

Sauerkraut als C-Vitaminträger.

Von

B. A. Lawrow und Natalie Jarussowa.

(Aus dem Staatlichen Ernährungsinstitut zu Moskau.)

(Eingegangen am 7. Oktober 1930.)

Mit 8 Abbildungen im Text.

Bekanntlich stellt das Gemüse eine wertvolle Vitaminquelle dar, und deswegen gewinnt die Frage nach der Erhaltung der Vitamine beim Konservieren von Gemüse eine besonders große Bedeutung. Zur allerverbreitetsten Konservierungsmethode dieser Nahrungsprodukte gehört das Einsäuern; die Literaturangaben über „Vitaminstärke“ der eingesäuerten Gemüse sind jedoch äußerst spärlich, so daß eine experimentelle Prüfung dieser Frage zweifellos erforderlich ist.

Wir stellten Versuche mit Sauerkraut, der in unserer Heimat allerverbreitetsten Gemüsekonserven, an und wollen in der vorliegenden Arbeit über unsere Untersuchungsergebnisse hinsichtlich der antiskorbutischen Eigenschaften dieses Nahrungsmittels berichten.

Als Versuchstiere dienten uns Meerschweinchen. Wir benutzten hierbei die im hiesigen Institut gewonnenen Resultate über die vergleichende Wertigkeit verschiedener Grunddiät für die Meerschweinchen. Diese Untersuchungen ergaben, daß Hafer und autoklavisiertes Heu (1 Stunde bei 120°) die einfachste Futterkombination ist. Wird den Meerschweinchen nur dieses Futter verabreicht, so zeigen sich bei ihnen nach kurzer Frist (gewöhnlich am Ende der vierten Woche)

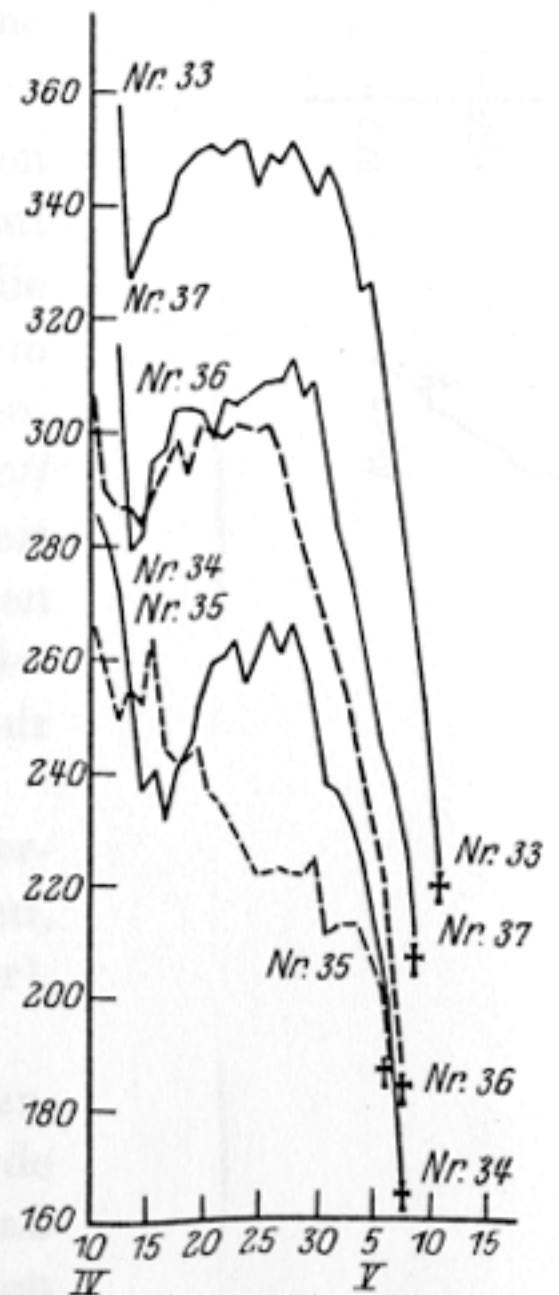


Abb. 1.
Hafer und autoklavisiertes Heu. Gewichtskurven.

deutlich ausgeprägte Symptome von C-Avitaminose, was die Autopsie (makroskopisch) bestätigt (s. Tabelle I, Abb. 1).

Tabelle I.

Meer- schweinchen Nr.	Gewicht zu Versuchs- beginn	Gewicht zu Versuchs- ende	Versuchsdauer (Tage)	Gewichts- verlust		Ergebnisse
				g	%	
33	358	223	29 (tot)	135	36,7	Autopsie: Blutung in der Haut. Rosenkränze an den Rippen. Zähne wackelig.
37	316	212	27 (tot)	104	32,9	Autopsie: Blutung im Gelenk. Kleine Rosenkränze. Zähne leicht herausnehmbar.
36	307	187	28 (tot)	120	39,1	Autopsie: unbedeutende Blutungen. Geringe Rosenkränze an den Rippen. Zähne leicht herausnehmbar.
34	286	167	28 (tot)	119	41,6	Autopsie: Blutungen in den Gelenken Rosenkränze (?). Zähne leicht herausnehmbar.
35	266	190	27 (tot)	76	28,6	Autopsie: Makroskopisch ließen sich keine skorbutischen Symptome wahrnehmen.

Wird bei dieser Diät ein C-Vitaminträger gegeben, so verhalten sich die jungen Tiere völlig normal. Zur Illustration führen wir auf Abb. 2 und 2a die Gewichtskurve der Meerschweinchen an, welche die oben erwähnte Grundkost mit Beifügung von Vitaminträgern (5 cm frischen Kohl- bzw. Apfelsinensaft) erhielten. Diese Kurven zeigen, daß diese Fütterungsweise der von *L. Randoïn* bzw. *N. Bessonoff* jedenfalls nicht nachsteht, in bezug auf Einfachheit und Billigkeit aber dieselbe bedeutend übertrifft (die entsprechenden im hiesigen Institut durchgeführten Vergleichsuntersuchungen von Dr. *Schepilewskaja* und Dr. *Isumrudowa* gelangen in der nächsten Zeit zur Veröffentlichung).

Im Vorversuch (etwa 1 bis 2 Wochen) bekamen die Meerschweinchen eine gemischte Nahrung (nicht autoklavisiertes Heu, Hafer und Gemüse — frischen Kohl, Möhren und Beten — und Wasser), und zwar ad libitum.

