

Beitrag zur Kenntnis des Abbaus der Milcheiweißkörper durch Magensaft unter verschiedenen Bedingungen.

Von

Emil Abderhalden und Friedrich Kramm.

(Aus dem physiologischen Institute der Universität Halle a. S.)

Der Redaktion zugegangen am 9. März 1912.)

Fragestellung 1. Welchen Einfluß hat die Gerinnung des Caseins durch das Labferment des Magensaftes auf den Abbau der Milcheiweißkörper speziell des Caseins durch Pepsinsalzsäure (Magensaft)?

Der eine von uns hat wiederholt darauf aufmerksam gemacht,¹⁾ daß die biologische Bedeutung der Labgerinnung der Milch darin zu suchen ist, daß durch diesen Vorgang das flüssige Nahrungsmittel in ein festes umgewandelt wird. Es wird so das Casein resp. das Paracasein mit den von ihm niedergerissenen Stoffen im Magen zurückgehalten und so eine Verdauung durch das Pepsin des Magensaftes ermöglicht. Das Paracasein verläßt den Magen in Form der aus ihm durch Pepsinwirkung hervorgegangenen Peptone. Es konnte weiterhin gezeigt werden, daß das Paracasein beim Ausfallen (Kalksalz) Pepsin mit sich reißt.²⁾ Jedes Partikelchen ist gewissermaßen mit Pepsin geladen. Die Eiweißflocken werden dann gleichzeitig von innen und außen verdaut. Uns schien nun von Interesse, festzustellen, ob das Pepsin Casein als solches verschieden rasch abbaut verglichen mit Casein, das der Labwirkung unterworfen worden ist.

Die Versuchsanordnung war die folgende: Wir setzten zu gleichen Teilen Milch gleiche Teile Magensaft. Zu der einen Probe gaben wir eine bestimmte Menge Wasser und zu der

¹⁾ Emil Abderhalden, Lehrbuch der physiologischen Chemie, 2. Aufl., 1909, S. 674.

²⁾ Emil Abderhalden und Friedrich Friedel, Weitere Beiträge zur Kenntnis der Wirkung des Pepsins. Diese Zeitschrift, Bd. 71, S. 449, 1911.

anderen Probe dasselbe Volumen einer Natriumoxalatlösung von bestimmtem Gehalt (0,5 g Natriumoxalat gelöst in 20 ccm Wasser bei Anwendung von 100 ccm Milch). Wir stellten die Proben verschieden lange Zeit in den Brutschrank und bestimmten dann den Gesamtstickstoffgehalt des Gemisches nach Kjeldahl, den Ammoniakstickstoff nach Krüger-Reich-Schittenhelm und den Aminostickstoff nach van Slyke.¹⁾ Um festzustellen, ob das Natriumoxalat, das zur Verhinderung der Gerinnung zugesetzt wurde, einen Einfluß auf die Pepsinwirkung besitzt, haben wir im Gegensatz zu der eben erwähnten Versuchsanordnung die entsprechende Menge der Natriumoxalatlösung erst nach dem Magensaftzusatz zugegeben. Ferner setzten wir in einzelnen Versuchen die dem zugesetzten Natrium äquivalente Menge Normalsalzsäure zu. Die Einzelheiten der Versuchsanordnung ergeben sich aus der Zusammenstellung der Versuche.

Das Resultat ist ein eindeutiges. Die Menge des Aminostickstoffs war stets eine größere, wenn geronnene Milch zur Verdauung kam. Die Unterschiede sind in einzelnen Fällen allerdings keine sehr erheblichen.

Bei einem Teil der Versuche haben wir bei der Bestimmung des Aminostickstoffs nach «van Slyke» die salpetrige Säure 10 Minuten lang einwirken lassen. Bei anderen Versuchen dauerte die Einwirkung nur 5 Minuten. Es ergaben sich dabei sehr große Unterschiede. Auch beobachteten wir, daß die Art und vor allem die Heftigkeit des Schüttelns während der Einwirkung der salpetrigen Säure nicht ohne Bedeutung ist. Für unsere vergleichenden Versuche sind diese Fehlerquellen, wie die erhobenen Befunde ergaben, ohne Bedeutung. Nur dürfen die einzelnen Aminostickstoffwerte nicht als absolute betrachtet werden. Nach unsern Erfahrungen ist es vorzuziehen, die Einwirkung der salpetrigen Säure bei solchen vergleichenden Versuchen nicht über 5 Minuten auszudehnen.

