

Nachtrag

Außerdem möchten wir noch auf folgende Veröffentlichungen hinweisen, die nach Abschluß dieser Arbeit erschienen sind:

SCHÄFER, K. H., sowie MOORE, C. V. u. DUBACH, R., in: KEIDERLING, W.: Eisenstoffwechsel (Stuttgart 1959). — GILLMANN, H.: Dtsch. med. Wschr. **84**, 1737 (1959). — KLEIN, E. FRANKEN, F. H. u. HIRCHE, H.: Klin. Wschr. **37**, 244 (1959).

Anschrift der Verfasser:

Dr. D. GLAUBITT, Physiol.-Chem. Institut der Universität Hamburg;
Dr. J.-G. RAUSCH-STROOMANN, I. Med. Univ.-Klinik, Hamburg-Eppendorf.

*Aus dem Hygienischen Institut in Belgrad
und dem Institut für Lebensmittelchemie der pharmazeutischen Fakultät
der Universität in Zagreb (Jugoslawien)*

Der Protein-, Hämoglobin- und Tryptophan-Gehalt des Blutes bei Ernährung mit angereichertem Maismehl und Milch im Vergleich zu überwiegender Maisernährung

Von B. VAJIĆ, S. ŠIBALIĆ, N. RADEJ und M. MITROVIĆ

Mit 6 Tabellen

(Eingegangen am 23. Juli 1959)

Die Folge einer einseitigen, vorwiegend auf Mais beruhenden Ernährung ist das ziemlich häufige Auftreten der endemischen Pellagra in dem jugoslawischen Gebiet Kossowo und Metochien, der Gegend um das aus der Geschichte bekannte Amselfeld. Wenn auch diese Erkrankung bei Erwachsenen kaum bösartige Formen annimmt, so bemerkt man doch öfters, daß die erkrankten Kinder sowohl in körperlicher als auch in geistiger Hinsicht zurückbleiben. Ferner wurden häufige Polyavitaminosen sowie Fälle von Nachtblindheit festgestellt (1).

Von dem gesamten Kalorienwert der Nahrung entfallen auf pflanzliche Lebensmittel etwa 90%, auf Milch 3–9%, auf Fleisch 1–2%. Das vorwiegend aus Maismehl hergestellte Brot liefert 75–86% aller Kalorien (2); der Verbrauch an Gemüse und Obst ist unbedeutend. Eine solche Ernährungsstruktur führt natürlich zu einem großen Defizit an einigen wesentlichen Nahrungsbestandteilen, wovon uns der Mangel an Niacin und Tryptophan wegen ihrer Beziehungen zur Pellagraerkrankung besonders interessiert.

Erst in den letzten Jahren wird der Pellagra in dieser Gegend größere Aufmerksamkeit gewidmet und werden Maßnahmen zu ihrer Bekämpfung unternommen. Zu diesem Zwecke war die erste Maßnahme, die durchgeführt werden konnte, die Anreicherung des Maismehls mit Niacin, Riboflavin, Thiamin, Eisen und Kalzium.

Die zur Anreicherung verwendete Mischung enthielt neben Kalziumkarbonat in 1 kg:

Thiamin 374 mg, Riboflavin 1100 mg, Niacin 9,5 g, Eisen 8,8 g.

Die Thiamin-Menge ist relativ niedrig, weil es — in bezug auf seinen hohen Gehalt im Mais-Vollmehl — nicht so sehr erforderlich ist.

Von der obigen Mischung wurden anfangs auf je 100 kg Mais 350 g zugegeben, was später auf 600 g erhöht wurde. Die Anreicherung war so stark, daß die von den Erwachsenen und Kindern verzehrten Mehlmenngen die Erfordernisse an den angeführten Substanzen vollauf deckten. Da der Mais für den Bedarf eines ganzen Dorfes in der Dorfmühle gemahlen wird, verbrauchten alle Einwohner derjenigen Dörfer das so angereicherte Mehl, in denen die Anreicherung durchgeführt wurde.

Da man heute nur selten eine Gegend mit so einseitiger Kost findet, haben wir im Rahmen der Ernährungserforschung dieses Gebietes bei einer größeren Zahl von Erwachsenen und Schulkindern den Gehalt des Blutes an Hämoglobin, Plasmaprotein, Niacin, Tryptophan sowie anderen Aminosäuren und Vitaminen bestimmt.

Es zeigte sich z. B., daß der Tryptophangehalt im Plasma von Erwachsenen und Kindern bei dieser Ernährung niedriger ist als von Leuten bei normaler Ernährung (3). Der Gehalt des Blutes an Vitamin A (4) und Niacin (5) war bei Pellagrakranken geringer als bei Gesunden aus derselben Gegend, während der Karotingehalt keine Unterschiede aufwies.