Beim Beginn des Versuchs wurden die Tiere in Käfigen untergebracht, deren Boden mit Sand bestreut war; der Hafer wurde in verzinkten Futternäpfen von einer derartigen Form gegeben, daß die Körner nur in geringer Menge verstreut wurden; Wasser erhielten die Tiere in gläsernem Geschirr; außerdem wurden in jeden Käfig 25 g autoklavisiertes Heu gelegt, das gewöhnlich bis zum nächsten Tage

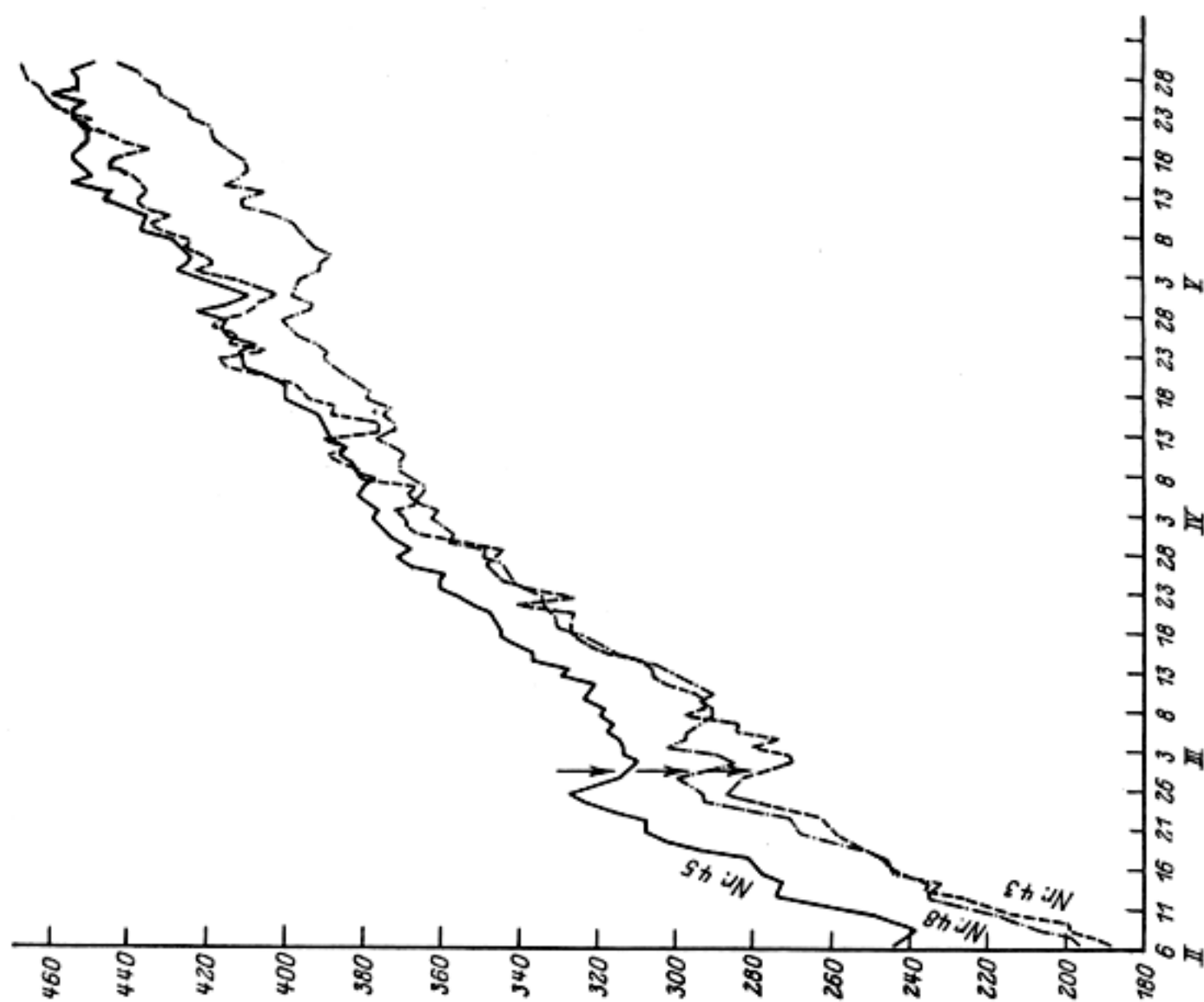


Abb. 2.

Grunddiät und frischer Kohlsaft (5 ccm). Gewichtskurven. Mit dem Pfeil ist der Versuchsanfang angedeutet.