¹⁾ Vgl. hierzu Donald D. van Slyke. Die gasometrische Bestimmung von primärem aliphatischen Aminostickstoff und ihre Anwendung auf physiologisch-chemischem Gebiete. Handbuch der biochemischen Arbeitsmethoden. Bd. 5. Teil 2, S. 995, 1912.

Versuch 1.

Vom 17. Januar, 5 Uhr nachmittags bis 22. Januar, 12 Uhr mittags.
4 Tage, 19 Stunden, bei 37° gehalten.

	1. Probe ohne Gerinnung	2. Probe mit Gerinnung
N als NH ₃ in g	0,007	0,0084
N als NH ₂ in g	0,01767	0,0191
N als Gesamt-N in g	0,05464	0,0561
N als NH ₃ in % zu Ges.-N	12,81	14,99
N als NH ₂ in % zu Ges.-N	32,34	34,05

1. Probe: 10 ccm Milch + (10 ccm Wasser + 0,05 g Natr. oxalic.)
+ 10 ccm Magensaft.

2. Probe: 10 ccm Milch + 10 ccm Wasser + 10 ccm Magensaft.

Versuch 2.

42 Stunden im Brutschrank belassen.

	1. Probe 50 ccm Milch + 10 ccm Magensaft + 10 ccm Wasser + 4 ccm n-HCl	2. Probe 50 ccm Milch + (10 ccm Wasser + Natr. oxal.) + 10 ccm Magensaft + 4 ccm n-HCl	3. Probe 50 ccm Milch + 10 ccm Magensaft + (10 ccm Wasser + Natr. oxal.) + 4 ccm Wasser	4. Probe 50 ccm Milch + 10 ccm Magensaft + (10 ccm Wasser + Natr. oxalic.) + 4 ccm n-HCl
N als NH ₃ in g	0,0338	0,027	0,0315	0,0300
N als NH ₂ in g	0,0436	0,033	0,0415	0,0392
N als Ges.-N in g	0,2627	0,2207	0,2522	0,2382
N als NH ₃ in % zu N	12,58	12,42	12,50	12,56
N als NH ₂ in % Ges.-N	16,59	14,98	16,45	16,47

Versuch 3.

Probe 2—4 nach 24stündiger Verdauung untersucht.

	1. Probe sofort unter- sucht ¹⁾	2. Probe cum Natr. oxalic. Gerinnung verhindert	3. Probe cum Natr. oxalic. nach der Gerinnung zugesetzt	4. Probe ohne Natr. oxalic.
N als NH ₃ in g	0,0298	0,0350	0,0345	0,0369
N als NH ₂ in g	0,0344	0,0384	0,0404	0,04414
N als Ges.-N in g	0,2732	0,2417	0,2277	0,2277
N als NH ₃ in % zu Ges.-N	10,89	14,49	15,16	16,20
N als NH ₂ in % zu Ges.-N	12,58	15,88	17,75	19,38

1. Probe: 50 ccm Milch + 20 ccm Wasser.

2. und 3. Probe: 50 ccm Milch + (10 ccm Wasser + 0,25 g Natr. oxalic.) + 10 ccm Magensaft.

4. Probe: 50 ccm Milch + 10 ccm Wasser + 10 ccm Magensaft

Versuch 4.

Probe 2—4 nach 48stündiger Verdauung untersucht.

	1. Probe sofort unter- sucht	2. Probe cum Natr. oxalic. Gerinnung verhindert	3. Probe cum Natr. oxalic. nach der Gerinnung zugesetzt	4. Probe ohne Natr. oxalic.
N als NH ₃ in g	0,0298	0,0352	0,0377	0,0436
N als NH ₂ in g	0,0344	0,05325	0,0570	0,0772
N als Ges.-N in g	0,2732	0,02389	0,2357	0,2574
N als NH ₃ in % zu Ges.-N	10,89	14,73	15,98	16,92
N als NH ₂ in % zu Ges.-N	12,58	22,29	24,19	29,98

1. Probe: 50 ccm Milch + 20 ccm Wasser.

2. und 3. Probe: je 50 ccm Milch + (10 ccm Wasser + 0,25 g Natr. oxalic.) + 10 ccm Magensaft.

4. Probe: 50 ccm Milch + 10 ccm Wasser + 10 ccm Magensaft

¹⁾ Nach nur 5 Minuten dauernden Einwirkung der salpetrigen Säure wurden bedeutend (bis 50%) niedrigere Werte für den Aminostickstoff erhalten.

Versuch 5.

