachweislich gesundheitsförderlich.

Frische Früchte im Sommer

Polyphenole zum Reinbeißen

Erdbeeren, Himbeeren, Brombeeren, Kirschen, Trauben – was wären Sommer und Herbst ohne die frischen Früchte. All diese Früchte, aber darüber hinaus auch alle anderen Gemüse- und Obstarten, enthalten Sekundäre Pflanzenstoffe unter anderem aus der riesigen Gruppe der Polyphenole. Gelb, rot, violett bis hin zu blau – die bunte Vielfalt der Früchte geht ganz wesentlich auf Flavonoide, insbesondere auf deren Untergruppe der Anthozyane zurück. Flavonoide gehören wiederum zu den Polyphenolen. Diese liefern wichtige Schutzstoffe für die Früchte. Sie verhindern, dass Sonnenstrahlung und Sauerstoff die Zellen zerstören. Das können sie natürlich nur, wenn sie in den Randschichten von Früchten hochkonzentriert vorliegen. Ein guter Grund, Äpfel nicht zu schälen und roten vor weißem Wein zu bevorzugen. Beim roten Wein gehen mehr Farbstoffe aus den Traubenschalen und mit ihnen die wertvollen Substanzen ins Getränk über. Polyphenole gelten auch für die menschliche Gesundheit als besonders wertvoll. Ihnen wird eine positive Wirkung auf das Blutgefäßsystem zugeschrieben und so wiederum auch eine Risikominderung bei der Entstehung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Es ist aber noch nicht gelungen, diese Wirkungen einer bestimmten Substanz oder Substanzgruppe unter den Polyphenolen zuzuordnen. Darum gilt auch hier wieder: isolierte Einzelstoffe in Form von Tabletten können mehr schaden als nutzen – die beste Art, Krankheiten durch Ernährung vorzubeugen ist es, bunte Früchte und leckeres Gemüse sowie Nüsse und Öl aus Saaten zu essen. Mal frisch, mal gekocht und schön abwechslungsreich.

Kohl- und Rüben im Winter

Glucosinolate und Carotinoide

Wer seine Lebensmittel saisonal auswählt, kann sich auch im Winter gesund ernähren. Jetzt ist die Zeit für Kraut in allen Farben und Formen. Die große Familie der Kreuzblütler (lat. Brassicaceae) umfasst vom Rotkohl über Brokkoli bis hin zu Kohlrabi und Rettich alle Pflanzen, die als typisches Merkmal vier Blütenblätter haben, die kreuzweise angeordnet sind. In diesen Pflanzen gibt es eine besondere Gemeinsamkeit: alle diese Pflanzen enthalten Glucosinolate – eine wichtige Gruppe der Sekundären Pflanzenstoffe. In einem abgetrennten Teil der Zelle wird zusätzlich ein Enzym gelagert, das beim Zusammentreffen mit den Glucosinolaten – was zum Beispiel beim Zerkauen passiert – deren Umwandlung in ein Senföl bewirkt. Das ist genau die Stoffgruppe, die wir riechen z.B. beim Kohl, wenn's entsprechend duftet und schmecken, wenn es z.B. beim Rettich scharf wird – schließlich sollen Senföle die Pflanze vor dem Gefressen-werden schützen. Die Zusammensetzung der Glucosinolate in den Zellen ist von Kohl zu Kraut, vom Rettich zum Radieschen unterschiedlich wie auch deren Menge in der Pflanze. Man weiß, dass der Verzehr von Gemüse der Kreuzblütler-Pflanzenfamilie antioxidativ wirkt, das Risiko für bestimmte Krebserkrankungen senkt und auch einen positiven Einfluss auf das Immunsystem hat.

Ein anderes wichtiges Wintergemüse sind die Rüben oder Möhren. Für diese Gemüse zu trommeln, heißt beinahe schon Eulen nach Athen zu tragen. Fast jedes Kind weiß, dass es gesund ist, Karotten zu essen. Wie der Name schon nahelegt, enthalten Karotten viel Carotinoide. Unter dieser Substanzgruppe sind zahlreiche verwandte Stoffe einer chemischen Familie versammelt. Carotinoide kommen auch in großen Mengen in Tomaten, Paprika, grünem Gemüse, Kürbis, Melonen und vielen anderen Obst- und Gemüsearten vor. Der Verzehr dieser Gemüse reduziert – statistisch betrachtet – die Wahrscheinlichkeit einer Herz-Kreislauf-Erkrankung wie auch einer Krebserkrankung.