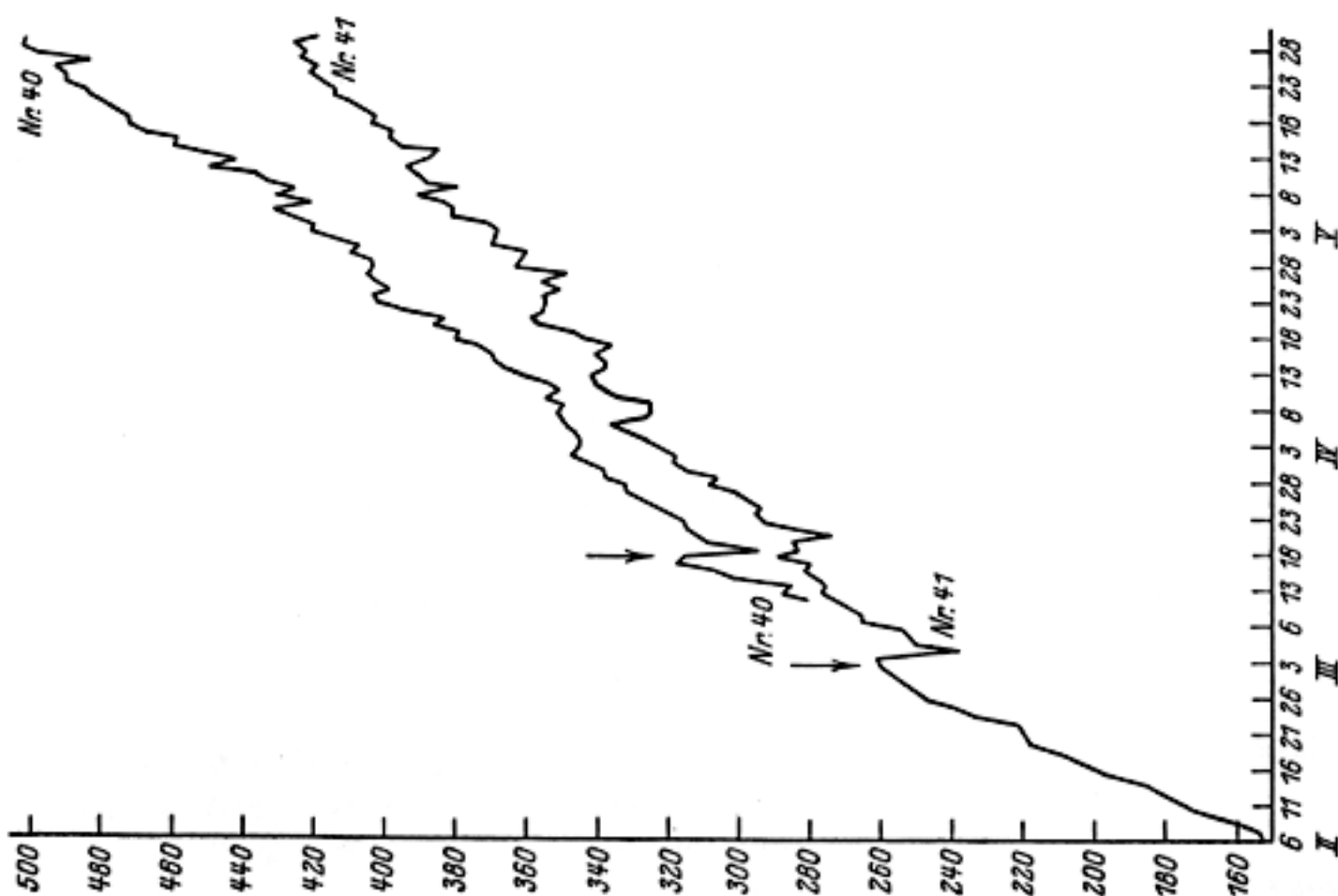


Abb. 2 a.

Grunddiät und Apfelsinensaft (5 ccm). Gewichtskurven. Mit dem Pfeil ist der Versuchsanfang angedeutet.

restlos vertilgt wurde. Die Menge des vom Tiere verzehrten Hafers wurde durch Abwiegen der Reste berechnet; sie schwankte etwa von 10 bis 20 g pro Tag, je nach dem Gewicht des Tieres und der Wirkungstätigkeit des Vitaminträgers. War das Vitamin nicht genügend vorhanden, so verlor das Meerschweinchen seinen Appetit, fraß sogar Heu schlecht, nahm an Gewicht ab und bekam das typische Aussehen eines skorbutischen Tieres.

Der antiskorbutische Faktor des gesäuerten Kohls wurde der Grundkost folgendermaßen zugefügt: Die erforderlichen Mengen des käuflichen Sauerkrauts (es wurde bei uns in einem eichenen Faß unter einer Presse aufbewahrt) wurden von der Salzlake¹ (durch Abwerfen auf ein Sieb) befreit, abgewogen und durch die Fleischmaschine gelassen; das fein zerkleinerte Kraut wurde mit Marlatuch umwickelt und mit den Händen abgedrückt; die auf diese Weise erhaltene und noch durch ein Faltenfilter geschickte trübe Flüssigkeit diente uns als Vitaminträger. Mit Hilfe einer Pipette wurde diese Flüssigkeit den Meerschweinchen, und zwar in den Dosen: 1, 5, 10, 20 und 50 ccm pro Tag gegeben. Die Versuchsergebnisse mit 1 ccm Saft sind auf Abb. 3 und in der Tabelle II angeführt. Die Autopsie ergibt in allen Fällen ein deutlich ausgesprochenes Bild von Skorbut.

Tabelle II.

Täglicher Zusatz von 1 ccm Sauerkohlsaft zur Grunddiät.

Meerschweinchen Nr.	Gewicht zu Versuchs- beginn g	Gewicht zu Versuchs- ende g	Versuchsdauer (Tage)	Gewichtsverlust während des Versuchs		Ergebnisse
				g	%	
22	542	295	35 (tot)	247	45,5	Autopsie: Geringe Blutung in den Kniegelenken. Deutlich ausgeprägte Rosenkränze an den Rippen. Zähne leicht herausnehmbar.
20	467	242	31 (tot)	225	48,1	Autopsie: Sehr bedeutende Blutungen. Deutlich ausgeprägte Rosenkränze. Zähne leicht herausnehmbar.
27	360	218	25 (tot)	142	39,4	Autopsie: Blutungen. Deutliche Rosenkränze. Zähne wackelig.

¹ Aus folgenden Gründen halten wir es für notwendig, das Sauerkraut von der Salzlake zu befreien: 1. Die Menge der Lake steht in keinem Verhältnis zum Sauerkraut selbst. 2. Sie ist bei der täglichen Portion höchst verschieden, was den aus den Kohlgeweben erhaltenen Saftgehalt bedeutend beeinflußt und somit die Berechnung des benutzten Saftes in Abhängigkeit von der Ausgangsquantität erschweren würde. 3. Die Kohl-lake wird gewöhnlich bei Benutzung des Sauerkrauts in der Küche nicht verwertet.

Mit 5 ccm Sauerkohlsaft erhielten wir die gleichen Resultate, die sich nur in *einem* Falle von den oben angeführten durch längere Lebensdauer des Versuchstieres und durch makroskopisch weniger deutlich ausgesprochene skorbutische Symptome unterschieden (s. Tabelle III und Abb. 4¹).

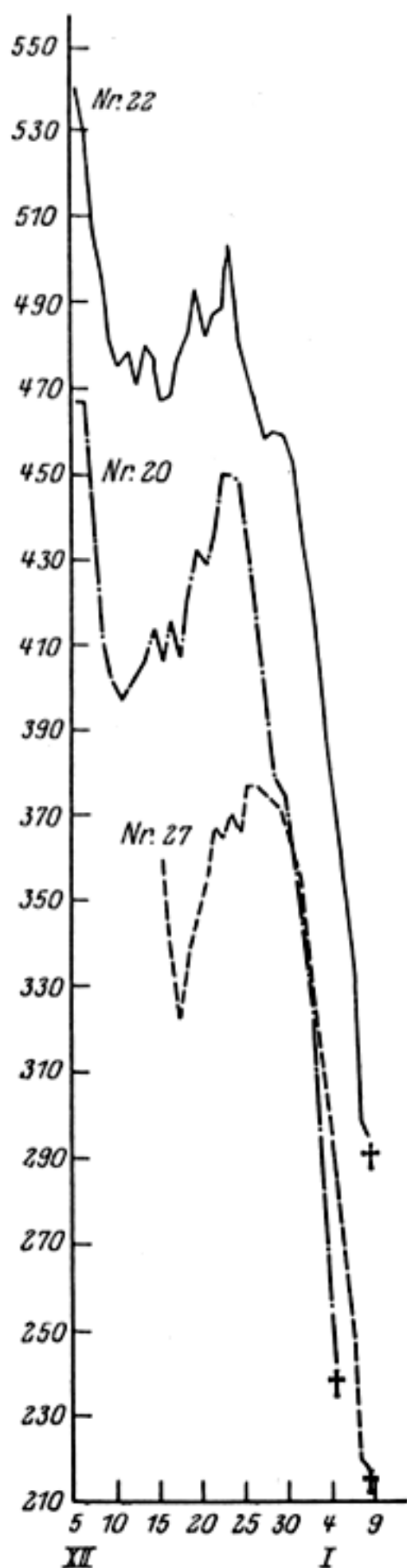


Abb. 3.
Grunddiät und Sauerkrautsaft (1 ccm).
Gewichtskurven.

