

Biochemische Arbeitstagung

6.—9. Juli 1955 in Gatersleben

Im Institut für Kulturpflanzenforschung Gatersleben der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin fand unter der Leitung von Prof. Dr. K. Mothes eine Diskusstagung über Probleme der pflanzlichen Biochemie statt. Als Teilnehmer waren Wissenschaftler aus der DDR, der Bundesrepublik, aus Frankreich, der Sowjetunion, der Tschechoslowakei und Rumänien anwesend.

Aus den Vorträgen:

H. H. SCHLUBACH, Hamburg: *Über die löslichen Kohlenhydrate der Getreide- und Grasarten.*

Aus Halmen und unreifen Ähren der für unsere Breiten wichtigsten Getreidearten Weizen, Roggen, Gerste und Hafer wurden acht verschiedene Polyfructosane isoliert. Die Bausteinanalyse (Methylierungsmethode) läßt für diese Verbindungen zwei Strukturprinzipien erkennen: den Inulin-Typ (Verknüpfung der Fructose-Einheiten über das zweite und erste C-Atom) sowie den Phlein-Typ (Bindung zwischen den Kohlenstoffatomen 2 und 6). Aus dem Verhältnis der bei der Bausteinanalyse erhaltenen Di-, Tri- und Tetramethyl-fructosen ist mit Sicherheit eine verzweigte Struktur der Getreide-Polyfructosane abzuleiten, dagegen steht die endgültige Klärung von Form und Größe der Polyfructosan-Molekeln noch aus; wahrscheinlich sind mindestens zehn Fructose-Einheiten an ihrem Aufbau beteiligt. In den reifenden Getreidepflanzen lassen sich folgende Kondensationsstufen der Kohlenhydrate unterscheiden: Rohrzucker vornehmlich in den Blättern, Polyfructosane vom Phlein-Typ in den Halmen, Polyfructosane vom Inulin-Typ in den unreifen Ähren und Stärke in den reifen Ähren. Im Gegensatz zu den verzweigten Getreide-Fructosanen besitzen die als „Phleins“ bezeichneten Polyfructosane aus sechs bisher genauer untersuchten einheimischen Grasarten eine unverzweigte kettenförmige Struktur mit 2,6-Bindung der Fructose-Bausteine. Die Phleins bilden eine polymerhomologe Reihe, deren einzelne Glieder sich durch ihre Kettenlänge unterscheiden. Sie entstehen in der Pflanze vermutlich auf zwei Wegen durch Transfructosidation: im ersten Fall dient wahrscheinlich Saccharose als primärer Acceptor — eine Anschauung, die durch die Auffindung der Kestose (Trisaccharid aus einer Molekel Glucose und zwei Molekeln Fructose) in *Lolium perenne* (Engl. Raigras) gestützt wird. Die Glucose-freie Fructosan-Reihe dagegen dürfte von einem Fructoseanhydrid ihren Ausgang nehmen; als bisher einfachstes Glied dieser Folge konnte ein nur aus Fructose-Einheiten bestehendes Tetrasaccharid isoliert werden.

Untersuchungen über den Stoffwechsel der löslichen Kohlenhydrate während einer ganzen Wachstumsperiode zeigten für die einzelnen Grasarten unterschiedliche Ergebnisse (z. B. Gehaltsmaximum im Mai bei *Lolium*, zwei Höchstwerte im Mai bzw. Juli bei *Phleum* (Lieschgras)). Generell steigt der Polymerisationsgrad der Fructosane mit fortschreitender Vegetationsperiode an. Diese Befunde sind nicht allein von pflanzenphysiologischem Interesse (Beteiligung der löslichen Polysaccharide bei der Blüten-, Samen- und Reservestoffbildung), sondern sie besitzen auch einen großen praktischen Wert für Fragen der Tierernährung. Als Zusatz zum Brotgetreide scheinen die Polyfructosane auch für die direkte menschliche Ernährung geeignet zu sein, wenngleich die genaue Prüfung ihrer Verdaulichkeit noch aussteht.