Experimenteller Teil

Wir schenkten besondere Aufmerksamkeit einer Gruppe von Schulkindern, die seit Beginn der Anwendung des angereicherten Mehles durch die folgenden anderthalb Jahre unter Kontrolle standen, als erneut Blutanalysen unternommen wurden. Während dieser ganzen Zeit ernährten sich die Kinder fast ausschließlich mit Brot aus angereichertem Mehl (wie alle Einwohner dieser Gegend) und erhielten außerdem in einigen Schulen — außer in den Ferien — eine Zusatzmahlzeit, die aus 100 g angereichertem Maismehl, 25 g Magermilchpulver sowie etwas Margarine und Marmelade zusammengesetzt war. Wir teilen hier die Ergebnisse mit, die sich auf Plasmaprotein, Hämoglobin und Gesamttryptophan beziehen. Der Gehalt an freiem Tryptophan im Blut ist so gering, daß er keinen Einfluß auf die Resultate hat, weswegen wir ihn nicht gesondert bestimmt haben. Alle Werte beziehen sich auf 100 ml Blut bzw. Plasma.

Hämoglobin und Protein wurden nach VAN SLYKE (6) durch das spezifische Gewicht bestimmt, Tryptophan mit der chemischen Methode von BATES (7), die wir etwas modifizierten (8).

Der Proteingehalt des Plasmas betrug zu Beginn des Experimentes bei 87 Kindern durchschnittlich $M_1 = 7,7 \text{ g/100 ml} \pm 0,4^1$, nach $1\frac{1}{2}$ Jahren $M_2 = 7,6 \text{ g/100 ml} \pm 0,3$, war also unverändert und an der oberen Grenze der Werte, die als normal betrachtet werden. In einzelnen Fällen fanden wir zwar geringe Unterschiede zwischen der ersten und zweiten Analyse, aber sie waren bei 94% der Kinder unter $\pm 0,5\%$.

Bei einer Gruppe von 153 Kindern fanden wir vor Beginn der Untersuchungen Durchschnittswerte von 12,7 g Hämoglobin in 100 ml Blut bei Kindern von 7–12 Jahren, bei denen von 13–14 Jahren 13,3 g (9).

Um die Veränderungen des Hämoglobingehaltes ausschließlich auf den Einfluß der verbesserten Ernährung zurückführen zu können, teilen wir die Ergebnisse nur für jene Kinder mit, die im Anfang des Experimentes 7–10 Jahre alt waren, so daß sie am Schlusse

¹⁾ Standardabweichung.

nicht die Altersgrenze überschritten hatten, bei der es zur physiologischen Erhöhung des Hämoglobinspiegels kommt.

Bei der alten Ernährungsweise war der Hämoglobingehalt in dieser Gruppe von 47 Kindern im Durchschnitt auch $12,7 \text{ g/100 ml} \pm 1,6$, am Schlusse des Experimentes (bei denselben Kindern) $13,2 \text{ g/100 ml} \pm 0,9$, also um 0,5% höher (Tab. 1).

Der Gehalt an Gesamttryptophan im Plasma war bei 79 Kindern während der früheren Ernährungsweise im Durchschnitt 87,2 mg%, also unter den bei uns gefundenen normalen Werten, die etwas über 100 mg% lagen. Nach $1\frac{1}{2}$ Jahren war er auf 105,4 mg% gestiegen (Tab. 2).

Ergebnisse und Diskussion

Tabelle 1

Die Verteilung des Hämoglobingehaltes

Hämoglobin- gehalt in g/100 ml	Zu Beginn		Am Schlusse	
	der Untersuchungen			
	Zahl	%	Zahl	%
	der Fälle		der Fälle	
10—10,9	4	8,5	0	0
11—11,9	8	17,0	2	4,3
12—12,9	17	36,2	22	46,8
13—13,9	10	21,3	11	23,4
14 u. mehr	8	17,0	12	25,5

Tabelle 2

Die Verteilung des Tryptophangehaltes

mg Tryptophan in 100 ml Plasma	Zu Beginn		Am Schlusse	
	der Untersuchungen			
	Zahl	%	Zahl	%
	der Fälle		der Fälle	
50—69	5	6,3	0	0
70—89	42	53,2	7	8,8
90—109	29	36,7	51	64,6
110 u. mehr	3	3,8	21	26,6

Wie aus den Werten des Proteingehaltes des Plasmas zu sehen ist, war die verbesserte Ernährungsweise ohne Einfluß auf den Gehalt an Plasmaproteinen, was auch verständlich ist; denn schon bei der alten Ernährungsweise war das Proteinniveau an der oberen Grenze der Normalwerte (9).