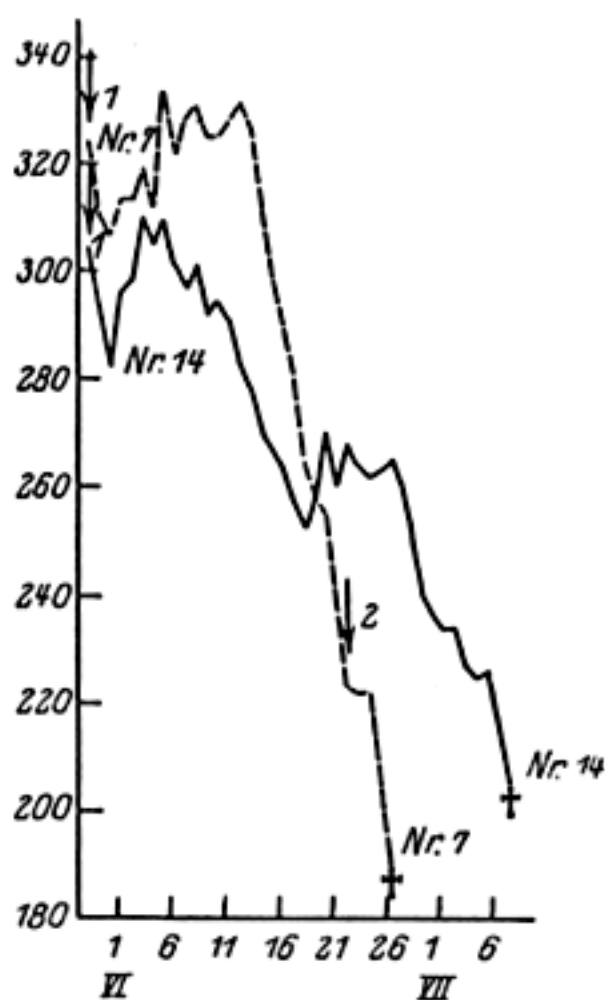


Abb. 4.
Grunddiät und Sauerkrautsaft (5 ccm).
Gewichtskurven.

Mit 10 ccm Sauerkohlsaft ergab die Autopsie höchstens (Nr. 19 und 23) schwächere skorbutische Symptome, jedoch zeigen (siehe

¹ Wir nahmen die Daten aus unseren Vorversuchen, in denen nur Hafer als Grunddiät diente.

Tabelle III.

Täglicher Zusatz von 5 ccm Sauerkohlsaft zur Grunddiät.

Meer- schweinchen Nr.	Gewicht zu Versuchs- beginn g	Gewicht zu Versuchs- ende g	Versuchsdauer (Tage)	Gewichts- verlust		Ergebnisse
				g	%	
7	324	190	28 (tot)	134	41,3	Unbedeutende Blutungen in den Knie- gelenken. Zähne frei heraus- nehmbar.
14	304	205	39 (tot)	99	32,5	Vollblütigkeit der Epiphysen und Rippenknorpel. Zähne frei heraus- nehmbar. Schwach ausgeprägte Rosenkränze.

Tabelle IV und Abb. 5) die Lebensdauer der Tiere (27 Tage), der Gewichtsverlust in Prozenten (38 und 47 %) und der Charakter der Gewichtsabnahme bei einem der Versuchstiere (Meerschweinchen Nr. 23) ein Bild, das dem bei typischer C-Avitaminose der Meer-
schweinchen zu beobachtenden identisch ist (vgl. Abb. 1). Die Ge-
wichtskurve des Meerschweinchens Nr. 19 ähnelt der typischen Hunger-

