

Zur Kenntniss der Koagulosen.

IV. Mitteilung.

Von

D. Lawrow.

(Aus dem pharmakologischen Institute der Universität Jurjew.)

(Der Redaktion zugegangen am 11. Juni 1909.)

Wie aus meiner vorigen Mitteilung¹⁾ über die Koagulosen zu ersehen ist, können die koagulosen Substanzen, die bei mehr weniger lange währender künstlicher Verdauung entstehen, Verdauungsprodukte von zum mindesten 2 Typen darstellen: solche vom Typus der Albumosen oder albumoseähnlicher Substanzen und solche, die anscheinend den Typus der Polypeptide tragen. Dementsprechend können auch die Koaproducte in mindestens 2 Gruppen geteilt werden; die Gruppe der Koaalbumosen und die der Koapeptide.

Des weiteren teilte ich mit, daß sogar bei relativ kurzdauernder künstlicher peptischer Verdauung von geronnenem Eialbumin (wahrscheinlich auch anderer Eiweißsubstanzen) solche Verdauungsprodukte entstehen, die Koagulosen mit verhältnismäßig niedrigem Stickstoffgehalt ergeben, und daß ähnliche koagulogene Produkte offenbar leicht aus ihren Lösungen mit Albumosen resp. albumoseartigen Verdauungsprodukten, die beim einfachen fraktionierten Ausfällen von Lösungen der Verdauungsprodukte sich ausscheiden, mitgerissen werden.

Ziel der vorliegenden Arbeit sollte unter anderem folgendes sein: 1. zu prüfen, ob bei der künstlichen peptischen Verdauung des Caseins der Kuhmilch auch koagulogene Substanzen von 2 Typen, wie oben erwähnt, sich nachweisen lassen und 2. den Versuch zu machen, die durch Phosphorwolframsäure mehr oder

¹⁾ Diese Zeitschrift, Bd. LVI, S. 343—362.

weniger leicht fällbaren koagulogenen Verdauungsprodukte von solchen Verdauungsprodukten vom Typus der Albumosen zu trennen, die Koaalbumosen mit verhältnismäßig niedrigem Stickstoffgehalt liefern.

Das Ausgangsmaterial für die mitzuteilenden Versuche bildete das Kuhcasein. Das aus frischer abgerahmter Milch durch Essigsäure gefällte Casein wurde sorgfältig mit Wasser ausgewaschen und bei 37—38° C. im Verlaufe von 20 Tagen mit künstlichem 0,5% Schwefelsäure enthaltendem Magensaft bei Überschuß von Chloroform digeriert. Der künstliche Magensaft wurde durch Digestion von Schweinemagenschleimhäuten mit 0,2% iger Schwefelsäure hergestellt, wobei die erhaltenen Lösungen einer 2—3 tägigen Selbstverdauung und nachfolgender Dialyse unterworfen wurden. Der so erhaltene Saft besaß im allgemeinen eine geringe Verdauungskraft (2—3 mm nach Mett) und gab eine sehr schwache Biuretreaktion. Die Verdauung des Caseins ging schwach vor sich, so daß während der ganzen Verdauungszeit annähernd nur die Hälfte des zum Versuche genommenen Caseins in Lösung ging.

Die Lösung der Verdauungsprodukte wurde abfiltriert und mit Baryumoxydhydrat bis zum Auftreten einer schwachsauren Reaktion versetzt; wobei zugleich mit Baryumsulfat ein unbedeutender flockiger Eiweißniederschlag sich ausschied; letzterer wurde abgeschieden, das erhaltene Filtrat mit dem gleichen Volumen Wasser verdünnt und nach Ansäuern mit Schwefelsäure (auf 1%) mit Phosphorwolframsäure gefällt. Die Verdünnung der Lösung mit Wasser geschah zu dem Zwecke, mit Phosphorwolframsäure nur diejenigen Verdauungsprodukte abzuscheiden, welche mehr oder weniger leicht durch das genannte Reagens aus ihren Lösungen gefällt werden. Phosphorwolframsäure wurde nur solange hinzugefügt, als noch ein flockiger Niederschlag entstand; ferner wurde das Gemisch im Verlaufe von 6 Stunden mehrmals sorgfältig durchgerührt und dann dem Absetzen überlassen. Nach 24 Stunden nahm der Niederschlag der Phosphorwolframate, Niederschlag Nr. 1, ungefähr den 8. Teil des Volumens der Lösung ein; er wurde abfiltriert und sorgfältig mit 0,5% iger Schwefelsäure ausge-