ALFRED SCHNEIDER, Quedlinburg: *Über den Kohlenhydratstoffwechsel reifender und lagernder Gemüseerbsen.*

Die Kohlenhydratumsetzungen in natürlich ausreifenden und in abgetrennten, lagernden grünen Erbsen zeigen weitgehende Übereinstimmung. In beiden Fällen ist eine Labilität des von klimatischen Faktoren beeinflussbaren Gleichgewichtes zwischen Stärke und Rohrzucker festzustellen. Zur Verwendung als Gemüseerbsen in der Konservenindustrie sind nur solche Erbsensorten geeignet, bei denen in der Konserven-Auflösflüssigkeit weder Trübungen (Gelierungen) noch Bodensatz entstehen.

Aus den Veränderungen des Rohrzuckergehaltes während der Lagerung der Erbsen lassen sich Schlüsse auf die Eignung einer Sorte für Konservierungszwecke ziehen: bei stetiger Abnahme des Zuckergehaltes während der Aufbewahrung gehen Atmung und Synthese von Polysacchariden weiter (geeignete Sorten), während ein nach drei- bis viertägiger Lagerung beobachteter Wiederanstieg des Saccharose-Gehaltes auf das Überwiegen der Stärkehydrolyse deutet, deren Produkte die Trübungen der Konserven verursachen.

A. L. KURSANOW, Moskau: *Die Gerbstoffe der Teepflanze.*

In den Teeblättern sind Eiweiß, Pektin und Gerbstoffe reichlich vorhanden, dagegen treten Kohlenhydrate, insbes. Monosen, stark zurück. Außerdem finden sich Fermente, Vitamine, organische Säuren und freie Aminosäuren. Bei der Fermentierung, bei der

die grünen Blätter in schwarzen Tee verwandelt werden, ändert sich die stoffliche Zusammensetzung des Blattmaterials erheblich, speziell die Gerbstoffe — die für die Qualität des Tees von ausschlaggebender Bedeutung sind — unterliegen mannigfachen Umwandlungen.

Die Anwendung chromatographischer Methoden gestattet die Auftrennung des natürlichen Teegerbstoff-Gemisches in etwa zwölf chemisch einheitliche Catechine. Bemerkenswert ist die Feststellung, daß Zusammensetzung und Verhältnis der Catechine in Abhängigkeit von Standortbedingungen relativ geringfügig variieren (Vergleich grusinischen Tees mit tropischen Provenienzen).

Mit Ausnahme der ruhenden Samen sind in allen Teilen der Teepflanze Gerbstoffe enthalten. Im jungen Keimling läßt sich zuerst das 1-Epicatechin nachweisen, das auch die Hauptmenge der Gerbstoffe aus den Wurzeln älterer Teepflanzen ausmacht. Der weitere Verlauf der Biosynthese der Gerbstoffe — wie er sich heute darstellt — läßt sich in aller Kürze so skizzieren, daß die einfachen Catechine mit zwei o-ständigen Oxy-Gruppen im Seitenring bei fortschreitender Entwicklung der Pflanze (oder des wachsenden Organs) in Gallussäure-ester überführt werden (Catechinalgallate), aus denen sich nach Abschluß des Pflanzenwachstums teilweise die unveresterten Catechine zurückbilden, die nunmehr drei OH-Gruppen im Seitenring tragen (Gallocatechine).

Die Gesamtheit der Catechine ist als ein kompliziertes Redoxsystem aufzufassen, das als Mittler zwischen oxydierendes Enzym (Polyphenoloxylase) und oxydables Substrat eingeschaltet ist, wobei durch die Catechine in sekundärer Reaktion Substanzen oxydiert werden, die sonst dem Angriff der Phenoloxylase nicht zugänglich wären.

Die Catechine, in der Pflanze hochaktive Stoffe, sind auch im menschlichen und tierischen Organismus von starker physiologischer Wirksamkeit, was zu ihrer therapeutischen Verwendung bei Vitamin-P-Indikation geführt hat.

Das interessanteste und zugleich schwierigste Problem bei der Erforschung der Biosynthese aromatischer Verbindungen ist die Bildung des Benzolringes selbst. Die Anwesenheit von Mesoinsosit in den Teeblättern, die Infiltrationsversuche mit verschiedenen Kohlenhydraten und die Assimilationsversuche mit $^{14}\text{CO}_2$ lassen die Annahme zu, daß dieser cyclische Alkohol ein Zwischenprodukt bei der Biosynthese aromatischer Ringe ist. Zugleich unterstreichen diese Untersuchungen die bedeutende, bis jetzt wenig beachtete physiologische Funktion der Saccharose.