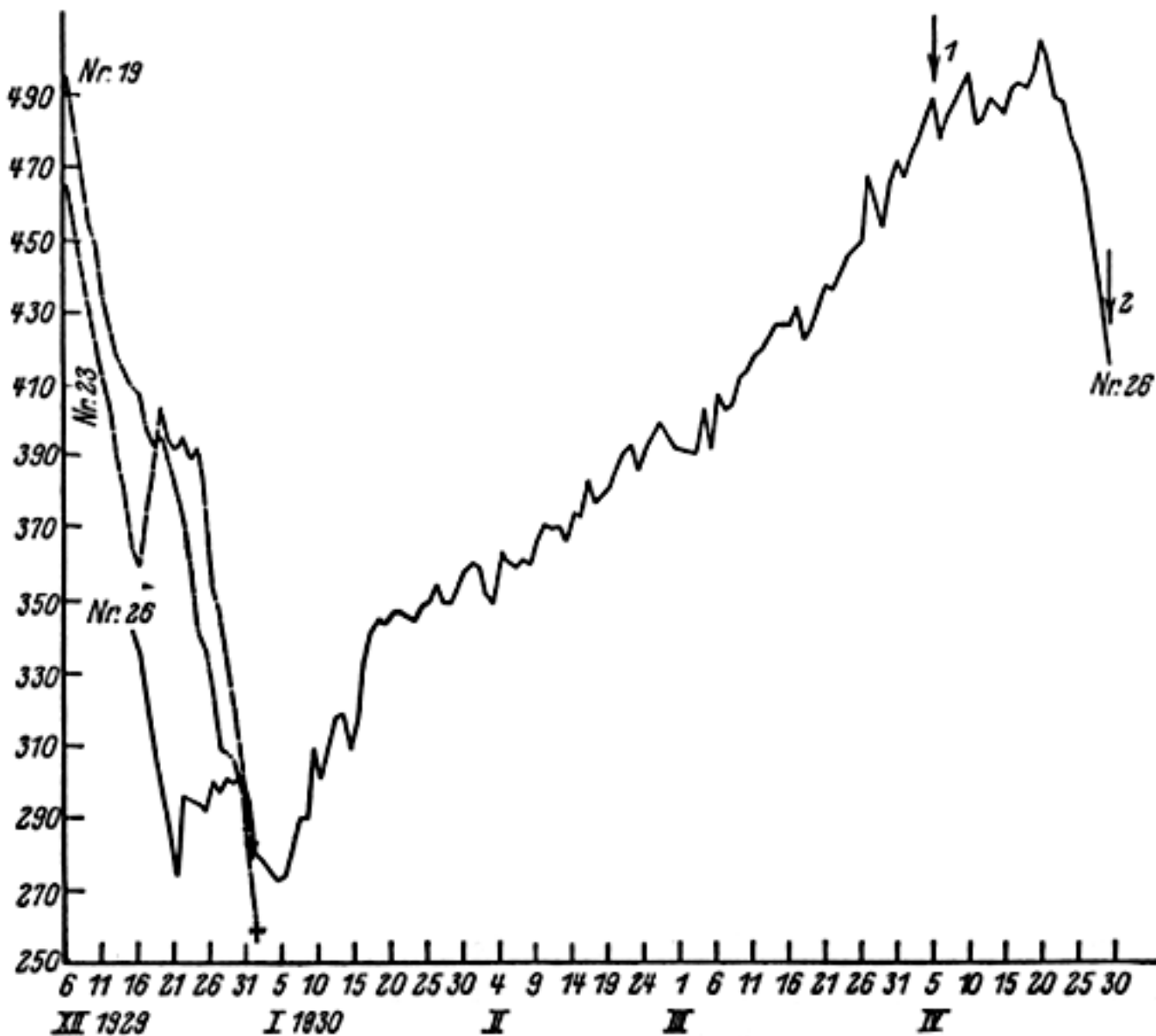


Abb. 5.

Grunddiät und Sauerkrautsaft (10 ccm). Gewichtskurven. Pfeile: 1. nur Grunddiät;
2. gemischte Kost.

Tabelle IV. Täglicher Zusatz von 10 ccm Sauerkohlsaft.

Meer- schweinchen Nr.	Gewicht zu Versuchs- beginn g	Gewicht zu Versuchs- ende g	Versuchsdauer (Tage)	Gewichts- veränderungen		Ergebnisse
				g	%	
19	495	262	27 (tot)	-233	-47	Geringe Blutungen im Dünn- und Dickdarm.
23	465	286	27 (tot)	-179	-38,5	Geringe Blutungen in den Kniegelenken, deutlich bemerkbare Rosenkränze.
26	342	489	111	+147	+43	Normales Aussehen und Befinden.

kurve und ist für die C-Avitaminose der Meerschweinchen nicht charakteristisch; die Autopsie ergab keine spezifisch-skorbutischen Symptome; es ließen sich nur unbedeutende Blutungen hier und da im Dünn- und Dickdarm beobachten. Im Gegensatz zu den erwähnten Meerschweinchen wies das Tier Nr. 26 (das an Gewicht allergeringste in dieser Gruppe) im Laufe von 111 Versuchstagen eine bedeutende Gewichtszunahme auf (43 %) und besaß die ganze Zeit über ein vollständig normales Aussehen und Befinden. Die Gewichtskurve dieses Tieres zeigt eine äußerst interessante Erscheinung: in den ersten 3 Versuchswochen hatte dieselbe einen für Skorbut typischen Verlauf (vgl. Meerschweinchen Nr. 34 und andere auf Abb. 1), dann jedoch steigt das Gewicht der Tiere äußerst schnell, wie beim normalen Wachstum, was bis zum Versuchsende (111 Tage) dauerte. Um die Wirkung der gegebenen Dosis auf das Meerschweinchen zu kontrollieren, führten wir dieses Tier auf eine vitaminfreie Kost (nur Grunddiät) über. Wie Abb. 5 zeigt, stieg das Gewicht des Tieres anfänglich wie früher, ungefähr 2 Wochen lang, um nach dieser Zeit zu fallen. Das Tier wurde auf die gewöhnliche, gemischte Kost übergeführt.

Tabelle V. Täglicher Zusatz von 20 ccm Sauerkohlsaft zur Grunddiät.

Meer- schweinchen Nr.	Gewicht zu Versuchs- beginn g	Gewicht zu Versuchs- ende g	Versuchsdauer (Tage)	Veränderungen des Gewichts beim Versuch		Ergebnisse
				g	%	
21	645	677	121	+32	+4,9	Normales Aussehen und Befinden.
24	490	254	27 (tot)	-236	-49,5	Autopsie: Deutliche Rosenkränze, Zähne wackeln, Blutungen im Darm.
25	243	519	111	+285	+54,9	Normales Aussehen und Befinden.

Aus dem oben Gesagten folgt, daß 10 ccm Saft eine gewisse „Grenzmenge“ des antiskorbutischen Faktors enthalten, die jedenfalls für einige Individuen noch nicht vollkommen genügt, um den normalen Zustand des Tieres aufrechtzuerhalten; 20 ccm Saft üben eine sichere antiskorbutische Wirkung aus, was aus Abb. 6 und Tabelle V zu ersehen ist.