waschen. Die Auswaschung geschah in der Weise, daß der abgetrennte Niederschlag mit einer bedeutenden Menge (9 Volumen) 0,5%iger Schwefelsäure versetzt wurde, in welcher er unter häufigem Umrühren ca. 24 Stunden verblieb, worauf er von neuem abfiltriert wurde. Eine solche Auswaschung wurde dreimal wiederholt und der Niederschlag darauf bei Zimmertemperatur mit Ätzbaryt zerlegt — Lösung A.

Das Filtrat vom Niederschlage Nr. 1 (ca. 40 l) wurde fast vollständig mit Baryumoxydhydrat neutralisiert, filtriert und bei 40–45° C. bei Gegenwart von Chloroform auf ca. 4 l eingengt; wiederum mit Schwefelsäure angesäuert (auf 1%), wurde er mit Phosphorwolframsäure, die nur solange hinzugefügt wurde, als noch ein flockiger Niederschlag auftrat, der beim Stehen nicht in eine klebrige Masse übergang, gefällt — Niederschlag Nr. 2. Das vom Niederschlag Nr. 2 (derselbe kam nicht zur Untersuchung) erhaltene Filtrat wurde mit Ätzbaryt zur Entfernung der Schwefel- und Phosphorsäure behandelt, bei 42–45° C. bei Gegenwart von Chloroform auf ca. 2½ l. eingengt mit Schwefelsäure auf 1% angesäuert und von neuem mit Phosphorwolframsäure gefällt; letzteres Reagens wurde vorsichtig solange hinzugefügt, als ein flockiger Niederschlag entstand, der sich beim Umrühren schnell in klebrige Klümpchen verwandelte, die leicht mit dem Glasstabe zu einem Klumpen vereinigt werden konnten; diese Klumpen hatten das Aussehen einer klebrigen, teigartigen Masse, die in feine seideartige Fäden ausgezogen werden konnte. Von diesem Niederschlage — Niederschlag Nr. 3 — ließ sich die Mutterlösung leicht abgießen.

Der Niederschlag Nr. 3 wurde bei Zimmertemperatur mit Ätzbaryt zerlegt — Lösung B. Aus der von dem Niederschlage Nr. 3 abfiltrierten Lösung wurden bei weiterem Einengen (anfänglich auf ca. 1½ l, hernach auf ca. 0,5 l) mit nachfolgenden Fällen durch Phosphorwolframsäure, die Niederschläge Nr. 4 und Nr. 5 erhalten und zwar in gleicher Weise, wie das zur Erlangung des Niederschlages Nr. 3 geschah. Auch diese Niederschläge entstanden als flockige Massen, die in klebrige, an den Wänden und Böden der Gefäße haftende Klümpchen übergingen. Die vom 5. Niederschlage abgegossene

Mutterlösung wurde nicht weiter behandelt. Durch Zerlegung der Niederschläge Nr. 4 und 5 mit Ätzbaryt bei Zimmertemperatur wurden die Lösungen C und D erhalten.

Lösung A.

