

angezeigt sein, überhaupt auf die Zulassung mehrerer Konservierungsmittel für dieses Lebensmittel zu verzichten und nur noch das beste zu genehmigen.

Da für die oben unter Nr. 4 genannte Voraussetzung noch keine ausreichenden Grundlagen vorhanden sind, ist es derzeit noch notwendig, empirische Erfahrungen

der Praxis mit zu verwerten, obgleich die hieraus sich ergebenden Konzentrationsangaben im einen oder anderen Fall einen höheren Sicherheitsfaktor beinhalten dürften, als an sich notwendig wäre. Später sollten Ergebnisse experimenteller Untersuchungen an die Stelle der Praxiserfahrungen treten. Eingegangen am 17. November 1958 [A 929]

Über den DDT-Gehalt menschlichen Fettes

Von Prof. Dr. H. MAIER-BODE

Pharmakologisches Institut der Universität Bonn

Ein verbessertes Analysenverfahren zeigt, daß der DDT- + DDE-Gehalt von 21 Proben in jedem Falle unter 10 mg/1 kg Fett lag. Biologische Vergleichsversuche bestätigen die Analysenergebnisse. Die Werte liegen wesentlich niedriger als ältere USA-Ergebnisse.

Die Verabreichung DDT enthaltenden Futters über längere Zeiträume führt beim Tier bekanntlich zu einer Speicherung des Insektizids im Fett und in den Lipoiden. Man darf deshalb annehmen, daß auch das von *Mattson, Spillane, Baker* und *Pearce*¹⁾ im Fett von Einwohnern der USA analytisch ermittelte DDT — zum mindesten in den meisten Fällen — aus deren Nahrung stammt. Die Autoren haben unter 50 menschlichen Fett-Proben aus verschiedenen Gegenden der USA nur zwei gefunden, in denen DDT (Dichlor-diphenyl-trichloräthan) oder DDE (Dichlor-diphenyl-dichloräthylen) nicht nachweisbar war. 31 Fette enthielten zwischen 2 und 9 ppm, 14 Fette zwischen 10 und 59 ppm und 3 Fette sogar zwischen 60 und 79 ppm DDT + DDE. Das gefundene DDE ist durch Abspaltung von Chlorwasserstoff aus DDT entstanden.

Es erhebt sich die Frage, ob sich aus diesen USA-Ergebnissen Schlüsse auf unsere europäischen Verhältnisse ziehen lassen und ob tatsächlich „in Großstädten kaum eine Leiche sezziert wird, in deren Fettgewebe man nicht DDT finden würde“ (*Eichholtz*²⁾). Dabei müssen selbstverständlich Sonderfälle unberücksichtigt bleiben, wie etwa der des Arbeiters in einem DDT-Formulierungsbetrieb der USA, in dessen Fett 249 ppm DDT + DDE gefunden worden sind³⁾, oder die von *Hertel*³⁾ beschriebene DDT-Intoxikation eines deutschen Bunkerwartes, der ohne jegliche Schutzvorrichtung im fensterlosen Bunker jahrelang DDT verstaubt hat und in dessen Organen nach seinem Tode sogar Abscheidungen von DDT-Kristallen festgestellt worden sind. Derartige Fälle sind ungewöhnlich und durch geeignete vorbeugende Schutzmaßnahmen in den betreffenden Betrieben vermeidbar. Uns interessiert viel mehr die Frage, ob die im Fett des normalen europäischen Menschen etwa vorhandene DDT-Menge so groß ist, daß unter gewissen Umständen (Mobilisierung des Depotfettes z. B. bei akutem Nahrungsentzug, Infektionskrankheiten oder bösartigen Geschwülsten) Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit befürchtet werden müssen. Als Beitrag zu ihrer Beantwortung haben wir — Anregungen von *W. Schulemann* und *O. R. Klimmer* folgend — Untersuchungen an Fettproben von Menschen aus dem Gebiete der Deutschen Bundesrepublik vorgenommen.