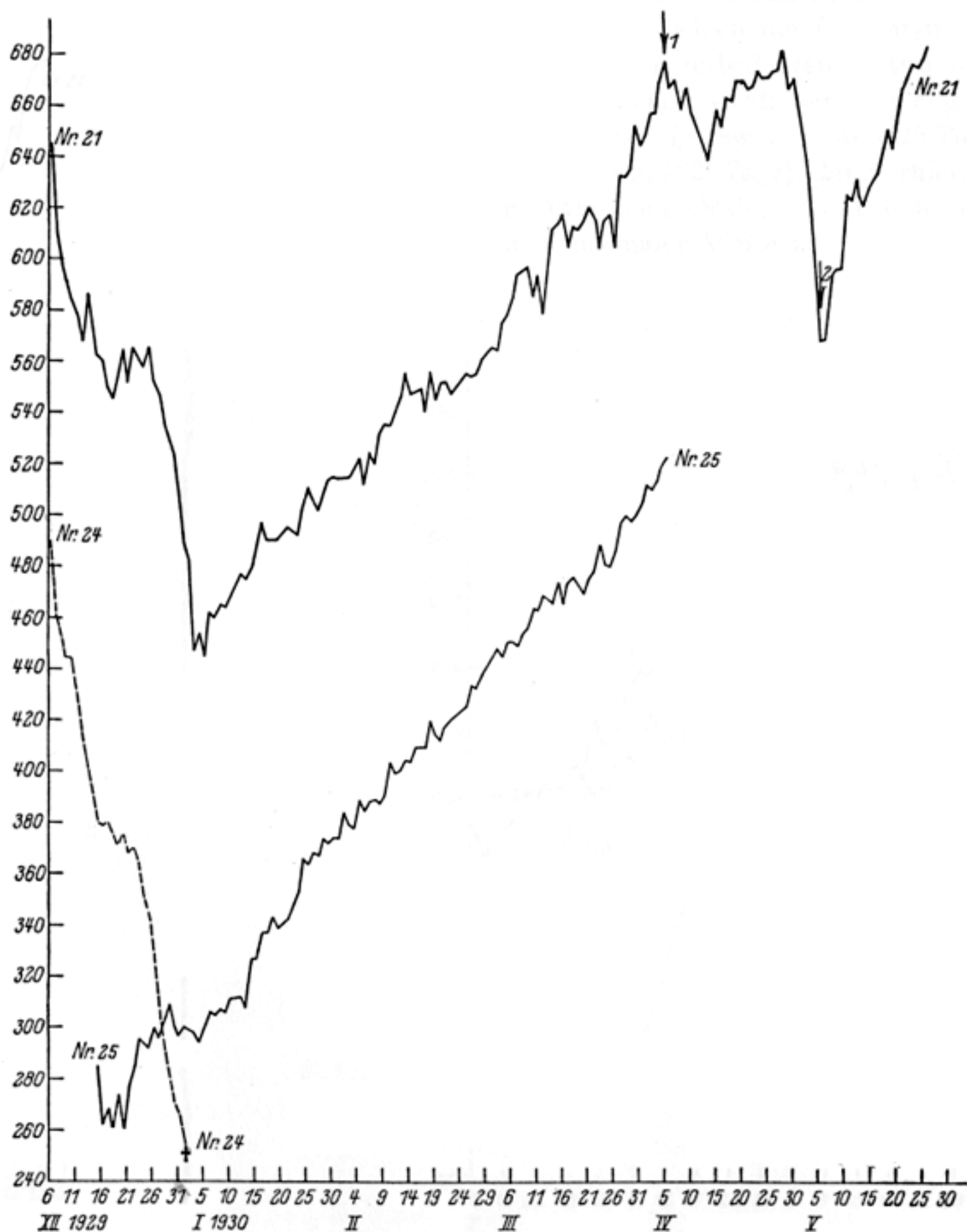


Abb. 6.

Grunddiät und Sauerkrautsaft (20 ccm). Gewichtskurven. Pfeile: 1. nur Grunddiät;
2. + 20 ccm Sauerkrautsaft.

In diesem Versuch ging eines der Meerschweinchen (Nr. 24) bald nach Versuchsbeginn (am 27. Tage) zugrunde, die anderen Tiere jedoch gediehen normal. Das Meerschweinchen Nr. 21 ergab ein Bild, das wir beim Meerschweinchen Nr. 26 bei der Dosis von 10 ccm Sauerkohl-saft beobachten konnten, und zwar Gewichtsabnahme (hier eine sehr starke) bis auf 31 % binnen 31 Tagen, dann normale Gewichtskurve während 3 Monaten mit Gewichtszunahme von 52 % (vom minimalen Gewicht berechnet), wobei jedoch die Gesamtzunahme des Tieres für diese *Zeitperiode* (121 Tage) unbedeutend (etwa 5 % des anfänglichen Gewichts) war. Am 122. Tage wurde der Saft abgestellt, und das Tier erhielt nur die Grundkost; in den nächsten 25 Tagen verlor das Tier etwa 9 % (vom Gewicht am 122. Tage); dann erhielt das Tier von neuem den Saft in der vorherigen Dosis; wie Abb. 6 zeigt, nahm das Gewicht des Tieres in normaler Weise zu.

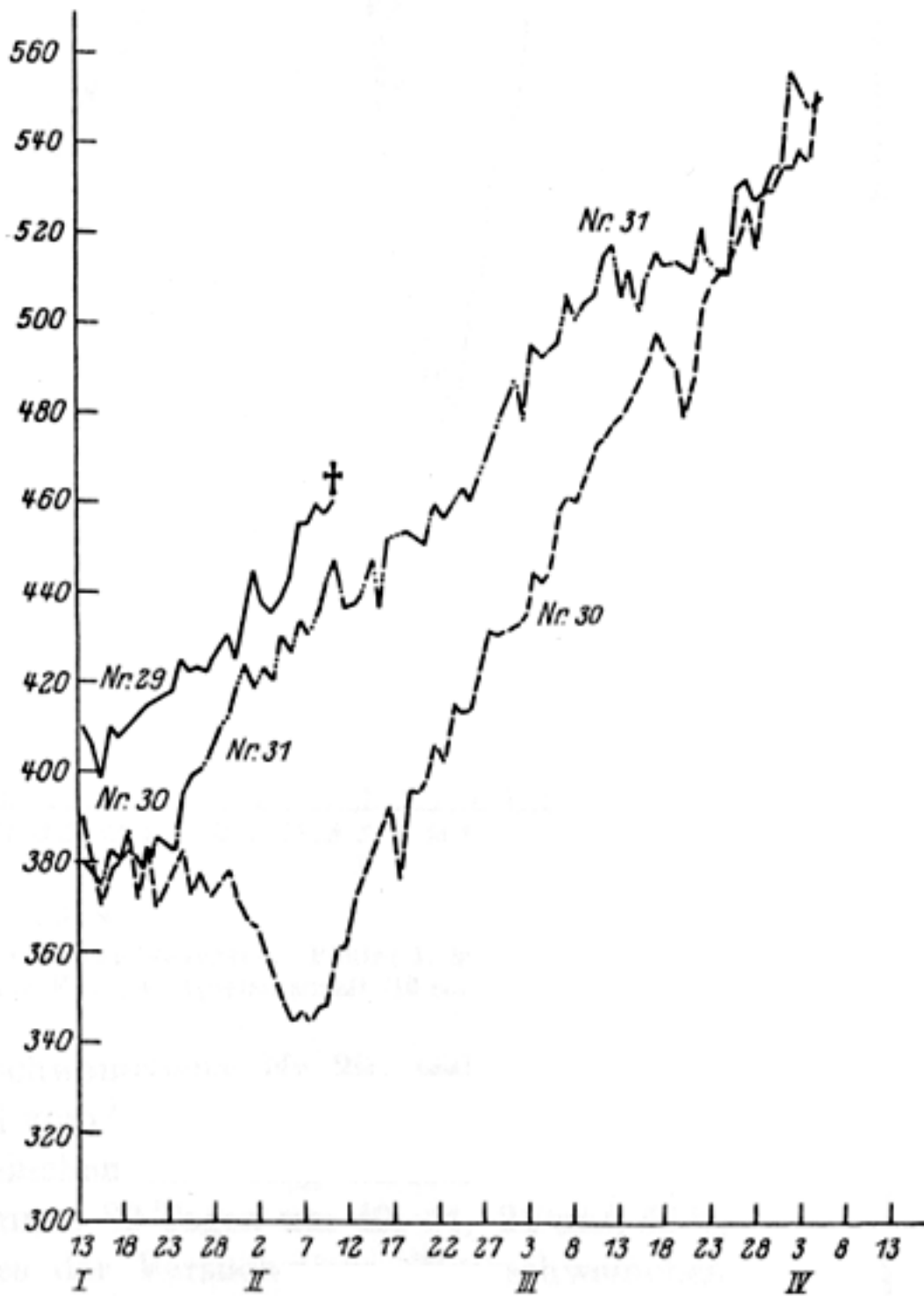


Abb. 7.