Die Lösung A, enthaltend die durch Phosphorwolframsäure + 1%ige Schwefelsäure leicht fällbaren Verdauungsprodukte, wurde nach starker Einengung mit dem weiter unten zu beschreibenden Wasser-Alkohol-Äthergemisch extrahiert. Wie mir die früheren Versuche zeigten, gehen bei der fraktionierten Fällung der leicht durch Phosphorwolframsäure fällbaren Verdauungsprodukte mit Spiritus und Äther in das Wasser-Alkohol-Ätherextrakt (75% Alkohol + 60% Äther) die koagulosogenen Verdauungsprodukte über, welche weniger Stickstoff enthalten als die, welche schwer in dem erwähnten Gemische löslich sind. Daher wurde die auf Lackmus schwach sauer reagierende Lösung A bei 40—45° C. zu sehr dicker Sirupkonsistenz eingedampft und wiederholt mit dem erwähntem Wasser-Alkohol-Äthergemisch, und zwar unter wiederholtem Verreiben desselben im Mörser mit dem Gemisch, extrahiert. Zur Darstellung der Koagulosen wurde der nach der Extraktion bleibende Rest benutzt.

Die wässrige Lösung dieses Restes — Lösung AA — gab die gewöhnlichen, für die sogen. Deuteroalbumosen charakteristischen Fällungsreaktionen und die starke typische Biuretreaktion. Bei der vorläufigen Prüfung der eingengten, mit Lackmus schwach sauer reagierenden Lösung AA mit 5%iger Gräublerscher Pepsinlösung erwies es sich, daß sie bei der genannten Reaktion einen reichlichen koagulösen Niederschlag gab. Eine Probe (10 ccm) der eingengten Lösung AA gab mit 2—3 Tropfen 5%iger wässriger Gräublerscher Pepsinlösung in 20—25 Minuten bei 37—38° C. eine starke Trübung und nach einigen Stunden hatte sich der Inhalt der Probe in eine breiartige, fast unbewegliche Masse verwandelt.

In Anbetracht dessen wurde die Darstellung der Koagulose aus der Lösung AA anfangs bei relativ schwach saurer Reaktion auf Lackmus ausgeführt; zu diesem Zwecke wurden ca.

200 ccm erwärmter eingeeigter Lösung AA von der Konsistenz eines dünnen Sirups mit 10 ccm der erwähnten wässerigen Pepsinlösung gemischt und im Thermostaten bei 37—38° C. digeriert. Die Reaktion begann sehr bald und zwar begann das Gemisch nach 8—10 Minuten sich stark zu trüben und nach 3—4 Stunden hatte es sich in eine fast unbewegliche breiartige Masse verwandelt. Die Probe blieb 16 Stunden im Thermostaten, worauf der Inhalt sorgfältig mit dem 10—12fachen Volumen destillierten Wassers vermengt, zuerst zum Absetzen hingestellt und dann filtriert wurde. Die auf diese Weise abgetrennte Koagulose wurde einige Male mit destilliertem Wasser bis zu fast vollständigem Verschwinden der Biuretreaktion ausgewaschen. Das Auswaschen der Koagulose ging ziemlich schnell vonstatten. Bemerkenswert ist, daß diese Koagulose in kaltem Wasser nicht unlöslich war, denn bei langer (z. B. 8—16 Stunden) dauerndem Digerieren mit destilliertem Wasser bei Zimmertemperatur erhielt man Filtrate, die eine sehr schwache resp. schwache, jedoch deutliche Biuretreaktion gaben. Die Koagulose war leicht löslich in 0,5—1,0%iger Salz- resp. Schwefelsäure.

Zur Elementaranalyse wurde sie zuerst im Vakuum-Exsikkator fast bis zur Trockene, dann bei 98—100° C. und endlich bei 105—110° C. getrocknet. Das Trocknen zum konstanten Gewicht ging schnell vor sich. Die ausgetrocknete Koagulose stellte amorphe, in ein feines Pulver leicht verreibliche Stückchen dar von schwach strohgelber Farbe. Sie enthielt keine Asche und hatte folgende Zusammensetzung:

C	— 53,5%
H	— 7,43%
N	— 13,77%

0,5665 g Substanz gaben bei der Verbrennung 0,376 g H₂O und 1,111 g CO₂.