Zum Analysenverfahren

Dabei erwies sich die Überprüfung des amerikanischen Analysenverfahrens als wünschenswert. *Mattson* und Mitarbeiter¹⁾ haben nämlich einen Gehalt an 0,7 bzw. 0,6 und 1,0 ppm DDT + DDE in den Fetten von drei Personen gefunden, die bereits gestorben

waren (1938, 1940), bevor DDT überhaupt in der Schädlingsbekämpfung verwendet wurde, die also gar kein DDT enthalten konnten. Diese Fehler rühren anscheinend daher, daß das in der sog. *Davidow-Kolonne*⁴⁾ vom Fett befreite DDT noch Verunreinigungen enthält, welche bei der anschließenden kolorimetrischen DDT-Bestimmung nach *Schechter* und *Haller*⁵⁾ DDT und DDE vortäuschen. Jedenfalls konnten wir durch Anwendung von Kieselgur-Schwefelsäure, Aluminiumoxyd und Natriumcarbonat als Füllung der *Davidow-Kolonne* an Stelle von Kieselgur-Schwefelsäure allein (wie von *Mattson* und Mitarbeitern benutzt) erreichen, daß in DDT-freien Fetten (z. B. im Schweinefett aus einem Bauernhof, in dem grundsätzlich weder chemische Pflanzenschutzmittel noch Kunstdünger angewendet und Futtermittel von auswärts nicht zugekauft werden, ferner in Margarine „Rama“ und in „Palmin“) tatsächlich 0 ppm DDT + DDE gefunden wurden.

Mit dieser Variation der Kolonnenfüllung und einigen weiteren, aber weniger wesentlichen Abänderungen konnte das von *Mattson* und Mitarbeitern beschriebene Analysenverfahren¹⁾, wie eine größere Anzahl Kontrollanalysen zeigte, für unsere Zwecke verwendet werden.

Ergebnisse

Analysiert wurden 9 Fettproben aus dem Sektionsmaterial eines westdeutschen Pathologischen Universitäts-Instituts (A) und 9 Proben aus einem süddeutschen gleichartigen Institut (B). Dazu kamen 3 weitere Fettproben, die in einer westdeutschen Chirurgischen Klinik (C) bei Operationen entnommen worden waren. Insgesamt wurden also 21 Fettmuster analysiert. Sie waren verschiedener Herkunft: Nierenkapsel-, Netz- und Darmfett. Tabelle 1 läßt erkennen, daß mit Ausnahme von 2 Fetten alle Proben DDT enthielten, die überwiegende Mehrzahl aber (16

Gehalt an DDT + DDE im Fett ppm	Zahl der Fettmuster aus den Bereichen				Beruf und Alter der Personen
	A	B	C	Insgesamt	
0,0	—	2	—	2	Rentner 67; Hausfrau 59
0,4–1,2	2	—	1	3	Landwirt 37; unbekannt; Korbmacher 45
1,3–1,9	4	5	2	11	Winzer 51; Landwirt 75; Landwirt 63; unbekannt; kaufmänn. Angest. 67; Schulmädchen 7; Hausfrau 75; Gutsbesitzer 53; Rentner 62; unbekannt 75; unbekannt
2,0–3,8	1	2	—	3	Hausfrau 77; kaufmänn. Angest. 67; Lehrer 87
5,3	1	—	—	1	unbekannt 43
10,0	1	—	—	1	Rentner 91
0,0–10,0	9	9	3	21	

Tabelle 1
Ergebnisse der DDT-Analyse in 21 deutschen menschlichen Fetten

¹⁾ A. M. Mattson, J. T. Spillane, C. Baker u. G. W. Pearce, *Analytic Chem.* 25, 1065 [1953].

