

Clare Lawton, PhD
Human Appetite Research Unit
Institute of Psychological Sciences
Faculty of Medicine and Health
University of Leeds
UK

Für ernährungswissenschaftliche und medizinische Fachkräfte

Die Bedeutung von Sojaprotein für die Sättigung

Übersetzung durch Alpro GmbH



Makronährstoffe und Sättigung

Die Auffassung, dass Kalorien bezüglich ihrer Sättigungseffekte nicht alle gleich sind, ist nicht neu. In der Mitte der 1990er Jahre konzentrierte sich das wissenschaftliche Interesse auf die relativen Einflüsse der drei Makronährstoffe (Eiweiß, Kohlenhydrate, Fett), doch heute ist allgemein akzeptiert, dass Eiweiß den am stärksten sättigenden Makronährstoff darstellt.^{1,2}

Zahlreiche Studien zeigten, dass Eiweiß ein stärker sättigendes Potenzial besitzt als Kohlenhydrate oder Fett, wenn es bei gleicher Energiedichte und äquikalischem Gehalt aufgenommen wird. Daher übt Eiweiß einen Effekt auf die Sättigung aus, der über dem liegt, den man seinem Energiegehalt allein zuschreiben könnte.³ Beispielsweise zeigten Studienteilnehmer, die ein Mittagessen mit festgesetztem Energiegehalt aßen, das aus eiweißreichen Lebensmitteln bestand, im Vergleich zu einer eiweißarmen Mahlzeit, direkt danach⁴ bzw. bei einer späteren Mahlzeit⁵ eine geringere Nahrungsaufnahme. Außerdem lieferten subjektive Messungen der Sättigung eine Bestätigung dafür, dass Eiweiß stärker sättigt als Fett oder Kohlenhydrate.⁶ Auch ein eiweißreicher Snack (im Vergleich zu einem äquikalischem kohlenhydratreichen oder fettreichen Snack) konnte den erneuten Hunger in einem Umfeld, das keinen Rückschluss auf Uhrzeit oder Zeitintervalle erlaubte, hinauszögern.⁷

Sojaeiweiß und Sättigung

Die Eiweißquelle kann, neben der Menge oder der Konzentration des Eiweißes im Lebensmittel, die sättigende Wirkung des Eiweißes bestimmen, doch haben bisher wenige Studien dieses Thema beim Menschen untersucht. Aber tierexperimentelle Studien weisen darauf hin, dass die Eiweißquelle ein Faktor ist, der die Nahrungsaufnahme sowohl kurz- wie auch langfristig beeinflusst. In einer Studie wurden Ratten zwei Wochen lang an ein eiweißreiches Futter gewöhnt, das eine Eiweißmischung (Casein, Lactalbumin, Hühnerei-Eiweiß und Soja) enthielt, wobei das Futter nur über eine 3-stündige Phase täglich zur Verfügung stand.⁸ Die Futtermenge wurde in einer 3-Tage-Vortestphase bestimmt; danach gab man den Ratten entweder wieder das selbe Futter oder ein Futter, das nur eines der 4 Eiweißarten enthielt. Als man die Aufnahmemengen aus der neuen Fütterung bestimmte, fand man heraus, dass Ratten, die das Sojaeiweißfutter (und auch die Fütterung mit Lactalbumin und Hühnerei-Eiweiß) fraßen, in den ersten 15 Minuten der Futterverfügbarkeit die Futtermenge signifikant verringerten, während die Ratten, die das Futter mit Casein (Milcheiweiß) fraßen, die entsprechende Aufnahmemenge erhöhten. In einer anderen Studie verloren die genetisch adipösen Ratten (die als Tiermodell der Adipositas verwendet werden) mehr Körpergewicht bei einer 3-wöchigen Sojaeiweißfütterung als bei einer Caseinfütterung.⁹ So lassen diese Daten vermuten, dass Sojaeiweiß im Vergleich zu anderen Eiweißquellen eine stärkere Sättigung herbeiführt.