0,2898 g Substanz gaben bei der Verbrennung nach Dumas 34,75 ccm Stickstoff, bei $t = 14,5^{\circ} \text{C.}$ und $B = 747,1 \text{ mm.}$

Es erwies sich also, daß unter den zur Gruppe der Albumosen gehörenden Produkten der künstlichen peptischen Verdauung des Kuhcaseins solche vorkommen, die koagulosogene

Substanzen sind, die Koagulosen mit verhältnismäßig niedrigem Stickstoffgehalt geben. Wie aus dem oben Angeführten hervorgeht, ist die Trennung solcher Verdauungsprodukte von den übrigen, die die allgemeinen Eigenschaften der sogenannten Deuteroalbumosen besitzen, ziemlich schwierig. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Koagulosen solcher Produkte als Beimengung einen (im Vergleich zu den eigentlichen Eiweißkörpern) niedrigeren Stickstoffgehalt der untersuchten Koaalbumosen bedingen.

Ca. 3 g der gegebenen Koaalbumose wurden der Spaltung durch Kochen mit 25%iger Schwefelsäure unterworfen. Das Kochen wurde 24 Stunden lang im Kolben mit Rückflußkühler, dessen oberes Ende mit einer langen Kapillarröhre versehen war, fortgesetzt. Die erhaltene Lösung der Spaltungsprodukte der Koagulose wurde hinsichtlich des Gehaltes an durch Phosphorwolframsäure fällbaren Substanzen untersucht. Zur quantitativen Bestimmung wurden 3 Proben zu je 100 ccm genommen; 2 Proben enthielten 0,0462 g Stickstoff, eine 0,0256 g. Es erwies sich, daß die in Rede stehende Koaalbumose 30,2—34,3% N (in Prozenten des Gesamtstickstoffs) durch Phosphorwolframsäure leicht fällbare Spaltungsprodukte enthielt.

Zur vorläufigen Untersuchung wurden Proben zu 10 ccm genommen, die Fällung ging bei Gegenwart von 1%iger Schwefelsäure vor sich und wurde die Phosphorwolframsäure vorsichtig solange hinzugefügt, als ein Niederschlag sich bildete.

4 Proben, enthaltend 0,0256% Stickstoff, gaben eine starke Trübung, die in einen flockigen, nach 24 Stunden 2,0—2,2 ccm einnehmenden Niederschlag überging. 2 Proben, enthaltend 0,0462% Stickstoff, gaben flockige Niederschläge, deren Volumen nach 24stündigem Stehen 3,8—4,0 ccm entsprachen. Die Proben mit 0,1026% Stickstoff gaben nach 24stündigem Stehen einen wenig beweglichen breiartigen Niederschlag, dessen Volumen 8,4 ccm betrug.

Es kommen also unter den Koaalbumosen solche vor, die bei einem relativ (im Vergleich zu den eigentlichen Eiweißkörpern) geringen Stickstoffgehalte bei ihrer Spaltung relativ viel durch Phosphorwolframsäure fällbare Produkte liefern.

Aus dem von der obenerwähnten Koagulose erhaltenen Filtrate wurden nach Ansäuerung desselben mit Salzsäure bis zu Spuren einer Reaktion auf Kongopapier (sehr schwache Braunfärbung) und Eindampfen bei 42–44° C. zur dünnen Sirupkonsistenz die zweite Koalbumose gewonnen. Diese letztere hatte das Aussehen einer feinflockigen Masse, die leicht abzufiltrieren und auch leicht mit destilliertem Wasser auszuwaschen war. Sie enthielt 0,39% Asche und 14,22% Stickstoff (nach Kjeldahl). Bei ihrer Zerlegung mit 25%iger Schwefelsäure resultierte eine Lösung von Spaltungsprodukten, die in Prozenten des Gesamtstickstoffs ca. 35% N in Form der leicht durch Phosphorwolframsäure bei Gegenwart 1%iger Schwefelsäure fällbaren Substanzen enthielt. Zur Fällung wurden 2 Proben genommen zu je 100 ccm, enthaltend 0,058 g Stickstoff.

