

Rohstoffbasis gegeben ist, müßte das Glycerin durch Einfuhr gedeckt werden.

Unter Zugrundelegung der gegenwärtigen Weltmarktpreise ist der Verbrauch der Kohle im Inland und deren Veredlung zu synthetischen Speisefetten gegenüber einer Einfuhr von Speisefetten zu vertreten.

- b) Auf technischem Gebiet sind alle für Ernährungszwecke verwendbaren Fette grundsätzlich durch synthetische Produkte zu ersetzen und zwar sind einzusetzen:

- a) synthetische Fettsäuren als Seifen, da für die Herstellung von Stückseifen die Fettsäuren der praktisch einzige Waschrohstoff sind,
- b) Salze aliphatischer Sulfonsäuren (Mersolate) als Textilhilfsmittel und Waschmittel,
- c) vollsynthetische Sulfonate als Feinwaschmittel.

Eingeg. 6. Juni 1947 [B 42]

Schrifttum

- (1) W. Ziegelmayer: Die Ernährung des deutschen Volkes, Dresden 1947.
- (2) Frank, Fehr & Co., Review of Oilseed, Oil and Oil Market 1940.
- (3) DRP. 32705 vgl. auch ältere Literatur bei F. Wittka: Gewinnung der höheren Fettsäuren durch Oxydation der Kohlenwasserstoffe, Leipzig 1940.
- (4) Th. A. Lennartz, diese Ztschr. A 59, 11 [1947].
- (5) F. Fischer: Umwandlung der Kohle in Öl, Berlin 1924, Brit. Patent 255818/1926, Ber. dtsh. chem. Ges. 71, 56 [1938].
- (6) F. Fischer u. M. Pichler, Ber. dtsh. chem. Ges. 72, 327 [1938], diese Ztschr. 57, 412 [1938].

- (7) Franz. Patent 817862/1937 Henkel & Co., Fette u. Seifen 44, 411 [1937].
- (8) A. Imhausen, Chemiker-Ztg. 63, 213 [1938], Kolloid Z. 83, 234 [1938].
- (9) E. Jantzen, W. Rheinheimer, W. Asche, Fette u. Seifen 45, 388 [1938].
- (10) G. Gee, Trans. Faraday Soc. 42, 99-398 [1946].
- (11) W. A. Waters, Naturwiss. 33, 265 [1946].
- (12) E. Zerner, Chemiker-Ztg. 54, 257 [1930].
- (13) A. Rieche, diese Ztschr. A 50, 520 [1937].
- (14) Hefter-Schönfeld: Chemie und Technologie der Fette, Wien 1936, Bd. 1, 1-399.
- (15) K. Täufl, Fettchem. Umschau 42, 165 [1935], diese Ztschr. 55, 273 [1942].
- (16) Brit. Patent 491927/1937 Märkische Seifenindustrie.
- (17) Brit. Patent 324903/1928, I.G. Farbenindustrie.
- (18) P. Mondain-Mouval u. S. Marteau, Ann. Office nat. Combust. liquide 22, 925 [1937].
- (19) Franz. Patent 487251/1938, Hubbe & Fahrenholz.
- (20) DRP. 708620/1941, I.G. Farbenindustrie. — Brit. Patent 490753/1937, I.G. Farbenindustrie. — Franz. Patent 832546/1938, Henkel & Cie. — DRP. 714775/1937, Märkische Seifenindustrie.
- (21) DRP. 714775/1937, Märkische Seifenindustrie.
- (22) F. Fischer u. W. Schnelder: Gesammelte Abhandlungen zur Kenntnis der Kohle, 4, 26 [1919].
- (23) DRP. 626787/1933, Brit. Pat. 478317/1936, I.G. Farbenindustrie.
- (24) G. Wietzel, diese Ztschr. 57, 531 [1938].
- (25) Franz. Patent 832546/1937, Henkel & Cie.
- (26) Dtsch. Patent-Anm. V. 36047 IV d/12o, ausgelegt am 27.2.41, Hubbe & Fahrenholz.
- (27) Brit. Patent 487317/1936, Zusatzpatent 490785/1937, I.G. Farbenindustrie.
- (28) DRP. 581832/1931, Brit. Patent 506092/1938, I.G. Farbenindustrie.
- (29) DRP. 563626, I.G. Farbenindustrie.
- (30) Dtsch. Patent-Anm. M. 147105 IVa/53h bekanntgemacht am 26. 11. 42, Märkische Seifenindustrie.
- (31) O. Flössner, Die Ernährung 8, 89 [1943].
- (32) W. Keil und der Oppauer Arbeitskreis: Zur Kenntnis der Fette aus Fettsäuren mit ungerader Kohlenstoffatomzahl. Hoppe Seylers Z. physiol. Chem. 257, 1 [1949], 266, 158 [1940].
- (33) W. Keil, Hoppe Seylers Z. physiol. Chem. 274, 175 [1942]; 276, 26 [1942].
- (34) K. Thomas u. C. Wietzel, Dtsch. Med. Wschr. 71, 18 [1946].
- (35) DRP. 744136 (1940), I.G. Farbenindustrie.
- (36) L. Mannes, diese Ztschr. A 57, 6 [1944].
- (37) Dtsch. Patent-Anm. J. 60766, IV d/12o, 23/01, bekanntgemacht am 10. 4. 1941, I. G. Farbenindustrie.
- (38) DRP. 715022/1941, DRP. 716350/1942, Märkische Seifenindustrie.