H.-B. SCHRÖTER, Gatersleben: *Untersuchungen über die Phenol-Bildung bei Phycomyces blakesleeana.*

Phycomyces blakesleeana bildet auf Glucose-haltiger Nährlösung Gallussäure, Protocatechusäure und — wie sich papierchromatographisch nachweisen läßt — mindestens ein weiteres Phenol. Die Phenole werden auch dann synthetisiert, wenn dem Pilz andere Hexosen, Hexite, Disaccharide, Pentosen oder C₃-Verbindungen (Glycerin, Lactat) als alleinige Kohlenstoff-Quellen zur Verfügung stehen. Das bei der Bildung von Phenolen mehrfach beobachtete Auftreten von Mesoinsosit läßt den Schluß auf biogenetische Beziehungen zwischen den Substanzen zu. Die Verteilung der Phenole im Pilz-Thallus ist auffallend: die Sporangio-phoren enthalten etwa die zehnfache Menge an Gallus- und Protocatechusäure wie die Hyphen des Mycel; die physiologische Bedeutung dieser Erscheinung ist unbekannt.

H. FRIEDRICH, Gatersleben: *Die fermenthemmende Wirkung von Gerbstoffen.*

Die enzymatische Spaltung des Arbutins durch β -Glucosidase kann in vitro durch Zugabe von Gallotannin gehemmt werden, wobei die Hemmung mit steigender Gerbstoffmenge stärker wird. Die Aktivität des Fermentes kann in vollem Umfange regeneriert werden, wenn das Gallotannin durch Schütteln mit Hauptpulver entfernt wird. Die Erscheinung — die ähnlich auch für andere Enzyme bekannt ist — läßt sich entweder durch eine mit Gerbstoff eintretende reversible Fällung der Ferment-Eiweißkomponente oder durch Fällung anderer Eiweißkörper und adsorptive Bindung des Enzyms erklären.

B. L. KRETOWITSCH, Moskau: *Die Biosynthese der Aminosäuren und die fermentative Umwandlung der Amide in Pflanzen, besonders in Gramineen und Leguminosen.*

Asparaginsäure und Glutaminsäure nehmen im Stickstoff-Haushalt der Pflanzen eine bedeutende Stellung ein. Besonders hoch ist ihre Konzentration in ruhenden Samen. Als höchst labile Verbindungen werden sie bei der Keimung rasch verbraucht, wobei die Glutaminsäure schneller oxydiert wird als die Asparaginsäure.

Die zugehörigen Amide unterliegen dagegen praktisch nicht der Oxydation. Die Aminosäure-Oxydation wird durch Aminosäureoxydasen oder durch Polyphenoloxydase via Polyphenoloxydation katalysiert.

Die Biosynthese der Glutaminsäure verläuft, wie schon von Euler, Adler u. a. geäußert wurde, über die reduktive Aminierung von α -Ketoglutarinsäure. Asparaginsäure wird in ähnlicher Reaktion aus Oxalessigsäure gebildet; außerdem kann sie auch durch Aminierung von Fumarsäure unter Beteiligung der Aspartase synthetisiert werden.

Asparagin und Glutamin werden von Amidasen in die Säuren und in Ammoniak gespalten. In Gegenwart von Asparaginase wurde im Infiltrationsversuch die Bildung von Asparagin aus Salzen der Asparaginsäure beobachtet, während der Prozeß der Glutamin-Synthese komplizierter ist und anscheinend der Zufuhr von Adenosintriphosphat bedarf.

Asparagin und Glutamin sind physiologisch nicht gleichwertig; Glutamin wird viel leichter zur Eiweißsynthese verwendet als Asparagin. Der Grund der langsamen Ausnutzung des Asparagins ist wohl in seiner, vom Vortr. zur Diskussion gestellten cyclischen Struktur zu suchen.