Auch die vorläufigen Proben mit der Lösung der Spaltungsprodukte der gegebenen Koagulose, die zwecks Nachweises der durch Phosphorwolframsäure fällbaren Substanzen angestellt waren, zeigten, daß solche Substanzen in ihr ziemlich reichlich vertreten waren. So ergab eine Probe von 10 ccm, enthaltend 0,018% Stickstoff, mit Phosphorwolframsäure einen Niederschlag, der nach 24 Stunden 1,8–2,0 ccm einnahm; eine 0,036% Stickstoff enthaltende Probe ergab einen Niederschlag, dessen Volumen 3,4 ccm entsprach; in einer Probe mit 0,065% Stickstoff entsprach die Menge des Niederschlages nach 24stündigem Stehen 4,8 ccm usw.

Also auch die zweite Koagulose enthielt weniger Stickstoff als die eigentlichen Eiweißkörper; zugleich lieferte sie aber bei der Spaltung eine relativ bedeutende Menge von Spaltungsprodukten, die leicht durch Phosphorwolframsäure fällbar waren. Aus dem Filtrate von der soeben beschriebenen Koalbumose wurde ferner die dritte Koagulose erhalten; ihr Stickstoffgehalt war ebenfalls gering, 13,97%.

Diese Versuche zeigen also, daß die Darstellung von Koalbumosen mit einem Stickstoffgehalte, der demjenigen der eigentlichen Eiweißkörper entspricht, dadurch erschwert wird, daß zu den koagulosogenen Substanzen vom Typus der Albumosen, deren Stickstoffgehalt demjenigen der eigentlichen Eiweißsubstanzen gleichkommt, sich leicht koagulosogene Substanzen vom selben Albumosentypus beimischen können, die jedoch

weniger Stickstoff enthalten und daher Koalbumosen mit relativ geringem Stickstoffgehalt liefern.

Die Lösung B.

Diese Lösung wurde mit Wasser auf 1,5 l. verdünnt, mit Schwefelsäure auf 1 % angesäuert und von neuem mit Phosphorwolframsäure gefällt, wobei ein klebriger, teigartiger Niederschlag von relativ geringer Menge entstand; letzterer wurde mit Ätzbaryt bei Zimmertemperatur zerlegt. Die erhaltene Lösung — Lösung BB — enthielt ca. 15 g organischen Trockenrestes, gab mit $\text{NaOH} + \text{CuSO}_4$ die typische Biuretreaktion von rosaroter Farbe, die bei Überschuß von Kupfersulfat in rosa-violett, violett, violettblau und schließlich in intensives Blau übergang. Zum dicken Sirup eingedampft, zeigte er keine Neigung zur Krystallisation. Ein Teil davon wurde zur Darstellung von Koagulosen, ein anderer zur Spaltung durch Schwefelsäure, ein weiterer Teil zur Darstellung des Trockenrestes benutzt.

Zu letzterem Zwecke wurde die auf Lackmus sauer reagierende Lösung anfangs bei 40—45° C. zum sehr dicken Sirup eingedampft, worauf die sirupartige Masse ca. 10 Tage lang im Vakuumexsikkator bei 37—38° C. getrocknet, wobei sie fast ganz trocken wurde. Darauf wurde die Substanz, die ihre Wasserlöslichkeit vollkommen konserviert hatte, ca. 72 Stunden bei 100° C. und endlich 6 Tage lang bei 103—105° C. gehalten.