Der Hämoglobingehalt war auch bei der so einseitigen und physiologisch unbefriedigenden Ernährung vollkommen gleich den Mittelwerten sowohl aus unseren anderen Gegenden als auch aus anderen Ländern mit normaler Ernährung (10, 11). Erst mit dem Eintritt der Pubertät erhöht sich der Hämoglobingehalt, was eine bekannte Erscheinung ist.

Da die Kinder am Ende der Untersuchungen durchschnittlich mehr Hämoglobin im Blute hatten als die ebenso alten Kinder bei der alten Ernährungsweise (wobei also das Alter keinen Einfluß auf den Hämoglobinspiegel ausübt), kann man den Schluß ziehen, daß die verbesserte Ernährung, höchstwahrscheinlich wegen des Eisenzusatzes, vielleicht aber auch infolge des Milchezusatzes, günstig auf die Erhöhung des Hämoglobinspiegels gewirkt hat, weswegen diese erhöhten Werte vielleicht mehr dem Begriff der „normalen“ Werte entsprechen.

Das Maß der Hämoglobinsteigerung steht in augenfälliger Beziehung zum primären Hämoglobingehalt; denn die absolute Erhöhung war um so größer, je niedriger das primäre Niveau lag, so daß es bei Kindern mit im Anfang hohem Hämoglobingehalt praktisch überhaupt nicht zu einer Steigerung desselben kam; bei einigen Kindern mit primär über 14% Hämoglobin wurde am Schlusse sogar ein etwas niedrigerer Hämoglobingehalt gefunden (Tab. 3).

Tabelle 3

Die Änderungen des Hämoglobingehaltes (g in 100 ml Blut)

Gehalt zu Beginn	Durchschnittliche Änderung am Schlusse der Untersuchungen
10,0—10,9	+ 2,4
11,0—11,9	+ 0,9
12,0—12,9	+ 0,8
13,0—13,9	± 0,0
14,0 u. mehr	— 0,7

Unter dem Einflusse der verbesserten Ernährung wurde also nicht nur der Durchschnittsgehalt an Hämoglobin vermehrt, sondern die Einzelwerte glichen sich mit immer kleiner werdender Variationsbreite dem Durchschnittswerte an, was auch aus den statistisch berechneten Werten zu ersehen ist (Tab. 4); aber die durchschnittliche Erhöhung für alle Kinder ist statistisch nicht signifikant.

Tabelle 4

Mittlerer Hämoglobingehalt g/100 ml

Zu Beginn	Am Schlusse
der Untersuchungen	
$M_1 = 12,7 \pm 0,2^1)$	$M_2 = 13,2 \pm 0,1$
$\sigma_1 = 1,6 \pm 0,1$	$\sigma_2 = 0,9 \pm 0,1$
$KV_1 \% = 12,7 \pm 0,9$	$KV_2 \% = 7,1 \pm 0,4$

Der Tryptophangehalt des Plasmas zeigte nach Einführung der verbesserten Ernährungsweise eine Erhöhung um durchschnittlich 18,2 mg% und ist statistisch gesichert (Tab. 5).

¹⁾ Error probabilis.

Tabelle 5
Mittlerer Tryptophangehalt mg/100 ml

Zu Beginn		Am Schlusse	
der Untersuchungen			
M_1	$= 87,2 \pm 1,2$	M_2	$= 105,4 \pm 1,1$
σ_1	$= 15,9 \pm 0,9$	σ_2	$= 14,2 \pm 0,8$
$KV_1\%$	$= 18,2 \pm 1,4$	$KV_2\%$	$= 13,5 \pm 1,0$

Der Grund zu dieser Steigerung ist nicht in dem erhöhten Alter der Kinder zu suchen; denn wir hatten schon früher festgestellt, daß das Alter den Tryptophanspiegel nicht beeinflußt.

Die Erhöhung des Tryptophanspiegels ist charakteristisch für die veränderte Ernährungsweise; denn sie wurde bei 94% der Kinder konstatiert. Einige am Schlusse der Untersuchungen gefundene niedrigere Werte liegen teilweise innerhalb der analytischen Fehlergrenzen. Durch die stattgefundene Steigerung, die in einzelnen Fällen bis zu 50 mg% betrug, befindet sich das Tryptophanniveau bei über 90% der Kinder in den Normalgrenzen, wie aus Tab. 2 ersichtlich ist.