L. ENGELBRECHT, Gatersleben: Stickstoff-Stoffwechsel isolierter Organe.

Isolierte Pflanzensprosse, Wurzeln oder Blätter lassen sich in künstlicher Kultur unter geeigneten Bedingungen längere Zeit am Leben erhalten. Die Isolierung bedingt jedoch tiefgreifende Veränderungen im Stoffwechsel der abgetrennten Organe; so zeigt die Verfolgung des N-Stoffwechsels, daß bei Isolierung Substanzen angehäuft werden können, die normalerweise in den betreffenden Organen nur in geringer Menge nachzuweisen sind (z. B. Allantoin in isolierten Wurzeln und Samen).

Die Versuche mit isolierten Organen lassen erkennen, daß Wachstum kurzzeitig auch ohne Eiweißvermehrung stattfinden kann, doch ist auf die Dauer die Vergrößerung der Masse des lebenden Gewebes an die Synthese von Eiweiß geknüpft. Wahrscheinlich besitzt dieses Eiweiß nicht den Charakter unspezifischen Reserve-Eiweißes, sondern es baut jene Strukturen auf, ohne die der Stoffwechsel nicht denkbar ist. Umgekehrt läßt sich die Eiweißsynthese nicht wesentlich verstärken, ohne daß gleichzeitig Wachstum eintritt.

Die Vorgänge des Wachstums und der Eiweißsynthese laufen in einem Organ nur dann ab, wenn Verbindungen zu zu- und ableitenden Organen vorhanden sind. Adventivwurzeln, die an isolierten Blättern oder Sprossen entstehen, schaffen sofort andere Stoffwechselbedingungen, wodurch die Aufmerksamkeit auf die besondere Bedeutung der Wurzel als spendendes und ableitendes Organ gelenkt wird. Die Stoffausscheidung aus der Wurzel in das umgebende Medium verdient, genauer untersucht zu werden.

In der sehr lebhaften Diskussion wurde die Tätigkeit der Wurzel mit der Funktion einer Drüse verglichen und Beispiele angeführt, die einen Kreislauf von Stoffen in der Pflanze erkennen lassen.

K. MOTHES, Gatersleben: Ammoniak-Entgiftung und Aminogruppen-Vorrat.

In der nach Abzug des anorganisch gebundenen und des Säureamid-Stickstoffs von der Gesamtmenge des löslichen Stickstoffs verbleibenden Fraktion des „Rest-N“ wird bei der Pflanzenanalyse der Stickstoff einer Vielzahl N-haltiger Verbindungen erfaßt, deren analytische Aufgliederung vorläufig noch nicht befriedigen kann, wenngleich der Stickstoff der Aminosäuren einen großen Teil der Fraktion ausmacht. Aber auch Substanzen wie Allantoin und solche, über deren Stoffwechselfunktionen bisher kaum etwas bekannt ist oder die z.T. noch gar nicht identifiziert werden konnten, steuern ihren Stickstoff bei.

Durch die Bildung von Säureamiden (Glutamin, Asparagin) wird in der Pflanze Ammoniak entgiftet, das im tierischen Organismus in Form von Harnstoff oder Harnsäure gebunden und ausgeschieden wird. In der Pflanze jedoch stellen die Produkte des Entgiftungsvorganges zugleich die wichtigsten Speicher für NH_2 -Gruppen dar, denn die Amino-Gruppen des Glutamins oder der Glutaminsäure beispielsweise werden besonders leicht für Transaminierungsreaktionen abgegeben (Beziehungen zum Tricarbonsäure-Cyclus!).

Wenn Glutamin und Asparagin dem Harnstoff vergleichbar sind, so entsprechen der Harnsäure der Tiere pflanzliche Ureide, wie etwa das Allantoin, die die Aufgaben der Säureamide — NH_2 -Entgiftung, N-Bevorratung und Stickstoff-Transport — übernehmen können. Es lassen sich bei Pflanzen „Säureamid“- und „Ureid“-Typen unterscheiden, jedoch sind die Übergänge fließend, und die bevorzugte Ausbildung der einen oder anderen N-Vorratsform hängt wesentlich von Entwicklungszustand und -bedingungen

ab. Es dürfte keinem Zweifel unterliegen, daß in Pflanzen weitere Substanzen existieren, die ähnlich wie die Amide oder Ureide in den Aminogruppen-Stoffwechsel eingreifen.

Die löslichen Stickstoff-Verbindungen und Aminogruppen-vorrats-Substanzen können offenbar in allen aktiven Pflanzengeweben gebildet werden, doch scheinen Achsen und Wurzeln durch ein besonderes Speicherungsvermögen ausgezeichnet zu sein.