Während des Trocknens bei 100° C. begann sie sichtbar sich zu zersetzen, ihre frühere hellgelbe Färbung begann in eine dunkelgelbe überzugehen, sie selbst jedoch blähte sich auf unter Bildung einer Menge von kleinen Bläschen, ohne daß eine Ausscheidung von riechenden Gasen sich konstatieren ließ. Durch Trocknen bei 103—105° C. wurde augenscheinlich die Zersetzung etwas verstärkt; die Substanz nahm hierbei an Gewicht, das ca. 2 g betrug, progressiv relativ bedeutend ab und zwar jede 24 Stunden um 0,005—0,01 g.

Die getrocknete Substanz enthielt, aschefrei berechnet, 12,6 % Stickstoff (zur Stickstoffbestimmung war 0,553 g genommen) und 1,96 % Asche. Die Löslichkeit in kaltem destillierten Wasser hatte sich verringert: beim Verreiben derselben im Mörser mit kaltem destillierten Wasser und nachfolgendem

Digerieren mit Wasser im Verlaufe von 24 Stunden blieb ein bedeutender Teil der Substanz in Gestalt eines reichlichen, flockigen Niederschlages ungelöst. Die erhaltene wässrige Lösung gab eine sehr schwache Biurettreaktion. Die in Rede stehenden Verdauungsprodukte zersetzen sich zweifellos bei der oben beschriebenen Trocknung, worin sie an ähnliche Produkte erinnern, die ich bei der peptischen Verdauung des Eieralbumins erhielt.¹⁾

Die Lösung der Spaltungsprodukte der gegebenen Fraktion enthielt anscheinend wenig durch Phosphorwolframsäure fällbare Substanzen.

Dies ergibt sich aus folgenden (zu je 10 ccm mit einem Gehalte von 1% Schwefelsäure) Proben. Eine Probe mit einem 0,0224%igen Stickstoffgehalte gab mit vorsichtig zugesetzter Phosphorwolframsäure eine sehr schwache Opalescenz, die in einen unbedeutenden flockigen Niederschlag überging, dessen Volumen nach 24stündigem Stehen 0,1 bis 0,2 ccm betrug. Eine Probe von 0,0448% igem Stickstoffgehalt gab eine schwache Trübung, die in einen zum Teil Flocken, zum Teil Klümpchen enthaltenden Niederschlag überging, im ganzen einem Volumen von 0,3 ccm entsprechend. Eine Probe mit einem Gehalte von 0,081% Stickstoff gab einen Niederschlag, der dem vorhergehenden ähnlich war, von 0,4—0,5 ccm. Endlich erhielt man in einer 0,1792% Stickstoff enthaltenden Probe eine starke Trübung, die schnell in einen klebrigen, klumpigen, auch flockige Massen enthaltenden Niederschlag überging; das Volumen des Niederschlages betrug im ganzen 0,6—0,7 ccm.

Quantitative Bestimmungen, angestellt an 3 Proben zu je 100 ccm mit 0,0224—0,0448 % Stickstoffgehalt zeigten, daß etwa 3—5% des Gesamtstickstoffs in Form der durch Phosphorwolframsäure, in der 1% Schwefelsäure enthaltenden Lösung fällbaren Produkte enthalten sind. Sie enthielt augenscheinlich nach den oben beschriebenen Proben hauptsächlich, resp. fast ausschließlich solche Substanzen, die durch Phosphorwolframsäure nur aus konzentrierteren Lösungen gefällt werden, wobei ihre Niederschläge mit dem genannten Reagenz dem äußeren Ansehen nach sich scharf von den Phosphorwolframaten der Basen unterscheiden, die beim Zerfall der Eiweißstoffe erhalten werden und vollkommen an die Phosphorwol-

¹⁾ l. c. S. 357—358.

framate gewisser, nur aus konzentrierteren Lösungen fällbarer Monoaminosäuren erinnern.