Technologische Fortschritte auf dem Gebiet der Gemüsetrocknung*)

Von Dozent Dr.-Ing. RUDOLF HEISS, Institut für Lebensmitteltechnologie München

Sehr unterschiedliche Ergebnisse bei der Gemüsetrocknung veranlaßten das Institut für Lebensmitteltechnologie in München, Versuche durchzuführen, durch die die Vorbedingungen ermittelt wurden, markenfähige Erzeugnisse zu erzielen. Die Berücksichtigung des Trocknungsvorganges allein läßt kein höheres Qualitätsniveau erreichen: die entscheidenden Vorbedingungen gehen vom Gut und dessen Eigenschaften aus.

In den letzten Monaten ist für 25 Gemüsetrocknungsbetriebe in der Ostzone eine laufende Güteüberwachung durchgeführt worden, welche bisher ergab, daß 18 bis 25% der Erzeugnisse eine sehr gute Qualität aufwiesen und etwa der gleiche Prozentsatz höchst mangelhaft und zum Teil unverkäuflich war¹⁾. Dabei ergaben sich besonders ungünstige Resultate bei Rotkohl und bei Spinat. Das Institut für Lebensmitteltechnologie hatte gelegentlich die für die Truppenverpflegung hergestellten Trockengemüse beurteilt und dabei gefunden, daß außer Spinat und Rotkohl auch Wirsing und Weißkohl häufig mangelhafte Trockenerzeugnisse ergaben, während Bohnen und Karotten vorwiegend gut abschnitten, aber eigentlich nur Grünkohl und Julienne im allgemeinen voll befriedigten. Die häufigen Fehlfabrikate bei der Trocknung von Gemüse stehen den Anstrengungen mancher Firmen, ausgezeichnete Erzeugnisse auf den Markt zu bringen, gegenüber, so daß die Aussichten für diesen Industriezweig zur Zeit noch nicht allzu günstig erscheinen. Dies ist volkswirtschaftlich bedauerlich, weil uns die Knappheit an Blech, der niedrige Preis von Trockengemüse und seine bequeme Verwendbarkeit für Werkküchen und für berufstätige Frauen verständlicherweise zu dieser Konservierungsart hinleiten und weil das Trocknen von Gemüse für die Konservenfabriken eine merkliche Saisonverlängerung und damit eine wirtschaftlichere Ausnutzung ihrer gesamten Anlagen gestattet.

Im Institut für Lebensmitteltechnologie wurden deshalb Versuche durchgeführt mit dem Ziel, klarzustellen, welche Vorbedingungen erfüllt werden müssen, um durch Trocknen markenfähige Erzeugnisse herzustellen.

Sorte und Ernte

Wenn wir die einzelnen Stadien des Herstellungsvorganges durchgehen, begegnen wir bei der Güte des Ausgangsproduktes gleich einem Grundübel. Während sich die Gefrierindustrie von Anfang an um ein hohes Qualitätsniveau der Frischware nicht nur durch sorgfältige Auslese, sondern zusätzlich durch Züchtung

geeigneter Sorten bemüht hat, stößt man bei der Gemüseverwertungsindustrie nicht selten auf die Anschauung, daß abfallende Qualitäten zum Trocknen noch gut genug seien. Zweifellos ist die Auswahl der geeigneten Rohware aus zeitbedingten Gründen nicht immer möglich. Augenschein und Analyse ergeben aber in vielen Fällen außerdem eine ungenügende Reinigung, insbesondere bei Spinat, schlechtes Putzen, wie z. B. bei Möhren und Kartoffeln, bei Kohlarten die Mitverwendung von Strüngen u. dgl. Besonders schädlich ist eine zu lang ausgedehnte Zwischenlagerung zwischen Ernte und Verarbeitung bei Blattgemüsen. Spinat kann in 24 Stunden $\frac{2}{3}$ seines Vitamin-C-Gehaltes verlieren.

Blanchieren

Nach dem Waschen und Zerkleinern folgt das Blanchieren in kochendem Wasser. Nicht zulässig ist das Blanchieren bei Pilzen, bei Sauerkraut und bei Gewürzpflanzen, wie Dill, Petersilie, Zwiebeln u. dgl. Nicht das Trocknen, sondern das Blanchieren bildet, wie wir später erkennen werden, das Kernstück des ganzen Verarbeitungsverfahrens. Dem Blanchieren kommt die Aufgabe zu, die Fermente zu inaktivieren, das sind Biokatalysatoren, welche schon in winzigen Mengen chemische Prozesse einleiten, in Gang halten und beschleunigen, ohne sich selbst dabei stofflich zu verändern. Dies ist nötig, da diese Fermente, die in der lebenden Zelle harmonisch zusammenspielen, den Zelltod überstehen und nunmehr hinsichtlich der Qualität des Trockengemüses in unerwünschter Weise weiterarbeiten. Da die Fermente Eiweißkörper sind, geschieht die Abtötung am einfachsten durch Hitzeanwendung. In der Praxis erfolgt diese Inaktivierung nur durch kochendes Wasser oder Dampf, was die mit diesem Vorbehandlungsverfahren verbundene Auslaugung von Nähr- und Wirkstoffen erklärt. Die Problemstellung besteht nun darin, eine zuverlässige Inaktivierung bei geringster Auslaugung zu erzielen. Über die Inaktivierung einer für solche Studien besonders geeigneten Fermentgruppe, den Peroxydasen, hat Kiermeier in unserem Institut umfangreiche Untersuchungen durchgeführt. Aus Bild 1 geht hervor, daß das Studium der Wirksamkeit der Fermentgruppen gleichzeitig den Schlüssel zur Beherrschung der Vorbehandlungsverfahren beim Trocknen, Eindosen und beim Gefrieren von Gemüse bildet, d. h.