Versuche zur Überprüfung der Hypothese, dass die Eiweißquelle ein bestimmender Faktor für die kurzfristige Sättigung beim Menschen ist, führten zu wechselnden Ergebnissen. In der wohl frühesten Studie erhielten junge Männer eine Mahlzeit mit 50 g Eiweiß aus Fisch, Rindfleisch oder Geflügel, wonach sie eine

subjektive Bewertung des Appetits über 3 Stunden vornahmen. Die Teilnehmer stufen sich als weniger hungrig ein nach der Fischmahlzeit und diese Sättigung ließ langsamer nach als die Sättigung, die durch die anderen Mahlzeiten erzeugt wurde.¹⁰ In einer späteren Kurzzeitstudie wurden isoenergetische Getränke, die Isolate entweder von Molke- oder Sojaweiweiß enthielten, vor einer Mahlzeit gegeben und führten zu einer größeren Verringerung der Lebensmittelaufnahme bei einer Pizzamahlzeit 1 Stunde später im Vergleich zu einem isoenergetischen Vorgetränk mit Hühnereialbumin, obwohl die Zeitplanung für die Gabe des Vorgetränks (9 Uhr vs. 11 Uhr) offenbar Einfluss auf die Ergebnisse hatte.¹¹

Im Gegensatz dazu fanden Autoren einer Studie, bei der die Sättigungseffekte von Mittagmahlzeiten (5,2 MJ) mit 70 g eines bestimmten Proteins (von 6 Eiweißen: Hühnerei-Albumin, Casein, Gelatine, Sojaweiweiß, Erbseneiweiß und Weizen gluten) verglichen werden sollten, dass die Eiweißquelle nicht die Aufnahmemenge bei einem beliebigen Essen (am Buffet) 8 Stunden später bestimmte. Zusätzlich zeigte die Aufnahme von Energie bzw. Makronährstoffen in den folgenden 24 Stunden keine Auswirkung der Art des Eiweißes beim Mittagessen.¹² In einer zweiten Studie bestimmten die Untersucher erneut die Sättigungskraft von 3 aus 6 vorher getesteten Eiweißquellen (Casein, Gelatine und Soja) in kleinen Mengen (50 g Eiweiß in einem Mittagessen von 3,6 MJ oder 25 g Eiweiß in einem Mittagessen von 1,8 MJ). In dieser Studie erwies sich das Mittagessen mit Gelatine als das, das am längsten sättigte, gegenüber dem Caseinm Mittagessen, aber das Hungergefühl (bestimmt anhand subjektiver Bewertung) trat nach beiden Mittagessen 3-7 Stunden später auf.¹³ Dies zeigt, dass die Zeit bis zur nächsten Essensgelegenheit ein wichtiger Faktor ist bei Studien, die die Wirkung von Eiweiß (und anderen Veränderungen der Mahlzeiten) auf Sättigung und Nahrungsaufnahme messen. Es zeigt auch, warum die beliebige Buffetmahlzeit in der früheren Studie nach 8 Stunden keine unterschiedlichen Effekte der drei Eiweißquellen im vorher zusammengestellten Mahl nachwies: weil diese Unterschiede bezüglich des Hunger- und Sättigungsgefühls wahrscheinlich nach 8 Stunden wieder verschwunden waren.