Weiter eingeeengt gab die Lösung der Spaltungsprodukte mit Phosphorwolframsäure bei 1%iger Schwefelsäure noch größere Mengen Niederschlag als oben angegeben, wobei die Niederschläge über 6, 8 und mehr Prozent des Gesamtstickstoff enthielten; die erhaltenen Niederschläge unterschieden sich zugleich dem äußeren Ansehen nach von den entsprechenden Niederschlägen der Eiweißbasen; sie waren relativ sehr wenig voluminös, sand- resp. klümpchenartig, zum Teil klebrig, schwer, traten in Form einer feinen staubartigen Trübung auf usw.

In den Bestand der Lösung B B gehören somit fast ausschließlich Verdauungsprodukte des Caseins mit niedrigem Stickstoffgehalt; möglicherweise befanden sich unter ihnen auch freie Monoaminosäuren; die Hauptsache jedoch bildeten die Substanzen vom Typus der Polypeptide.

Zur Darstellung der Koagulose wurde die Lösung B B mit Salzsäure bis zur spurenweisen Reaktion mit Kongopapier (bräunliche Färbung) angesäuert, bei 40—42° C. zur Sirupkonsistenz eingeeengt und mit 5%iger Grüblerscher Pepsinlösung, die $\frac{1}{20}$ des Volumens der Probe ausmachte, versetzt. Die Reaktion begann schon nach einigen Minuten, indem die Mischung sich stark trübte, und nach einigen Stunden hatte die Probe das Aussehen einer unbeweglichen, breiartigen Masse angenommen. Die Proben wurden ca. 14 Stunden bei 37—38° C. gehalten, worauf der Inhalt sorgfältig mit 10 Volumen destillierten Wassers gemischt und zum Abfiltrieren hingestellt wurde. Die abgetrennte Koagulose erwies sich bei der Digestion in kaltem destillierten Wasser im Verlaufe von 12—16 Stunden als nicht unlöslich, war sehr schwer löslich in 0,5%iger Salzsäure (beim Digerieren mit dieser Säure ging die Lösung bedeutend besser vor sich), sehr leicht löslich bei Gegenwart freier Alkalien. Ihre Lösungen gaben die Biuretreaktion ähnlich der Lösung B B. Nach der Auswaschung, die leicht vor sich ging, hatte die Koagulose das Aussehen einer feinflockigen Masse, die leicht zu trocknen war.

Die Elementarzusammensetzung der Koagulose war folgende:

C	—	54,51 %
H	—	7,89 %
N	—	12,35 % und 12,14 %.

0,3271 g Substanz gaben bei der Verbrennung 0,2305 g H₂O und 0,6534 g CO₂.

0,2407 g Substanz gaben bei der Verbrennung nach Dumas 25,5 ccm Stickstoff, bei t = 17,3°, B. = 758,6 mm.

0,3092 g Substanz gaben bei der Verbrennung nach Dumas 32,1 ccm Stickstoff, bei t = 14,0° und B. = 750,5 mm.

Die Substanz enthielt 1,31% Asche.

Die gegebene Koagulose wurde mit 25%iger Schwefelsäure der Spaltung unterworfen. Die erhaltene Lösung der Spaltungsprodukte enthielt nur wenig durch Phosphorwolframsäure bei Gegenwart von in 1%iger Schwefelsäure fällbaren Substanzen. Dies ist aus folgenden mit je 10 ccm Flüssigkeit angestellten Proben ersichtlich. Die Lösungen wurden auf 1% Schwefelsäure gebracht. Eine Probe mit einem 0,032%igen Stickstoffgehalte gab mit Phosphorwolframsäure nur Spuren eines leichten flockigen Niederschlages. Eine zweite Probe mit 0,096% Stickstoff gab eine sehr schwache Trübung, die in einen relativ unbedeutenden (0,6 ccm), sehr lockeren, flockigen Niederschlag überging. Eine dritte Probe, enthaltend 0,2505% Stickstoff (eine fast gesättigte Lösung) gab eine staubförmige Trübung, die schnell in einen, klebrige Klümpchen enthaltenden Niederschlag überging. Wie aus dem oben Angeführten hervorgeht, ist die gegebene Koagulose augenscheinlich ein Koapeptid.