*) Vorgetragen auf der Apparatebautagung der Techn. Hochschule Karlsruhe am 27. Sept. 1947 in Ettlingen.

¹⁾ Persönliche Mitteilung des Instituts für Ernährungs- und Verpflegungswissenschaft in Berlin-Dahlem.

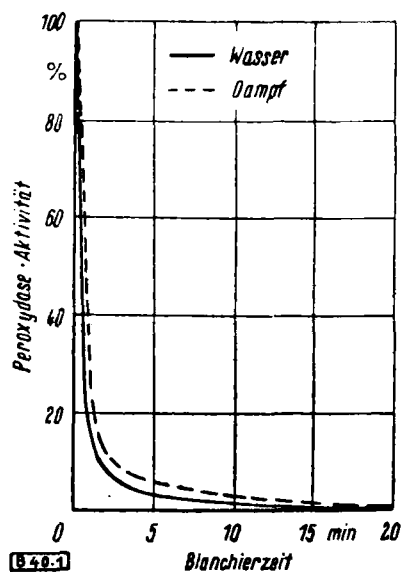


Bild 1
Der Einfluß des Blanchierens auf die Abtötung der Peroxydase in Weißkraut.
Die Peroxydase-Aktivität des rohen Weißkrauts gleich 100 gesetzt

Zerteilungsgrad zwischen 40 s bei Grünkohl und Wirsing und 3 1/2 min bei Kartoffeln in Scheiben. Interessant ist, daß Überblanchieren bzw. Kochen des Gemüses vor dem Trocknen nicht etwa eine bessere Haltbarkeit auf Kosten größerer Auslaugeverluste erreichen läßt, sondern bei diesen Erzeugnissen die Veränderungen in Farbe, Geschmack und Turgeszenz vermutlich infolge einer zu weitgehenden Veränderung des Ionenmilieus besonders groß werden. Es entstand nun noch die Frage, ob die zur Inaktivierung erforderlichen Temperaturen mit geringeren Auslaugeverlusten durch Wasser oder durch Dampf erreicht werden. Im ganzen kann man annehmen, daß die Auslaugung durch Anwendung von Dampf kleiner sein muß, da infolge seines größeren Wärmeinhalts weniger Stoffteilchen zum Gut zu transportieren sind. Versuche haben diese Überlegung bestätigt. Dagegen läßt sich zugunsten des Wasserblanchierens sagen, daß mit sinkendem Verhältnis von Gutmenge zu Wassermenge die Extraktverluste abnehmen müssen und außerdem bei mehrmaliger Benutzung des Blanchierwassers das Konzentrationsgefälle sinkt. Die Ermittlung genauer Vergleichswerte ist zur Zeit im Gang. Die Frage, ob Dampfblanchieren oder Wasserblanchieren günstiger ist, läßt sich heute auch deshalb noch nicht generell beantworten, weil es sich dabei nicht nur um eine Frage der Nähr- und Wirkstoffverluste handelt, sondern infolge des unterschiedlichen Ionenmilieus Geschmack und Farbe verschiedenartig ausfallen. Während beim Dampfblanchieren der p_H -Wert des Gemüses nur wenig verändert wird, wird sich beim Wasserblanchieren ein p_H -Wert einstellen, der zwischen dem des Wassers und demjenigen des Gemüses liegt, also stark von der Zusammensetzung des verwendeten Wassers abhängt. Da die Farberhaltung bei chlorophyllhaltigen Pflanzenteilen im sauren Gebiet wegen des sich bildenden Phäophytins relativ ungünstig ist, ist man in den USA dazu übergegangen, vor oder während des Dampfblanchierens Kohl mit verdünnten Lösungen von Natrium-Sulfit bzw. -Bisulfit zu behandeln, um im Gemüse einen p_H -Wert von etwa 7,4 zu erreichen. In Deutschland wurde eine Schwefelung von Trockengemüse bisher nicht in Betracht gezogen.