Ferner stellten wir fest, daß der Tryptophangehalt bei gleichem Gehalt an Plasmaproteinen nach dem Experiment immer bedeutend höher ist. Die auf den gleichen Proteingehalt umgerechnete Steigerung war im Durchschnitt 25% des primären Tryptophangehaltes, d. h. jedes Gramm Plasmaprotein enthielt zu Beginn der Untersuchungen etwa 11,0 mg, am Schlusse etwa 13,6 mg Tryptophan (Tab. 6).

Tabelle 6
Der Tryptophangehalt des Plasmas

g Protein in 100 ml Plasma	mg Tryptophan in 100 ml Plasma		mg Tryptophan in 1 g Protein		Erhöhung in %
	Zu Beginn der Untersuchungen	Am Schlusse der Untersuchungen	Zu Beginn der Untersuchungen	Am Schlusse der Untersuchungen	
Bis 6,99	71,6	89,5	10,5	13,2	25,7
7,00—7,39	76,5	97,4	10,6	13,5	27,3
7,40—7,79	85,5	103,6	11,2	13,6	21,4
7,80—8,19	93,3	110,8	11,7	13,8	17,9
8,20 u. mehr	91,8	115,2	10,9	13,7	25,6

Da der Gesamtproteingehalt des Plasmas sich unter dem Einflusse der veränderten Ernährung nicht ändert, können wir aus den angeführten Ergebnissen den Schluß ziehen, daß es im Plasma zu einer Steigerung der Proteinfractionen gekommen ist, die an Tryptophan reicher sind, welcher Erscheinung wir zu jener Zeit keine weitere Beachtung geschenkt hatten.

Der durchschnittliche Verbrauch an Maismehl beträgt in der untersuchten Gegend für Erwachsene etwa 800 g täglich, für Kinder ca. 500 g. Die Kinder

erhalten täglich etwa 200–300 mg Tryptophan und etwa 10–12 mg Niacin mit dieser Menge, die also nicht immer den Bedarf an diesen Substanzen decken kann, was aus dem niedrigen Gehalt derselben im Blute zu ersehen ist (3,5).

Durch die Anreicherung des Maismehles mit Niacin, Riboflavin, Thiamin, Eisen und Kalzium wurde der Gehalt dieser Substanzen auf ein vollkommen befriedigendes Niveau erhöht, während außerdem die zusätzliche Schulmahlzeit u. a. noch etwa 9 g Milcheiweiß mit ca. 150 mg Tryptophan brachte.

Der Einfluß des angereicherten Mehles zeigte sich — vom klinischen Standpunkt aus gesehen — als günstig auch für die Erwachsenen: Die Zahl der Pellagra-Erkrankungen ging zurück, und die Erkrankungen waren gutartiger als früher. Die Kinder entwickelten sich unter dem Einfluß der Zusatzmahlzeit normaler und gleichmäßiger, während bei anderen Kindern starke Oszillationen im Gewicht und in der Körpergröße bestanden; denn sie wuchsen ungleichmäßig, u. zw. stoßweise.

Natürlich kann das Pellagraproblem in dieser Gegend durch die Anreicherung von Mehl allein nicht gelöst werden, sondern nur durch eine grundlegende Änderung der Ernährungsweise selbst, die mit den diese Problematik einschließenden sozialen Veränderungen im Zusammenhang steht.

Zusammenfassung

Die Verfasser untersuchten den Einfluß von angereichertem Maismehl und zusätzlicher Milch auf den Protein-, Hämoglobin- und Tryptophangehalt des Blutes 7- bis 10-jähriger Schulkinder, die sich bis dahin fast ausschließlich mit Maismehl ernährt hatten.

Der Plasmaproteingehalt, der auch vorher normal war, blieb nach 1½ Jahre dauernder verbesserter Ernährung unverändert.

Der Hämoglobingehalt stieg durchschnittlich um 0,5 g/100 ml. Die Erhöhung war um so größer, je niedriger der primäre Gehalt gewesen war.

Durch die verbesserte Ernährungsweise steigerte sich besonders auffallend der Gehalt des Gesamttryptophans im Plasma, und zwar um durchschnittlich 18,2 mg/% bzw. — auf 1 Gramm Plasmaprotein berechnet — um 25%.

Summary

The influence of enriched maize-meal and milk on the content of proteins, haemoglobin and tryptophan in blood of 7–10 years old school children, who were previously nourished only on maize-meal, has been investigated.

The content of proteins in plasma, which was normal before improvement of the food, remained unchanged during 1½ years of improved feeding.