Bei künstlicher peptischer Verdauung des Caseins entstehen also ebenfalls peptidartige koagulogene Substanzen, die Koapeptide liefern.

Lösung C.

Aus dieser Lösung wurde die Koagulose bei Gegenwart von Spuren freier Salzsäure (schwache Braunfärbung mit Kongo-papier) gewonnen.

Die Elementarzusammensetzung dieser Koagulose war folgende:

C — 54,21 %

H — 7,77 %

N — 13,09 % und 13,37 %

Asche — 2,16 %.

0,3667 g Substanz gaben bei der Verbrennung 0,2492 g Na und 0,7133 g CO₂.

0,2641 g Substanz gaben bei der Verbrennung nach Dumas 29,5 ccm Stickstoff, bei $t = 13,5^\circ$ und $B. = 742,5$ mm.

0,2823 g Substanz gaben bei der Verbrennung nach Dumas 33,1 ccm Stickstoff bei $t = 17,1^\circ$ und $B. = 735,2$ mm.

Die Substanz enthielt 2,16 % Asche.

Diese Koagulose, in ihren allgemeinen Eigenschaften der vorhergehenden ähnlich, wurde ebenfalls der Spaltung mit 25%iger Schwefelsäure unterworfen. Die Lösung der Spaltungsprodukte enthielt sehr wenig durch Phosphorwolframsäure bei Gegenwart von 1%iger Schwefelsäure leicht fällbare Substanzen, wie folgende Proben von je 10 ccm zeigen.

Eine Probe von 0,0506 % Stickstoffgehalt gab mit Phosphorwolframsäure eine sehr schwache Opaleszenz; nach 24 Stunden waren Spuren (weniger als 0,1 ccm) eines flockigen Niederschlages vorhanden. Eine Probe mit 0,17 % Stickstoffgehalt ergab eine Trübung mittleren Grades, die sehr bald in einen unbedeutenden (0,1 ccm), staubartigen, klebrigen Niederschlag überging. Schließlich erhielt man bei einer Probe, die ebenfalls relativ viel (0,2 %) Stickstoff enthielt, eine ziemlich starke Trübung, die schnell in einen feinen staubartigen, zum Teil klebrigen Niederschlag, der 0,4–0,5 ccm ausmachte, überging.

Auch diese Koagulose ist somit anscheinend ein Koapeptid, das fast gar keine Basen enthält.

Ergebnisse.

Bei der peptischen Verdauung des Caseins wurde eine Reihe koagulogener Substanzen erhalten, die man in 2 Hauptgruppen teilen kann: 1. koagulogene Substanzen vom Typus der Albumosen resp. albumoseähnlicher Substanzen und 2. koagulogene Substanzen vom Typus der Polypeptide, die fast gar keine Basen enthalten. Aus den angegebenen Substanzen

gingen Koalbumosen und Koapeptide hervor. Die koagulosogenen Substanzen der einen wie der anderen Gruppe weisen in den Grenzen einer und derselben Gruppe eine bedeutende Mannigfaltigkeit auf, wie z. B. hinsichtlich des Stickstoffgehaltes.

Selbstverständlich ist die Frage nach der chemischen Individualität der Koagulosen, die bei der in Rede stehenden Verdauung erhalten werden, vollkommen offen.

Zurzeit bin ich mit einer genaueren Untersuchung der koagulosogenen Substanzen vom Typus der Albumosen, die relativ wenig Stickstoff enthalten, wie auch der beschriebenen Substanzen vom Typus der Polypeptide beschäftigt.