Zwischen der Erkenntnis, wie lange man blanchieren soll, und der praktischen Realisierung klafft insofern noch eine Lücke, als die Industrie einen Test braucht, der ihr — gegebenenfalls unter Verzicht auf letzte Genauigkeit — ermöglicht, bei jeder Charge rasch und mit genügender Wahrscheinlichkeit die richtige Blanchierzeit abzuschätzen. Diesbezügliche Versuche befinden sich im Institut vor dem Abschluß. Aber auch damit ist es noch nicht getan, denn was nützt die Kenntnis der richtigen Blanchierzeit, wenn diese in der rauen Praxis nicht eingehalten werden kann. Leider ist dies vielfach der Fall. Die üblichen Blanchierkessel sind denkbar ungeeignet, denn die Zeitdauer des Aufkochens ist nur mangelhaft definiert, und man ist bezüglich der Füllung der Siebe und der eigentlichen Blanchierdauer weitgehend auf individuelle

die Voraussetzungen schafft, von der bisherigen gefühlsmäßigen Beurteilung wegzukommen und jeweils nur so lange zu blanchieren, wie es eben notwendig ist, um unerwünschte Veränderungen auf ein Mindestmaß einzuschränken. Gleichzeitig ergibt sich auch, daß eine völlige Abtötung der Fermente bei vielen Gemüsearten nicht möglich ist, weil diese mit zu hohen Auslaugeverlusten verbunden wäre. Die sich ergebenden günstigsten Blanchierzeiten in kochendem Wasser schwanken je nach der Gemüseart und dem

Zuverlässigkeit angewiesen. Hier hilft nur eine Automatisierung, wie sie durch die Kochschnecke sowie durch den Dampfblanchierer von Werkspoor eingeleitet wurde. Es fehlt aber noch ein billiger und zuverlässiger Apparat zum Dampfblanchieren, an den sich (mit Ausnahme von Kartoffeln) möglichst ohne Zwischenkühlung der Trocknungsprozeß kontinuierlich anschließt.

Im Rahmen der Gesamtentwicklung hat hier die Verfahrenstechnik die Aufgabe, ein schwaches Glied des Produktionsprozesses zu verbessern. Ein instruktives Beispiel, wieviel sich durch planmäßiges Vorgehen in dieser Beziehung erreichen läßt, ist die Flammenenthäutung von Kartoffeln nach Schulte, an deren Entwicklung wir in den verschiedenen Stadien maßgeblich beteiligt waren. Schulte machte ebenso wie die amerikanischen Vorfürer den Fehler, seinem Verfahren die üblichen roten Kartoffeln zugrunde zu legen. Wir sind von vornherein von der Überlegung ausgegangen, daß das Verfahren nur dann interessiert, wenn es gelingt, die außerordentlich hohen Auslaugeverluste, welche die Kartoffelscheibe beim Blanchieren erleidet, mit seiner Hilfe zu vermeiden, d. h. die durch ihre Schale geschützte Kartoffel zu blanchieren, was bei den bisher üblichen Schälverfahren nicht möglich war. Die Entwicklung hat uns recht gegeben, das Vorblanchieren der ganzen Kartoffel erwies sich nicht nur als Voraussetzung der verfahrensmäßigen Realisierung einer wirtschaftlichen Flammenschälung, es gelang erst mit seiner Hilfe eine entscheidende Senkung der Vitamin-C-, der Stärke- und Stickstoffverluste und eine merkliche Qualitätsverbesserung der Trockenspeisekartoffel.

Trocknen

Der sich an den Blanchiervorgang anschließende Trocknungsvorgang zeigt einen gewaltigen apparativen Fortschritt gegenüber dem Dörren im ersten Weltkrieg, er krankt aber daran, daß man sich zu wenig um die Eigenschaften des zu trocknenden Gutes bekümmert hat. Rein empirisch hatten die Fabrikanten festgestellt, bei welchen Temperaturen das eine oder andere Gut sich zu bräunen beginnt. Planmäßige Versuche über den Einfluß der Trocknungsbedingungen auf die Güte des Erzeugnisses fehlten in Deutschland. Unsere jahrelangen Versuche auf diesem Gebiete ergaben, daß die günstigste Trocknungstemperatur bei 55 bis 60° liegt. Die Annahme, daß anfangs die Lufttemperatur erheblich höher gewählt werden dürfe, als diesem Temperaturintervall entspricht, weil das Gut lange Zeit die Temperatur der Kühlgrenze beibehält, besteht für stückiges Gut nicht zu Recht, wie Bild 2 ersehen läßt. In dem vorliegenden Beispiel wäre eine Trocknungstemperatur von 80° nur im ersten Viertel des Trocknungsverlaufs zulässig. Anders

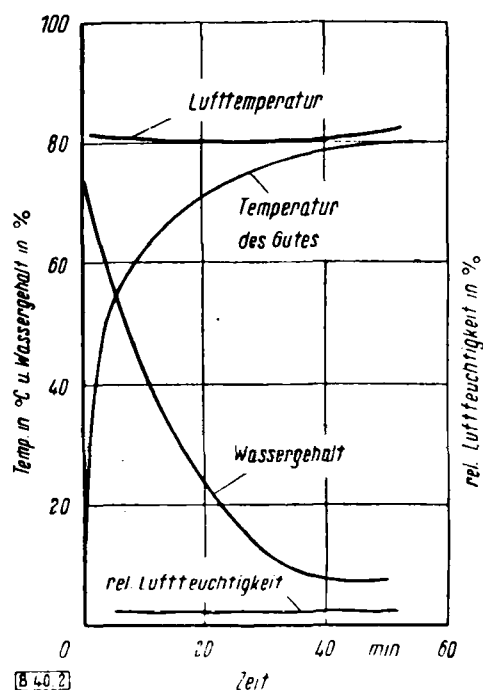


Bild 2
Verlauf der Temperatur und des Wassergehalts bei der Trocknung von Kartoffelscheiben bei 80° Lufttemperatur