Eine neuere Studie mit menschlichen Probanden verglich die Effekte von Pasta-Vormahlzeiten vor dem Mittagessen, die entweder Mykoprotein (Pilzeiweiß), Tofu (Eiweiß auf Sojabasis) oder Huhn enthielten, auf die folgende Nahrungsaufnahmemenge.¹⁴ Hier fand man heraus, dass die vorherige Aufnahme von Vormahlzeiten mit Mykoprotein oder Soja (Tofu) die Aufnahmemenge beim Mittagessen im Vergleich zu einer Vormahlzeit mit Huhn signifikant verringerte. Darüber hinaus kompensierten die Teilnehmer diese geringere Menge beim Mittagessen nicht durch Aufnahme einer größeren Menge beim späteren Abendessen. Obwohl die drei verschiedenen Eiweißvormahlzeiten keinen signifikanten Unterschied in der mit dem Abendessen aufgenommenen Energie verursachten, war das Muster der Makronährstoffselektion nach der Vormahlzeit mit Sojaweiweiß anders. Nach dem Verzehr von Sojaweiweiß als Vormahlzeit aßen die Teilnehmer weniger fettreiche/zuckerreiche Lebensmittel als nach Aufnahme der Vormahlzeit mit Mykoprotein oder Hühnchen. Diese Ergebnisse lassen also vermuten, dass Mykoprotein und Sojaweiweiß sättigende Eigenschaften besitzen, die noch mehrere Stunden nach der Mahlzeit andauern, und dass Sojaweiweiß auch einen vorteilhaften Ein-

fluss auf die Makronährstoffauswahl hat, indem die Auswahl der Lebensmittelarten, die die Adipositas begünstigen, vermindert wird.

Die Gründe für die Diskrepanz der Ergebnisse in Humanstudien sind nicht klar, doch stehen sie wahrscheinlich im Zusammenhang mit der Anwendung unterschiedlicher Versuchsanordnungen, der anderen Makronährstoffzusammensetzung der Mahlzeiten, der Zeitplanung und Dauer der veränderten Mahlzeiten.

Wirkungsmechanismus

Betrachtet man den Mechanismus, durch den Eiweiß zur Sättigung führt, so scheinen die postresorptiven Stoffwechseleffekte der Aminosäuren, wie z.B. die erhöhte Konzentration von freien Aminosäuren im Plasma und der erhöhte Stoffwechselumsatz als Folge der ausgedehnten Thermogenese, die durch die Eiweißaufnahme ausgelöst wird, von größerer Bedeutung zu sein als die präresorptiven Faktoren.¹⁵ Eiweißverdauung führt zu einer Stimulation vieler physiologischer und metabolischer Reaktionen, die bekanntermaßen an der Regulation der Nahrungsaufnahme beteiligt sind. Beispielsweise ist bekannt, dass die Eiweißverdauung Sättigungssignale vom Darm aus auslöst, primär über die Freisetzung von Peptidhormonen, wie das Cholecystokin (CCK).¹⁶ Darüber hinaus werden durch die Verdauung bestimmter Eiweiße Peptide freigesetzt, die opioidähnliche Rezeptoren beeinflussen, die im Darm vorhanden sind.¹⁷ Ein anderes darmeigenes Hormon, das für die eiweißbedingte Sättigung verantwortlich sein könnte, ist das „glucagon-like peptide 1“ (GLP-1).¹⁸

Es gibt einige Hinweise darauf, dass Sojaweiweiß die Fettresorption, die Insulinresistenz, den Fettsäurestoffwechsel und auch andere hormonelle, zelluläre oder molekuläre Veränderungen, die mit der Adipositas verbunden sind, günstig beeinflusst.¹⁹ Bei Ratten erwies sich, dass die Sojaweiweißverdauung zur Sättigung beiträgt, indem Peptide freigesetzt werden, die sowohl Opioid- als auch CCKA-Rezeptoren aktivieren.²⁰ Ein anderer möglicher Wirkungsmechanismus des Sojaweiweißes läuft über die Stimulation des Adiponectins, das eine wesentliche Rolle bei der Verstärkung der Insulinsensibilität spielt.²¹ Da Sojaweiweiß viele bioaktive Verbindungen enthält, die vielfältige Wirkungsmechanismen entfalten, ist es schwer, die Wirkung der einen von der anderen Substanz zu trennen. Allerdings hat sich gezeigt, dass einzelne Polypeptide oder Untereinheiten des Sojaweiweißes einige Effekte des Nahrungssojaweiweißes auf die Nahrungsaufnahme und den Fettstoffwechsel imitieren. So fand man heraus, dass die orale Aufnahme des Beta-Conglycininpeptons aus Sojabohnen die Nahrungsaufnahme und Magenentleerung bei Ratten durch die Steigerung der Plasma-CCK-Spiegel reduziert.²²