24 Stunden im Brutschrank bei 38–39° C.

	1. Probe sofort untersucht	2. Probe cum Natr. oxalic. Gerinnung verhindert	3. Probe cum Natr. oxalic. nach der Gerinnung zugesetzt	4. Probe ohne Natr. oxalic.
N als NH ₃ in g	0,0175	0,0280	0,0298	0,0298
N als NH ₂ in g	0,0283	0,0368	0,0389	0,0393
N als Ges.-N in g	0,2557	0,2196	0,2259	0,2137
N als NH ₃ in % zu Ges.-N	6,848	12,76	13,17	13,93
N als NH ₂ in % zu Ges.-N	11,06	16,75	17,62	18,38

Die 1. Probe enthält 50 ccm Milch + 20 ccm Wasser.

Die 2. und 3. Probe enthält je 50 ccm Milch + 10 ccm Wasser + 10 ccm Magensaft. Außerdem enthalten die 2. und 3. Probe in den 10 ccm Wasser je 0,25 g Natr. oxalic.

Versuch 6.

48 Stunden im Brutschrank bei 38–39° C.

	1. Probe sofort untersucht	2. Probe cum Natr. oxalic. Gerinnung verhindert	3. Probe cum Natr. oxalic. nach der Gerinnung zugesetzt	4. Probe ohne Natr. oxalic.
N als NH ₃ in g	0,0175	0,0298	0,0298	0,0315
N als NH ₂ in g	0,0283	0,0427	0,0465	0,0599
N als Ges.-N in g	0,2557	0,2312	0,2277	0,2312
N als NH ₃ in % zu Ges.-N	6,848	12,88	13,07	13,63
N als NH ₂ in % zu Ges.-N	11,06	18,47	20,42	25,88

Die 1. Probe enthält 50 ccm Milch + 20 ccm Wasser.

Die 2. und 3. Probe enthält: 50 ccm Milch + (10 ccm Wasser + 0,25 g Natr. oxalic.) + 10 ccm Magensaft.

Die 4. Probe enthält: 50 ccm Milch + 10 ccm Wasser + 10 ccm Magensaft.

Versuch 7.

Nach 38stündigem Aufbewahren im Brutschrank.

	1. Probe	2. Probe	3. Probe	4. Probe	5. Probe
	50 ccm Milch, 10ccm Magen- saft, 10 ccm Wasser. 4 ccm Wasser	50 ccm Milch, 10ccm Magen- saft, 10 ccm Wasser, 4 ccm n-HCl	50 ccm Milch, 10ccmWasser + Natr. oxal. (0,25 g), 10ccm Magen- saft, 4 ccm n-HCl	50 ccm Milch, 10ccm Magen- saft, 10 ccm Wasser + Natr. oxal., 4 ccm Wasser	50 ccm Milch, 10ccm Magen- saft, 10 ccm Wasser + Natr. oxal., 4 ccm n-HCl
N als NH ₃ in g	0,02977	0,0294	0,0280	0,0298	0,0287
N als NH ₂ in g	0,05036	0,04910	0,0414	0,0466	0,0459
N als Ges.-N in g	0,2206	0,2206	0,2206	0,2228	0,2171
N als NH ₃ in % des Ges.-N	13,49	13,33	12,69	13,38	13,22
N als NH ₂ in % des Ges.-N	22,82	22,24	18,76	20,91	21,13

Versuch 8.

 38¹/₂ stündiges Verweilen im Brutschrank.

	1. Probe	2. Probe	3. Probe
	10 ccm Milch, 10ccm Magensaft, 5 ccm Wasser. 0,8 ccm n-HCl. mit Gerinnung	10 ccm Milch, 5 ccm Wasser + 0,05 g Natr. oxal., 10ccm Magensaft, 0,8 ccm n-HCl. ohne Gerinnung	10 ccm Milch, 10 ccm Magensaft. 5 ccm Wasser + 0,05 g Natr. oxal., 0,8 ccm n-HCl. Natr. oxal.-Zusatz nach eingetretener Gerinnung
N als NH ₂ in g	0,0083	0,0078	0,0080
N als Ges.-N in g	0,0483	0,0483	0,0483
N als NH ₂ in % zum Ges.-N	17,20	16,02	16,61

Bei diesem und dem folgenden Versuche dauerte die Zersetzung nach van Slyke nur 5 Minuten.

Versuch 9.