liegen die Verhältnisse, wenn die relative Feuchtigkeit im ersten Trocknungsabschnitt sehr hoch liegt, wie es bei der Trocknung von feuchtem Gut bei geringem Luftdurchsatz anfangs der Fall sein kann, und zwar so lange die verdunstende Wassermenge durch Flüssigkeitsleitung ergänzt wird. Bei einer Lufttemperatur von 95° stellte sich z. B. bei einer Temperatur des feuchten Thermometers von 75° in Kohlrabischeiben genau diese Temperatur ein. Die Anwendung höherer Temperaturen im ersten Trocknungsabschnitt erscheint jedenfalls nur dann zulässig, wenn eine Sicherheit dafür besteht, daß eine örtliche Überhitzung des Gutes ausgeschlossen ist. Unseren Erfahrungen nach darf man nur bei der Kartoffeltrocknung im ersten Trocknungsabschnitt bis 75° gehen, bei allen anderen Gemüsen läßt sich bei 75° schon eine merkliche Geschmacksabwertung feststellen. Immerhin dürfen Erbsen, Steinpilze, Spinat, Karotten, Sellerie und Bohnen auch noch bei 65° getrocknet werden. Dagegen soll man bei Rotkraut und möglichst auch bei Kohlrabis eine Lufttemperatur von 40° nicht überschreiten.

Nach richtigem Blanchieren und Trocknen ergeben sich im allgemeinen erstklassige Produkte; gelegentliche geringe Farbverschiebungen scheinen sich durch die Wahl des τ_H -Wertes des Blanchierwassers verhindern zu lassen. Bei manchen Gemüsearten zeigt sich auch ein Einfluß der Trocknungsgeschwindigkeit auf die Qualität. Die Zusammenhänge müssen aber noch genauer untersucht werden, bevor über das Optimum der Trocknungsgeschwindigkeit Angaben gemacht werden können. Weitere Ver-

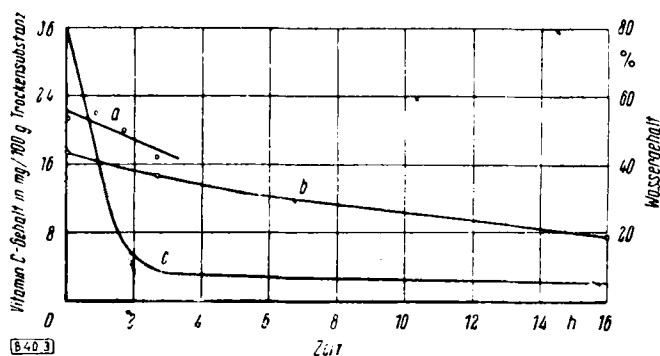


Bild 3

Verlauf des Vitamin-C-Gehaltes bei der Trocknung von Kartoffeln in Scheiben bei 60° Lufttemperatur. 2 Versuche a und b; c Wassergehalt bei Versuch b

suchsreihen hatten das Ziel, die Frage zu prüfen, ob die augenblicklich vorherrschende Ansicht, daß Trockengemüse praktisch Vitamin-C-frei sei, den Tatsachen entspricht. Bisherige Ergebnisse mit einigen Produkten, Bild 3, lassen erkennen, daß mit dem Trocknen selbst kein entscheidender Vitamin-C-Verlust verbunden sein muß. Die Vitamin-C-Verluste steigen mit wachsender Trocknungszeit und sind um so höher, je länger der „Trocknungsschwanz“ dauert.

In bezug auf die zweckmäßige Bauart der Trocknungsapparatur glauben wir, daß ihr Einfluß auf die Güte des Erzeugnisses vielfach überschätzt wird. Wenn sie die Voraussetzung erfüllt, daß das örtliche Temperaturfeld innerhalb eines Trocknungsabschnittes konstant ist, wenn die Luftgeschwindigkeit nicht zu niedrig ist und beim Trocknen eine gewisse Wendung des Gutes stattfindet, ist die Bauart weitgehend sekundär. Leider stellt man bei der Überprüfung vieler Ausführungen fest, daß die Gleichmäßigkeit der Trocknung zu wünschen übrig läßt. Ungleichmäßige Trocknung bedeutet aber, daß ein Teil des Trockengutes nachgetrocknet oder aber, daß der Gesamtprozeß so lange verlängert werden muß, bis der Gesamtwassergehalt genügend tief liegt. Häufig läßt sich durch den Einbau von Luftleitblechen viel erreichen. Auf diese Weise gelang es uns bei einem Kleintrockner, der allerdings für ein bestimmtes Gut bei 160° betrieben werden mußte, die örtlichen Temperaturverschiedenheiten von 40° je Horde auf etwa 5° C zu senken. Entscheidend für die Ausnützung des Trockenapparates ist die Abkürzung des „Trocknungsschwanzes“. Der Weg, sie durch Steigerung der Temperatur zu erreichen, ist aus qualitativen Gründen nur in engen Grenzen gangbar. Auch die Belegungsstärke kann aus wirtschaftlichen Gründen nur in relativ engen Grenzen gesenkt werden, die Luftgeschwindigkeit ist im letzten Trocknungsabschnitt nicht von wesentlichem Einfluß. Eine größere Freiheit besteht daher nur darin, während des Trocknungsschwanzes das Gut mit Luft von besonders niedrigen