Kurzfristig gesehen scheinen die „schnellen“ Eiweiße (wie z.B. Soja und Molke), die rasch verdaut werden und einen großen, wenn auch vorübergehenden Anstieg der Aminosäuren im Plasma induzieren, stärker sättigend zu wirken als die „langsamen“ Eiweiße (wie z.B. Casein), die einen langsameren, mäßiggradigen und anhaltenden Anstieg der Aminosäuren im Plasma bewirken. Welche relativen Beiträge die potenziellen Mechanismen leisten, die den divergierenden, durch unterschiedliche Eiweißquellen hervorgerufenen Effekten auf den Appetit zugrunde liegen, muss allerdings noch weiter untersucht werden.

Schlussfolgerungen

Einige Daten (insbesondere Daten aus Tierstudien) weisen darauf hin, dass Soja-eiweiß einen stärkeren Sättigungseffekt aufweist als andere Eiweißquellen. Dagegen ergeben andere Daten (insbesondere aus Humanstudien) noch keine klare Unterstützung für diese Behauptung. Doch kommen zwei neuere umfassende Übersichtsartikel zur relevanten Literatur zu dem Schluss, dass der Verzehr von pflanzlichem Eiweiß, besonders von Sojaeiweiß, die Nahrungsaufnahme unterdrücken und die Sättigung und/oder den Energieverbrauch steigern kann, was zur Abnahme von Körpergewicht führt.¹⁹ Außerdem sind sojahaltige Lebensmittel zur Förderung der Gewichtsabnahme zumindest ebenso gut wie die meisten anderen Eiweißquellen.²³ So zeigen sowohl tierexperimentelle als auch Humanstudien das deutliche Potenzial des Sojaeiweißes und seiner bioaktiven Bestandteile für den Einsatz in „Functional Food“ mit dem Ziel der Appetitreduktion und Gewichtskontrolle.

Weitere Informationen über eine gesunde Ernährung mit Sojaprodukten erhalten Sie bei:

Alpro GmbH, Münsterstraße 306, D-40470 Düsseldorf
Service Telefon Deutschland: 0800-58 58 567 (gebührenfrei), Fax 059 21 - 72 84 535
kundenservice@alpro-soya.de, www.alpro-soya.de