47 Stunden im Brutschrank aufbewahrt.

	1. Probe	2. Probe	3. Probe
	10 ccm Milch	10 ccm Milch, 5 ccm Wasser	10 ccm Milch, 10 ccm Magensaft,
	10 ccm Magensaft,	+ 0,05 g Natr.	5 ccm Wasser
	5 ccm Wasser,	oxal.	+ 0,05 g Natr. oxal.
	0,8 ccm n-HCl.	10 ccm Magensaft,	0,8 ccm n-HCl.
	mit	0,8 ccm n-HCl.	Natriumoxal. nach
	Gerinnung	ohne	der Gerinnung
		Gerinnung	zugesetzt
N als NH ₂ in g	0,0083	0,0077	0,0082
N als Ges.-N in g	0,0476	0,0476	0,0486
N als NH ₂ in % zum Ges.-N	17,49	16,21	16,85

Fragestellung 2. Welchen Einfluß hat das Kochen der Milch auf die Verdauung durch Magensaft?

Die Versuchsanordnung war die folgende: Frische Milch wurde in zwei Teile geteilt. Die eine Hälfte wurde ca. 5 Minuten gekocht und dann nach erfolgter Abkühlung mit Magensaft ersetzt. Der anderen Hälfte wurde gleichzeitig die gleiche Menge (10 ccm) Magensaft zugefügt und dann beide Proben in den Brutschrank gestellt.

Es ergab sich, wie die unten mitgeteilten Versuche zeigen, daß die gekochte Milch weniger Aminostickstoff nach Verdauung mit Magensaft aufwies als die ungekochte. Die Unterschiede sind ganz beträchtlich.

Versuch I.

	1. Probe sofort untersucht	2. Probe ungekochte Milch nach 24stündiger Verdauung	3. Probe gekochte Milch nach 24stündiger Verdauung
N als NH ₂ in g	0,0354	0,0552	0,0461
N als Gesamt-N in g	0,2557	0,2129	0,2112
N als NH ₂ in % zu Ges.-N	13,85	25,93	21,82

Jede Probe enthält 50 ccm Milch. Der 2. und 3. Probe wurde je 10 ccm Magensaft zugesetzt.

Versuch II.

	1. Probe sofort untersucht	2. Probe ungekochte Milch nach 6stündiger Einwirkung von Magensaft	3. Probe gekochte Milch nach 6stündiger Einwirkung von Magensaft
N als NH_2 in g	0,0354	0,0340	0,0267
N als Gesamt-N in g	0,2557	0,1839	0,1744
N als NH_2 in % zu Ges.-N	13,85	18,50	15,28

Jede Probe enthält 50 ccm Milch, 2. und 3. Probe mit je 10 ccm Magensaft verdaut.

Versuch III.

	1. Probe sofort untersucht	2. Probe ungekochte Milch nach 6stündiger Verdauung	3. Probe gekochte Milch nach 6stündiger Verdauung
N als NH_2 in g	0,0304	0,0394	0,0323
N als Gesamt-N in g	0,2521	0,1531	0,1576
N als NH_2 in % zu Ges.-N	12,055	25,74	20,506

Jede Probe enthält 50 ccm Milch. Zur 2. und 3. Probe wurden je 10 ccm Magensaft zugefügt.

Versuch IV.

	1. Probe sofort untersucht	2. Probe ungekochte Milch nach 24stündiger Verdauung	3. Probe gekochte Milch nach 24stündiger Verdauung
N als NH_2 in g	0,0304	0,0782	0,0680
N als Gesamt-N in g	0,2521	0,2014	0,1944
N als NH_2 in % zu Ges.-N	12,055	38,81	34,98

Jede Probe enthält 50 ccm Milch. Zu der 2. und 3. Probe wurden je 10 ccm Magensaft zugesetzt.

Versuch V.

	1. Probe gekochte Milch 38 Stunden verdaut	2. Probe ungekochte Milch 38 Stunden verdaut
N als NH_2 in g	0,0076	0,0085
N als Gesamt-N in g . .	0,0490	0,4904
N als NH_2 in % zu Ges.-N	15,487	17,34

Zur Anwendung kamen für jede Probe: 10 ccm Milch + 10 ccm Magensaft.

Bei diesem und dem folgenden Versuch dauerte die Zersetzung nach van Slyke nur 5 Minuten, während in allen übrigen Versuchen die salpetrige Säure 10 Minuten einwirkte.

Versuch VI.

	1. Probe gekochte Milch 44 ³ / ₄ Stunden verdaut	2. Probe ungekochte Milch 44 ³ / ₄ Stunden verdaut
N als NH_2 in g	0,0076	0,0086
N als Gesamt-N in g . .	0,0483	0,0483
N als NH_2 in % zum Ges.-N	15,81	17,70

Zur Anwendung kamen bei jeder Probe: 10 ccm Milch + 10 ccm Magensaft.