Wassergehalt in Berührung zu bringen und die Stücke, wo es irgend geht, so dünn zu halten wie möglich und durch Wahl von Streifen an Stelle von Scheiben die Oberfläche im Vergleich zum Inhalt möglichst groß zu wählen. Allerdings ist ein Blanchierverfahren mit geringen Auslaugeverlusten für diesen Weg Voraussetzung. Tastversuche im Institut lassen erkennen, daß die Fermentinaktivierung durch ultrakurze Wellen diesbezüglich Möglichkeiten bieten dürfte. Alle diese Einflüsse sind aber bei den verschiedenen Gemüsearten noch nicht genügend studiert, sie sind aber ausschlaggebend dafür, daß man den Trocknungsverlauf vorausberechnen kann.

In den USA ist man dazu übergegangen, bis auf etwa 50% Wassergehalt im Gleichstrom und anschließend bis auf 10–15% Wassergehalt im Gegenstrom zu trocknen. Weiterhin ergibt die in den USA angewandte Schwefelung die Möglichkeit, bei manchen Gemüsearten die zulässige Lufttemperatur um 5 bis 10° zu erhöhen, ohne daß sich Qualitätsschäden ergeben. Zur Fertig Trocknung auf den erforderlichen Endwassergehalt von 5 bis 7% verwendet man mehrere Silotrockner nach Bild 4 mit geringem Luftdurchsatz, welche den eigentlichen

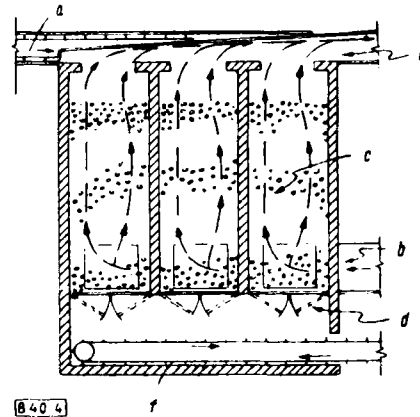


Bild 4

Silo-Nachtrockner für Trockengemüse

- a Gutzufuhr
- b Warmluftzufuhr
- c Trockengut
- d Abfall-Klappen
- e Luftauslaß
- f Entlade-Förderband

Trocknungsapparat entlasten und bei solchen Temperaturen betrieben werden, daß die eintretende Luft eine relative Feuchtigkeit von höchstens 20% hat, welche mit einem Wassergehalt des Gutes von etwa 50% im Gleichgewicht steht. Die Schichthöhe kann hierin 0,6–0,9 m (1,8 m) hoch gewählt werden. Bei einer Umgebungstemperatur von 10° und einer relativen Feuchtigkeit von 80% wäre hierzu mindestens eine Trocknungstemperatur

von 35° erforderlich. In unseren bisherigen Versuchen hat sich nicht ergeben, daß diese Temperatur qualitativ optimal ist, es handelt sich also um eine Behelfsmaßnahme zur Steigerung der Apparatenausnützung. In USA wird im „Bin“-Trockner eine Lufttemperatur von 50° und eine relative Feuchtigkeit von 10% empfohlen.

Lagern

An das Trocknen schließt sich das Verpacken und das Lagern an. Schon unsere im Jahre 1938 durchgeführten Arbeiten haben die Vermutung bestätigt, daß das Trockengemüse seine Hauptveränderungen beim Lagern erleidet²⁾. Wir haben aus dieser Tatsache den Schluß gezogen, daß zur Verminderung dieser Veränderungen das Erzeugnis unmittelbar nach dem Trocknen eingefroren oder zumindest kalt gelagert werden muß. Da in Zeiten ausgesprochenen Kühlflächenmangels dieser Weg nicht gangbar ist, waren wir gezwungen, in die Ursache dieser Veränderungen tiefer einzudringen. Hierbei ergab sich erst völlig deutlich, welche zentrale Bedeutung der Inaktivierung der Fermente zukommt. Im Gegensatz zu der bisherigen Anschauung, daß die Höhe des zulässigen Wassergehalts durch die Grenze des Schimmelpilzwachstums bestimmt ist, weshalb er bei Trockengemüse auf 14% (!) festgesetzt wurde, ergaben unsere Versuche, daß auch schon in dem darunterliegenden Feuchtigkeitsintervall zum Teil äußerst starke fermentative Veränderungen ablaufen, die dem Trockengemüse den bekannten bitteren, süßlichen, an Hydrolysate erinnernden Geschmack verleihen, während bei einer Lagerung bei niedrigen Wassergehalten auch bei höheren Temperaturen diese Erscheinung nur mit großer Verzögerung auftritt. Die bei der Lagerung auftretende Verfärbung hat nach eingehenden Versuchen von Görrhardt in unserem Institut keinen fermentativen Charakter, auch ihre Abhängigkeit von Metallspuren war negativ, selbst die för-