Grunddiät und Sauerkrautsaft (30 ccm). Gewichtskurven.

Größere Dosen (30 und 50 ccm) des Saftes, die den Tieren in Gaben von 10 ccm während des Tages verabfolgt wurden, übten eine günstigere Wirkung aus (s. Tabelle VI, Abb. 7 und 8).

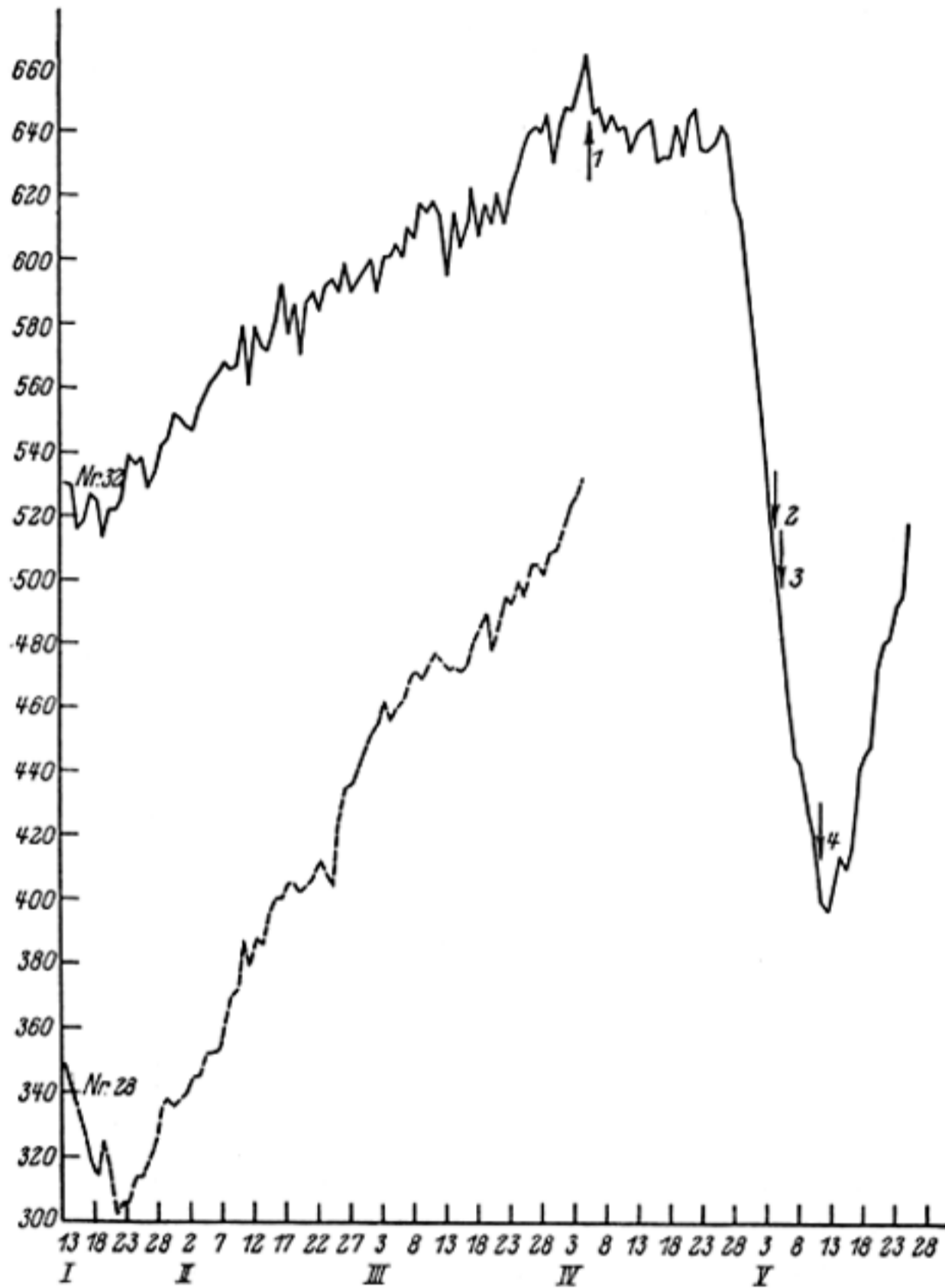


Abb. 8.

Grunddiät und Sauerkrautsaft (50 ccm). Gewichtskurven. Pfeile: 1. nur Grunddiät; 2. Lähmungen; 3. gemischte Kost; 4. Apfelsinensaft (10 ccm).

Mit Ausnahme des Meerschweinchens Nr. 29, welches aus zufälligen Gründen umkam (es fiel vom Tisch und wurde tödlich verletzt), wiesen alle übrigen Meerschweinchen ein völlig normales Wachstum auf und nahmen an Gewicht binnen 82 Tagen um 40, 44, 24 und 52 % zu. Zur Kontrolle wurde eines der Versuchstiere (Meerschweinchen Nr. 32) vom 83. Tage an auf die Grundkost übergeführt; in den ersten 3 Wochen behielt das Tier fast sein früheres Gewicht (dasselbe fiel

nur um 2%), in der vierten Woche betrug jedoch die Gewichtsabnahme 21,5%; der Übergang zur gemischten Kost stellte die Gewichtsabnahme nicht sofort ein (der Gewichtsverlust betrug während der Woche 104 g, d. h. 20,6%). Dann erhielt das Meerschweinchen 10 ccm Apfelsinensaft; die Gewichtsabnahme hörte sofort auf, und am zehnten Tage betrug die Gewichtszunahme 18,2%.

Tabelle VI.

Meer- schweinchen Nr.	Gewicht zu Versuchs- beginn g	Gewicht zu Versuchs- ende. g	Versuchsdauer (Tage)	Gewichts- veränderungen		Ergebnisse
				g	%	
30 ccm Sauerkohlsaft zur Grunddiät.						
29	410	460	29	+ 50	+ 12,1	Tod am 29. Tage aus zufälligen Gründen.
30	390	551	82	+ 161	+ 41,3	Versuch wurde am 83. Tage eingestellt.
31	380	548	82	+ 168	+ 44	Versuch wurde am 83. Tage eingestellt.
50 ccm Sauerkohlsaft zur Grunddiät.						
32	530	655	82	+ 125	+ 23,6	Die Saftgabe wurde am 83. Tage eingestellt.
28	349	532	82	+ 183	+ 52	Der Versuch wurde am 83. Tage eingestellt.
Grundkost (ohne Saft).						
32	655	642	22	- 13	ca. - 2	
32	642	504	8	- 138	- 21,5	Am 9. Tage erhielt das Meerschweinchen gemischte Kost.