Frisch ist nicht immer Trumpf

Die Mischung macht‘s

Wenn es um die Gesundheitswirkung von Obst und Gemüse geht, denken viele Menschen vor allem an das Vitamin C. Durch die unfreiwilligen „Humanstudien“ der historischen Schifffahrt wusste man früh, dass dieser Stoff lebenswichtig ist. Die Forschungen für die Sekundären Pflanzenstoffe sind dagegen erst wenige Jahrzehnte alt. Doch diese Zeit hat gereicht, um zu erkennen, dass diese ungeheuer vielfältige Gruppe an Substanzen ausgesprochen wichtige Funktionen für den Menschen erfüllt. Anders als das Vitamin C, dessen Gehalt bei der Verarbeitung schnell geringer wird, gibt es Sekundäre Pflanzenstoffe, die so fest an die Zellwände gebunden sind, dass sie, unabhängig von der vorhandenen Menge, besser verfügbar für den menschlichen Stoffwechsel werden, wenn das Gemüse oder Obst gekocht wird. Die gilt zum Beispiel für das Carotinoid Lykopin, das neben anderen Stoffen für das knallige Rot der Tomaten verantwortlich ist. Lykopin ist vergleichsweise hitzestabil, so dass es auch noch in der Suppe, Soße, ja sogar im Ketchup wirksam werden kann. Ganz anders ist es dagegen bei zwei anderen Vertretern der Carotinoide, Lutein und Zeaxanthin, die unter anderem im Grünkohl vorkommen. Je nach Art des Erhitzens, etwa dünsten oder im Wasser kochen, gehen zwischen 20-80 Prozent dieses Carotinoids verloren.

Was innerhalb der Stoffgruppe der Carotinoide anfängt, geht von Stoffgruppe zu Stoffgruppe weiter: eine feste Regel, wie sich die Verarbeitung auf Sekundäre Pflanzenstoffe generell auswirkt gibt es nicht. Darum bleibt am Ende eine altbekannte Ernährungsregel: viel Obst und Gemüse zu essen, abwechslungsreich, frisch und verarbeitet, ist für die Gesundheit förderlich – eine Regel, die unverändert ihre Richtigkeit behalten hat, seit es sie gibt und die unseren Wünsche an gutes Essen ideal entgegenkommt.

MRI
Max Rubner-Institut

Das Max Rubner-Institut (MRI), Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel, hat die Aufgabe, das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) bei Entscheidungen mit wissenschaftlich begründeten Stellungnahmen zu unterstützen und zugleich die Erkenntnisse auf dem Gebiet der Ernährungs- und Lebensmittelforschung „zum Nutzen des Gemeinwohls“ zu erweitern. Eine wichtige - und wissenschaftlich gut belegte - Kernaussage ist, dass es grundsätzlich gut für die Gesundheit ist, sich ausgewogen zu ernähren. Das bedeutet, Lebensmittel aus allen Lebensmittelgruppen zu essen. Dabei ist es günstig, viel Obst und Gemüse – roh, aber auch gekocht – und nicht zu viel Fleisch – insbesondere verarbeitetes Fleisch – zu essen. Insgesamt muss das Verhältnis von Bewegung und sonstigem Energieverbrauch zur Energieaufnahme ausgeglichen sein.

Das Max Rubner-Institut mit seinen vier Standorten gehört zum Geschäftsbereich des Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft und ist im Rahmen seiner Aufgaben wissenschaftlich selbstständig.

Kontakt
Max Rubner-Institut
Haid-und-Neu-Str. 9, 76131 Karlsruhe
Telefon: +49 721 6625 0
E-Mail: kontakt@mri.bund.de

Impressum
Redaktion: Dr. Iris Lehmann, MRI
Gestaltung: Nicole Hillebrand, MRI
Bildquellen: © iStockphoto.com/ musri, ewg3D, Professor25, LOVE_LIFE, RomarioIen, Shaiith, SuzanaMarinkovic, BlackJack3D, Oksana_S, qbanczyk, Magone, DNY59, atm2003, Hluboki, anatchant, rzarek, GMVozd, CactuSoup, real444, tonivaver, MUSTAFFA KAMAL IKLIL, pepmiba, NaLha; © Fotolia.com/ raffosab, valeriikalantai, asife, plprod, studiovespa, 5second, Artalis-Kartographie, Gorilla; © Pixabay/ Alexas_Fotos