²⁾ R. Heiss: Landwirtschaftl. Jahrbücher 1939, Bd. 88, H. 6.

dernde Wirkung von Sauerstoff war gering. Die Braunfärbung erwies sich als völlig an die wasserlöslichen Extraktstoffe gebunden. Für die Deutung der Reaktion als Caramelisierungsvorgang spricht die Tatsache, daß Zuckerragenzien das Eintreten der Reaktion verzögern. Die Ursachen des beim Lagern bei hohen Wassergehalten zum Teil auftretenden Strohigwerdens sind noch nicht ermittelt. Fest steht aber, daß unblanchierte Proben wegen zu großer Zähigkeit zum Teil schon ohne Lagerung ungenießbar sind, bei manchen Gemüsorten nimmt diese unerwünschte Erscheinung mit wachsendem Wassergehalt zu. Dagegen behalten blanchierte Erzeugnisse bei einer Lagerung mit niedrigem Wassergehalt die Turgeszenz des Frischerzeugnisses mit Ausnahme von Leguminosen bei.

Alle diese Versuche haben ergeben, daß die Veränderungen bei den meisten Gemüsorten dann geringfügig werden, wenn der Wassergehalt genügend niedrig gehalten wird. Bei höheren Wassergehalten steigen häufig parallel zu den geschmacklichen Veränderungen auch die Farb- und Turgeszenzveränderungen sprunghaft an; bei 14% Wassergehalt, d. h. bei dem Wassergehalt, der nach den Abnahmebedingungen der deutschen Wehrmacht noch zulässig war, sind die meisten Trockengemüse nach kurzer Zeit verdorben. Bei den Qualitätsprüfungen in der Ostzone lagen die Wassergehalte zwischen 7,6 und 29%, nur ein geringer Anteil der Proben wies einen Wassergehalt unter 10% auf. Mit diesem Wassergehalt kann man die ungünstige Beurteilung, welche das Trockengemüse in Verbraucherkreisen nicht selten findet, weitgehend erklären. Manche Erzeugnisse erfordern Wassergehalte von 5%, für Weißkraut und Sellerie ist nach unseren Versuchen auch noch ein solcher von 9% zulässig. In den USA werden neuerdings zum Teil noch tiefere Wassergehalte gefordert (4 bis 7%). Nach unseren Feststellungen lohnt aber der hierzu erforderliche Aufwand nicht.

Bei den angegebenen Wassergehalten kann man die meisten Trockengemüsearten, wenn sie einwandfrei hergestellt wurden, von Ernte zu Ernte in erstklassiger Beschaffenheit erhalten. Lediglich bei Spinat, Kartoffeln und Kohlrabis haben sich etwas weitergehende geschmackliche Veränderungen bisher noch nicht vermeiden lassen. An ihrer Behebung wird zur Zeit gearbeitet.

Die Versuche über die Änderung des Vitamin-C-Gehaltes und des Karotingehaltes, abhängig vom Wassergehalt bei der Lagerung sind über ein orientierendes Stadium noch nicht hinausgekommen. In Bild 5 sind Versuchsergebnisse über die Veränderung des

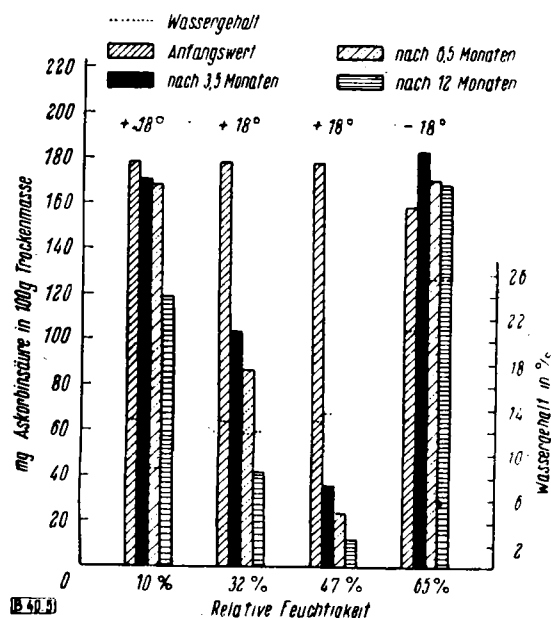


Bild 5

Verlauf des Ascorbinsäuregehaltes bei der Lagerung von Trockenweißkohl bei verschiedenen relativen Feuchtigkeiten nach verschiedenen Zeiten bei +18° und -18°

Ascorbinsäuregehaltes von getrocknetem Weißkohl bei der Lagerung dargestellt und in Bild 6 die Karotinverluste bei der Lagerung von Karotten in Luft und in Stickstoff. Während sich bezüglich der Karotinerhaltung ein wesentlicher Vorteil der Gaslagerung ergibt, konnten Vorteile in bezug auf den subjektiven Befund bisher nur bei Karotten, nicht aber bei Weißkohl, Spinat, Rotkraut, Bohnen festgestellt werden. Möglicherweise bleibt das Vitamin C in Kohl bei höheren Wassergehalten aber hierdurch et-