Beim Vergleich der mit 30 und 50 ccm Sauerkohlsaft angestellten Versuche können wir wohl keinerlei Vorzüge der letzten Dosis vor der ersten feststellen (Abb. 7 und 8). Daher halten wir 30 ccm Saft für eine bestimmt prophylaktisch wirkende Dosis, 20 ccm jedoch für eine den minimalen antiskorbutischen Anforderungen nahestehende.

Was nun den Zahlenausdruck der C-Vitaminskonzentration im Sauerkrautsaft betrifft, so würden wir es für möglich halten, diese Konzentration (die Vitaminstärke) durch einen Vergleich der minimalen prophylaktischen Dosis des Sauerkrautsaftes mit der prophylaktischen Dosis eines große Vitaminaktivität besitzenden Produktes (z. B. des Apfelsinen- oder Zitronensaftes) zu bestimmen. Schützen das Meerschweinchen vor dem Skorbut schon 1,5, 2 oder 3 ccm des Apfelsinensaftes, so hat unser Saft, dessen prophylaktische Dosis erst 30 ccm darstellen, entsprechend 5,6 oder 10% der Aktivität des Apfelsinensaftes oder des Saftes von frischem, rohem Kohl, der dem ersteren an C-Vitaminskonzentration gleichsteht.

Man kann auch eine andere Berechnungsweise benutzen: schützen 1,5 bis 3 ccm Apfelsinensaft und 30 ccm Sauerkohlensaft in gleicher Weise das Meerschweinchen vor Skorbut, so ist die C-Vitaminmenge in beiden Fällen gleich anzunehmen; betrachtet man diese Menge als Einheit, so kann man berechnen, wieviel solcher Einheiten auf 1 kg Produkt kommen. Für den Apfelsinensaft erhalten wir dann entsprechend: 660 bis 500 bis 330, für den Sauerkohlensaft 33,3.

Offenbar steht der Sauerkohlensaft seiner Aktivität nach den stärksten Vitaminträgern gegenüber bedeutend zurück; es wäre jedoch falsch, die praktische Bedeutung dieses Saftes zu verneinen. Nach der Tabelle von *Sherman*¹ kann man berechnen, daß, wenn 1 kg Apfelsinensaft 330 bis 600 C-Vitamineinheiten enthält, 1 Liter Milch 11 bis 55 Einheiten und nach unseren Befunden der Sauerkohlensaft 33 Einheiten enthält, d. h. es ergibt sich ein mittlerer Milchzahlenwert. Die Bedeutung der frischen Milch als therapeutisches und prophylaktisches Mittel gegen den infantilen Skorbut ist aber schon längst bekannt. Wenn wir nun also unsere Betrachtungen auf die praktische Ernährung des Menschen übertragen, so können wir wohl behaupten, daß dem Sauerkohlensaft gleich der Milch eine aktuelle Bedeutung zur Bekämpfung der C-Avitaminose zukommt.

Was nun das Ausgangsprodukt — den Sauerkohl — anbelangt, so muß man bemerken, daß unser Saft nicht die ganze C-Vitaminmenge des verkäuflichen Sauerkohls enthält; selbstverständlich muß eine bedeutende Vitaminmenge in der Salzlake enthalten sein (wir haben sie nicht untersucht); ferner bleibt im Kohlrest selbst nach Auspressen des Saftes mit den Händen auch eine gewisse Menge von Vitaminen, die wir auf ungefähr 30 % schätzen möchten, da wir bei Benutzung der *Buchnerschen* Presse etwa 70 % erhielten.

Somit können wir die antiskorbutische Aktivität des Sauerkohls durch 23 Einheiten pro Kilogramm dieses Produkts ohne Salzlake bestimmen. Eine solche Wertbestimmung charakterisiert den Sauerkohl zweifellos als einen schwachen Vitaminträger; dieser Umstand verringert jedoch keineswegs die Bedeutung dieses Produktes für die Ernährung. Der Mensch benutzt nicht selten lange Zeit über eine an C-Vitaminen arme Nahrung, ohne jedoch an Skorbut zu erkranken, da die Empfindlichkeit des menschlichen Organismus für C-Avitaminose nicht allzu hoch ist. Viele unserer üblichen Nahrungsmittel verwandeln sich beim Kochen in schwache Vitaminträger, wie z. B. Möhren, frischer Kohl, Zwiebel, vielleicht auch Beten. Der lange Zeit gekochte frische Kohl behält etwa 5 bis 10 % seines anfänglichen Vitamingehalts; die Kartoffel verliert auch beim Kochen bedeutend an Vitamin; trotzdem

¹ *Sherman*, Chemistry of food and nutrition 1927.

beschützt uns der Vitamingehalt unserer Speisen völlig vor Skorbut, sogar in den Fällen, wenn selten Früchte genossen werden. Der gesäuerte Kohl per se allein oder in Salaten benutzt, kann den Vergleich mit anderen schwachen Vitaminträgern vollkommen aushalten, und seine antiskorbutische Wirkung ist dementsprechend nicht zu unterschätzen.

Wir möchten Herrn Prof. *Schaternikoff* unseren aufrichtigen Dank für seine stetige Hilfe ausdrücken.

Zusammenfassung.

1. Heu und Hafer, die im Autoklaven erhitzt sind, stellen eine Grunddiät dar, die bei den Meerschweinchen unbedingt typischen Skorbut hervorruft.

2. Der Zusatz von Sauerkrautsaft zu dieser Grunddiät hemmt die Entwicklung des skorbutischen Prozesses; die prophylaktische Dosis dieses Saftes beträgt 30 ccm, was 5 bis 10 % der Apfelsinensaftaktivität ausmacht.

3. Nehmen wir als Einheit der C-Vitaminmenge die in der minimalen prophylaktischen Dosis eines bestimmten Produktes enthaltene C-Vitaminmenge an, so können wir bestimmen, wieviel solcher Einheiten in 1 kg dieses Produktes enthalten sind. Falls somit die prophylaktische Dosis des Apfelsinensaftes 1,5 bis 3,0 ccm beträgt, so enthält 1 kg desselben 660 bis 330 Einheiten. 1 kg Sauerkrautsaft enthält dieser Berechnung gemäß 33 Einheiten und 1 kg des verkäuflichen Sauerkrauts 26 Einheiten, was innerhalb der Schwankungsgrenzen der prophylaktischen Aktivität von ungekochter Kuhmilch (11 bis 15 Einheiten) liegt.