Literaturverzeichnis

1. Poppitt SD, McCormack D, Buffenstein R. Short-term effects of macronutrient preloads on appetite and energy intake in lean women. *R Physiol Behav* 1998;64(3):279-85.
2. Anderson GH, Moore SE. Dietary proteins in the regulation of food intake and body weight in humans. *J Nutr* 2004;134(4):974S-9S.
3. Peters CT, Choi Y-H, Brubaker PL, Anderson GH. A glucagon-like peptide-1 receptor agonist and antagonist modify macronutrient selection by rats. *J Nutr* 2001;131(8):2164-70.
4. Porrini M, Santangelo A, Crovetti R, Riso P, Testolin G, Blundell JE. Weight, protein, fat and timing of preloads affect food intake. *Physiol Behav* 1997;62(32):563-70.
5. Barkeling B, Rossner S, Bjorvell H. Effects of a high-protein meal (meat) and a high-carbohydrate meal (vegetarian) on satiety measured by automated computerized monitoring of subsequent food intake, motivation to eat and food preferences. *Int J Obes* 1990;14(9):743-51.
6. Latner JD, Schwartz M. The effects of a high-carbohydrate, high-protein or balanced lunch upon later food intake and hunger ratings. *Appetite* 1999;33(1):119-28.
7. Marmonier C, Chapelot D, Louis-Sylvestre J. Effects of macronutrient content and energy density of snacks consumed in a satiety state on the onset of the next meal. *Appetite* 2000;34(2):161-8.
8. Semon BA, Leung PM, Rogers QR, Gietzen DW. Effect of type of protein on food intake of rats fed high protein diets. *Physiol Behav* 1987;41(5): 451-8.
9. Iritani N, Hosomi H, Fukuda H, Tada K, Ikeda H. Soybean protein suppresses hepatic lipogenic enzyme gene expression in Wistar fatty rats. *J Nutr* 1996;126(2): 380-8.
10. Uhe AM, Collier GR, O'Dea K. A comparison of the effects of beef, chicken and fish protein on satiety and amino acid profiles in lean male subjects. *J Nutr* 1992;122(3):467-72.
11. Anderson GH, Tecimer SN, Shah D, Zafar TA. Protein source, quantity, and time of consumption determine the effect of proteins on short-term food intake in young men. *J Nutr* 2004;134(11):3011-5.
12. Lang V, Bellisle F, Oppert JM, Craplet C, Bornet FR, Slama G, Guy-Grand B. Satiating effect of proteins in healthy subjects: a comparison of egg albumin, casein, gelatin, soy protein, pea protein, and wheat gluten. *Am J Clin Nutr* 1998;67(6): 1197-204.
13. Lang V, Bellisle F, Alamowitch C, Craplet C, Bornet FR, Slama G, Guy-Grand B. Varying the protein source in a mixed meal modifies glucose, insulin and glucagon kinetics in healthy men, has weak effects on subjective satiety and fails to affect food intake. *Eur J Clin Nutr* 1999;53(12): 959-65.
14. Williamson DA, Geiselman PJ, Lovejoy J, Greenway F, Volaufova J, Martin CK, Arnett C, Ortego L. Effects of consuming mycoprotein, tofu or chicken upon subsequent eating behaviour, hunger and satiety. *Appetite* 2006;46(1): 41-8.
15. L'Heureux-Bouron D, Tomé D, Bensaid A, Morens C, Lacroix M, Huneau, JF, Fromentin G. Preabsorptive factors are not the main determinants of intake depression induced by a high-protein diet in the rat. *Physiol Behav* 2004;81(3):499-504.
16. Douglas, BR, Woutersen RA, Jansen JB, de Long AJ, Lamers CB. The influence of different nutrients on plasma cholecystokinin levels in the rat. *Experientia* 1988;44(1):21-3.
17. Froetschel MA. Bioactive peptides in digesta that regulate gastrointestinal function and intake. *J Anim Sci* 1996;74(10):2500-8.
18. Aziz A, Anderson GH. Extentin-4, a GLP-1 receptor agonist, interacts with proteins and their products of digestion to suppress food intake in rats. *J Nutr* 2003;133(7):2326-30.
19. Velasquez MT, Bhathena SJ. Role of dietary soy protein in obesity. *Int J Med Sci* 2007;4(2):72-82.
20. Pupovac J, Anderson GH. Dietary peptides induce satiety via cholecystokinin-A and peripheral opioid receptors in rats. *J Nutr* 2002;132(9):2775-80.
21. Lihn AS, Pedersen SB, Richelsen B. Adiponectin: action, regulation and association to insulin sensitivity. *Obes Rev* 2005;6(1):13-21.
22. Nishi T, Hara H, Tomita F. Soybean beta-conglycinin peptone suppresses food intake and gastric emptying by increasing plasma cholecystokinin levels in rats. *J Nutr* 2003;133(2):352-7.
23. Cope MB, Erdman Jr JW, Allison DB. The potential role of soyfoods in weight and adiposity reduction: an evidence-based review. *Obes Rev* 2007;(online article) doi: 10.1111/j.1467-789X.2007.00390.x