The content of haemoglobin increased on the average by 0,5 g per 100 ml of blood. The smaller was the initial content, the greater was the increase.

The total content of tryptophan in plasma increased on the average by 18,2 mg%. The increase calculated for 1 g of plasma-protein amounted to about 25%.

Literatur

1. BORIĆ, D., Recueil des travaux de l'Acad. Serbe des Sci. **28**, Institut de Nutrition, No. 2 (Belgrad 1954). — 2. ŠNAJDER, K., In: Aktuelle Themen aus Hygiene, Epidemiologie u. Mikrobiologie, Nr. 5, S. 16 (Serb.) (Belgrad 1954). — 3. RADEJ, N., ŠIBALIĆ S. u. VAJIĆ, B., Bull. Inst. Hyg. (Belgrad) **3**, 149 (1954). — 4. VAJIĆ, B., ŠIBALIĆ, S. und NAUMOVIĆ, M., Internat. Z. Vitaminforsch. **27**, 169 (1956). — 5. VAJIĆ, B., ŠIBALIĆ, S. und RADEJ, N., Internat. Z. Vitaminforsch. **27**, 174 (1956). — 6. PHILLIPS, R. A. und VAN SLYKE, D. D., J. Biol. Chem. **183**, 305 (1950). — 7. BATES, R. W., J. Biol.

Chem. 119, 7 (1937). — 8. ŠIBALIĆ, S. und RADEJ, N., Bull. Inst. Hyg. (Belgrad) 1, 148 (1952). — 9. VAJIĆ, B., VELAŠEVIĆ, K. und ŠIBALIĆ, S., Bull. Inst. Hyg. (Belgrad) 3, 77 (1954). — 10. FIŠER-HERMAN, M., BASTA, K. und JUŠIĆ, D., Lij. Vjes. (Zagreb) 78, 351 (1956). — 11. SUNDERMAN, W. F. und BOERNER, F., Normal Values in Clinical Medicine (Philadelphia-London 1950).

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr. Božidar VAJIĆ, Institut für Lebensmittelchemie, Zagreb, Domagojeva ul. 2/II.

Aus dem Institut für Ernährung, Potsdam-Rehbrücke

(Arbeitsbereich: Soziologie der Ernährung, Direktor: Prof. Dr. H.-K. Gräfe)

Effektiver Lebensmittelverbrauch in der Werksessenverpflegung bei Schwer- und Schwerstarbeitern unter kalorischem Blickpunkt*)

Von H.-K. GRÄFE

Mit 4 Tabellen

(Eingegangen am 20. April 1959)

Die Frage des Werksessens ist so alt wie die Zusammenballung des modernen Gewerbes in Städten, Großstädten und Industriezentren.

Auf Grund der oft erheblichen räumlichen Entfernung zwischen Wohnung des Arbeiters und Betrieb (Arbeitsstätte) zeigte sich schon früher auch und gerade bei nüchterner privatwirtschaftlicher Überlegung sehr deutlich der Vorteil, den die *Ausgabe einer warmen Mittagsmahlzeit* an den Berufstätigen nicht nur zu seinem eigenen Nutzen (ernährungsphysiologischer Blickpunkt), sondern insbesondere auch demjenigen des Unternehmens hatte (Pausenverkürzung mit ihren verschiedenen sich ökonomisch auswirkenden Konsequenzen und bestmögliches Gesättigtsein als eine Grundlage der Aufrechterhaltung gleichbleibender bzw. optimaler Leistungsfähigkeit).

Darum setzte sich bereits vor Jahrzehnten — insbesondere in Großbetrieben — langsam aber stetig die Ausgabe eines mehr oder weniger angemessenen warmen Betriebsessens durch; es wurde schon damals infolge der angedeuteten innerbetrieblichen Vorteile gewöhnlich zu einem Teil von dem Unternehmen finanziert.

In allen industriell hochentwickelten Ländern wird gegenwärtig auf Grund der modernen gesellschaftlichen Entwicklung, wobei in diesem Zusammenhang an erster Stelle der ständig stärkere *Eintritt der Frau in das Berufsleben* hervorzuheben ist, die Werksessenverpflegung für die Betriebsangehörigen immer nachhaltiger entwickelt und dabei sowohl quantitativ als auch qualitativ verbessert. Denn in der Gegenwart kommen zu den oben erwähnten betriebsökonomischen Überlegungen — Erhöhung bzw. vielstündige Aufrechterhaltung der persön-

*) Vortrag, gehalten auf dem wissenschaftlichen Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Ernährung in Mainz am 1. April 1959.