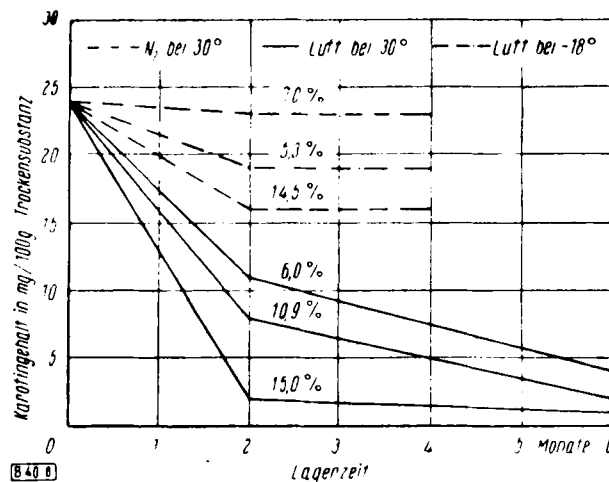


Bild 6

Änderung des Karotingehaltes abhängig von der Lagerzeit bei verschiedenen Wassergehalten bei Lagerung in Luft und in Stickstoff

was besser erhalten als bei einer Lagerung in Luft. Wenn weitere Versuche den ausschlaggebenden Einfluß des Wassergehaltes auf die Vitamin-C-Erhaltung bestätigen, würde mit einem Schlag die in der Literatur verbreitete Ansicht, daß Trockengemüse praktisch Vitamin-C-frei ist, ihre Erklärung finden. Gemäß Bild 5 scheint es sowohl durch Gefrierlagerung wie auch durch Senkung des Wassergehaltes möglich, das Vitamin C weitgehend zu erhalten, eine Feststellung, die im Hinblick auf die ausschlaggebende Bedeutung, welche Kohl und Kartoffeln für unsere Vitamin-C-Versorgung im Frühjahr besitzen, nicht unterschätzt werden sollte.

Verpackung

Da ein Wassergehalt von 6 bis 8% einer relativen Luftfeuchtigkeit von 20 bis 30% entspricht, darf Trockengemüse nie in feuchten Räumen lagern und muß außerdem in wetterfestem Zellglas, Aluminiumfolie, Kunststoffolie o. dgl. verpackt werden. Man kann in bezug auf Qualität und Menge des Verpackungsmaterials gewisse Einsparungen machen, wenn man das Trockengut preßt. Da aber bei so niedrigen Wassergehalten ein Krümeln beim Pressen eintritt, muß man es bei Wassergehalten von 13 bis 14% vornehmen und den Restwassergehalt entweder durch Trocknen der Würfel im Vakuum oder aber im Hochfrequenzfeld bis auf 6 bis 8% senken. Anscheinend kann man aber ohne Gießbildung auch bei niedrigen Wassergehalten pressen, wenn man Preßtemperaturen von 60-70° anwendet. Man kommt dann mit Drucken von 50 at aus. Beim Abpacken in Beutel kann man eine Einsparung an hochwertigen Spezialpapieren bzw. an Folien dadurch erzielen, daß man entsprechend den Vorschlägen des Instituts sog. „Einsatzbeutel“ verwendet, d. h. weitgehend dampfdichte Beutel, welche dem gesamten Inhalt einer Umpackung von der Erzeugung bis zum Kleinhandel Schutz bieten. Bei alsbaldigem Verbrauch im Haushalt kann dann der Einzelbeutel aus einfachem und billigem Material hergestellt werden.

Kochen

Bei der Zubereitung ergab das übliche Quellenlassen vor dem Kochen keine Vorteile gegenüber der unmittelbaren Zugabe zum Kochwasser, doch soll die Menge an Kochwasser der fünfzehnfachen Menge an Frischkohl entsprechen⁹⁾. Die Vitamin-C-Verluste beim Kochen von Trockenkohl sind erheblich geringer als bei Frischkohl, was auf die Inaktivierung von Enzymen durch das Blanchieren zurückzuführen ist.

Zusammenfassung

Die vorstehenden Ausführungen geben einen Überblick darüber, daß die ausschließliche Berücksichtigung des Trocknungsvorganges nicht ein höheres Qualitätsniveau erreichen läßt und weiterhin, daß die Entwicklung vom Gut und von dessen Eigenschaften her erfolgen muß; die konstruktive Gestaltung ist nur eine Folge der hierbei gewonnenen Erkenntnisse. Trotzdem es gelungen ist, in eine Reihe von Vorgängen Licht zu bringen, sind wir von einer Beherrschung des Trocknungsvorganges, d. h. von der Erzielung optimaler Qualität bei günstigster Apparatenausnutzung noch weit entfernt. Hierzu fehlen noch wesentliche Versuchsreihen.

Eingeg. 1. Nov. 1947 [B 40]

⁹⁾ R. J. L. Allan u. L. W. Mapson, J. Soc. Chem. Ind. 63, 7 [1944].