²⁾ F. Eichholtz: Die toxische Gesamtsituation auf dem Gebiete der menschlichen Ernährung, Springer-Verlag, 1956. Vom Streit der Gelehrten, G. Braun-Verlag, Karlsruhe 1958.

³⁾ H. Hertel, *Dtsch. Arch. klin. Med.* 199, 256 [1952].

⁴⁾ B. Davidow, *Ass. of. Off. Agric. Chemists* 33, 130 [1950].

⁵⁾ M. S. Schechter, S. B. Soloway, S. B. Hayes u. H. L. Haller, *Ind. Engng. Chem., Analyt. Ed.* 17, 704 [1945].

Fette) — im Gegensatz zu den amerikanischen Befunden — weniger als 2 ppm DDT + DDE. Der höchste Gehalt an DDT + DDE betrug 10 ppm (= 10 mg in 1 kg Fett).

Waren diese Analysen richtig, so mußten die aus den Fettproben isolierten DDT- + DDE-Mengen durch ihre insektizide Wirkung nachweisbar sein. Das war auch tatsächlich der Fall. Die Versuche wurden mit Taufliegen (*Drosophila melanogaster*) ausgeführt, und zwar

1. durch Vergleich der Abtötungsgeschwindigkeiten der DDT- + DDE-Rückstände mit denjenigen bekannter DDT-Mengen;
2. durch vergleichsweise Auszählung der Fliegen, welche die für DDT-Tote typische Flügelstellung (abgespreizte Flügel) zeigten.

Tabelle 2 enthält die Ergebnisse solcher Versuche mit zwei Fettmustern höheren DDT-Gehaltes.

Zu bemerken ist noch, daß der Mann mit dem meisten DDT im Depotfett (10 ppm DDT + DDE) im Jahre 1958

Geprüftes Material	Gefunden wurden in 1 g Fett			Zeit zur Abtöt. v. 50 % der Taufliegen (h)	% Fliegen mit abge- spreizten Flügeln
	DDT ppm	DDE ppm	DDT + DDE ppm		
DDT + DDE-Anteil aus 1 g					
Menschenfett a	8,2	1,8	10,0	15	89
10 γ 4,4'-DDT b	1,4	2,4	3,8	35	40
1 γ 4,4'-DDT				10	94
0 γ 4,4'-DDT				>80	10
				>80	3

Tabelle 2

Biologische Bestätigung der Ergebnisse chemischer DDT-Analysen in zwei menschlichen Fettproben

mit 91 Jahren gestorben ist, nachdem er bis zum Ende des 1. Weltkrieges als Maschinenschlosser gearbeitet hatte, dann bis 1944 Kartoffelhändler war, von 1944 bis 1948 als „Evakuierter“ im Erzgebirge, von da an in einer west-deutschen Großstadt als Rentner und im letzten Monat seines Lebens in einer Heil- und Pflegeanstalt gelebt hatte. Soweit festgestellt werden konnte, hatte er zu keiner Zeit seines Lebens beruflich mit DDT zu tun. Seine Lebensgeschichte und sein Sterben („Versagen des Herzens bei beginnender Pneumonie“) liefern keine Anzeichen für etwaige Gesundheitsstörungen durch das in seinem Körper deponierte DDT. Dagegen spricht auch das erreichte hohe Alter.

Zusammenfassung

Depotfett aus den Körpern von 21 Bewohnern der Deutschen Bundesrepublik, teils städtischer, teils ländlicher Herkunft, wurde auf seinen DDT-Gehalt untersucht. In zwei Fetten wurde kein DDT, in den anderen Fetten insgesamt wesentlich weniger DDT + DDE gefunden als USA-Autoren in dortigen menschlichen Fettproben ermittelt haben. Bei uns betrug der höchste gefundene Gehalt an DDT + DDE 10 mg pro 1 kg Fett. Biologische Vergleichsversuche bestätigten die Richtigkeit der Analyseergebnisse. Da das vorliegende Analysenmaterial noch relativ klein ist, wird die Arbeit durch Untersuchung weiterer Fettproben fortgesetzt werden.

Dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und den Professoren W. Schulemann, R. Domenjoz und O. R. Klimmer danke ich für die großzügige Unterstützung und Förderung dieser Arbeit.

Eingegangen am 22. Januar 1959

[A 936]

Analytisch-technische Untersuchungen

Das Verfahren zur Messung von Dampfdrucken nach Baur und Brunner

Dampfdrucke von Zink, Selen und Tellur

Von Dr. G. GATTOW und Prof. Dr. ARMIN SCHNEIDER

Anorganisch-chemisches Institut der Universität Göttingen

Dieses statische Verfahren benutzt eine übersichtliche, verbesserte Apparatur. Man kann damit selbst bei hohen Temperaturen noch recht rasch messen, und die Möglichkeiten einer experimentellen Störung sind gering. An Hand der neu und genauer gemessenen Dampfdrucke des Zn, Se und Te wird die Leistungsfähigkeit der Methode dargelegt.

Zur Bestimmung der Dampfdrucke bei hohen Temperaturen sind dynamische Verfahren, insbesondere die vielfach verwendete Mitführungsmethode¹⁾, wegen ihrer einfachen Versuchsanordnung vorteilhaft. Man benötigt aber lange Versuchszeiten und häufig tritt eine starke Verarmung der Oberfläche an verdampfender Komponente ein. Statische Verfahren werden da vorzuziehen sein, wo solche durch Diffusion nicht leicht auszugleichende Verarmungserscheinungen vermieden werden sollen, wie z. B. bei festen Bodenkörpern. Eine einfach zu handhabende und sehr universell anwendbare Methode ist erstmals von E. Baur und R. Brunner²⁾ angegeben und später mit Erfolg von W. Bues und H. v. Wartenberg³⁾, bzw. von G. Gattow und A.

Schneider⁴⁾ verwendet worden, um Reaktionsgleichgewichtsdrucke über festen, bzw. geschmolzenen Bodenkörpern [p_{GeO} über $(\text{Ge} + \text{GeO}_2)$, bzw. $p_{\text{Al}_2\text{Se}_3}$ über $(\text{Al}_2\text{Se}_3 + \text{Al})$] zu bestimmen. Da die Methode wiederholt auf Kritik gestoßen ist^{5, 6)}, haben wir untersucht, unter welchen Bedingungen sie verwendbar ist und berichten hier über das Ergebnis.

Das statische Verfahren von E. Baur und R. Brunner¹⁾ beruht auf der Ermittlung des Siedepunktes einer Substanz bei vorgegebenem Druck. Das Puffergas des Verdampfungsgefäßes ist durch einen Quecksilber-Tropfen, der sich in einem horizontalen Glasrohr befindet, von einem großen Vorratsvolumen abgetrennt. Bei kontinuierlicher

¹⁾ Vgl. z. B. O. Kubaschewski u. E. L. Evans: Metallurgical Thermochemistry, London 1956; C. Wagner u. V. Stein, Z. physik. Chem. 192, 129 [1943].

²⁾ E. Baur u. R. Brunner, Helv. chim. Acta 17, 958 [1934].

³⁾ W. Bues u. H. v. Wartenberg, Z. anorgan. allg. Chem. 266, 281 [1951].

⁴⁾ G. Gattow u. A. Schneider, diese Ztschr. 68, 520 [1956].

⁵⁾ A. Eucken, Metallwirtsch., Metallwiss., Metalltechn. 15, 27, 63 [1936]; J. Fischer, Helv. chim. Acta 18, 1028 [1935].

⁶⁾ Vgl. die Gegenbemerkung von E. Baur u. R. Brunner, Helv. chim. Acta 18, 1028 [1935] sowie W. Leitgeb, Metallwirtsch., Metallwiss., Metalltechn. 14, 267 [1935].