Die Anwendung des Ninhydrins als Chromatogramm-Entwickler hat in der Pflanzenanalyse zu bemerkenswerten Erkenntnissen geführt; z. B. ist durch diese Methodik die Aufmerksamkeit auf das verbreitete Massenvorkommen von γ -Aminobuttersäure gelenkt worden, über deren physiologische Bedeutung noch keine Klarheit besteht. Um aber die Fraktion des „Rest-Stickstoffs“ weiter aufzuklären, wird es nötig sein, auch den Ninhydrin-negativen Substanzen größere Beachtung zu schenken.

M. L. CHAMPIGNY, Gif-sur-Yvette: N-Stoffwechsel und Aminosäuren in den Blättern von Bryophyllum (Brutblatt).

Die freien und die in Proteinen und Peptiden vorkommenden Aminosäuren wurden in verschiedenen Entwicklungsstadien der Blätter von *Bryophyllum* untersucht. Junge Blätter im Zustand des Proteinaufbaus enthalten dreimal so viel Aminostickstoff wie ältere. Bei den noch wachsenden Blättern vollziehen sich in erster Linie Aminosäuren-Synthesen, während in älteren Blättern die Kondensation der Aminosäuren zu Peptiden abläuft.

Gewisse freie Aminosäuren oder solche, die in Peptiden vorkommen, können nach der Hydrolyse der Proteine nicht nachgewiesen werden; es ist anzunehmen, daß sie zur Synthese anderer Aminosäuren oder Peptide verbraucht werden. Prolin, Histidin, Tryptophan u. a. finden sich in den Hydrolysaten, nicht dagegen im freien Zustand. β -Alanin, das möglicherweise bei der Biosynthese des Coenzyms A eine Rolle spielt, tritt regelmäßig als Peptid-Bestandteil, seltener in freier Form auf.

E. WALDSCHMIDT-LEITZ, München: Ergebnisse der quantitativen Bausteinanalyse der Gersteneiweißkörper.

Die Aminosäuren der Albumin-, Globulin- und Hordein-Fraktion des Gersteneiweißes wurden nach Säurehydrolyse quantitativ bestimmt. Es ergeben sich auffällige Unterschiede, so ist z. B. Hordein durch einen hohen Gehalt an Prolin und Glutaminsäure ausgezeichnet, Globulin liefert relativ große Mengen von Cystin, und Albumin sowie Globulin enthalten wesentlich mehr Asparaginsäure und Arginin als Hordein. Auch die Prolamine der verschiedenen Getreidearten sind ihrer Aminosäuren-Zusammensetzung nach nicht identisch, was insbes. in den wechselnden Prolin-Gehalten zum Ausdruck kommt. Die Untersuchungen stehen im Zusammenhang mit der Qualitätsverbesserung der Braugerste und des Bieres.

I. BÖTTGER, Gatersleben: Papierelektrophoretische Trennungen der Eiweiße aus Sojabohnensamen.

Die Vorfraktionierung der Sojabohneneiweiße liefert die drei Fraktionen Globulin I, Globulin II und Albumin. Bei der weiteren papierelektrophoretischen Untersuchung (Veronal-Puffer vom pH 8,8, Laufzeit 7 h, 250 Volt, 2–3 m Amp pro 4 cm Streifenbreite) erweisen sich die Globuline als elektrophoretisch einheitlich, während die Albumin-Fraktion in drei gut voneinander trennbare Unterfraktionen zerlegt werden kann.

N. M. SISSAKJAN, Moskau: Chemische Eigenschaften und biochemische Funktionen der Plastiden.

Es steht außer Zweifel, daß die Chloroplasten der grünen Pflanzen nicht nur am Prozeß der Photosynthese teilnehmen, sondern daß sie auch bei anderen biochemischen Vorgängen in der Zelle eine bedeutende Rolle spielen. Die Fermente — die in den Plastiden offenbar in einer reichen Mannigfaltigkeit vorhanden sind — befinden sich teils in freiem Zustand, teils in mehr oder weniger fester Bindung an Eiweißstoffe. Der Charakter der Bindung zwischen Eiweißstoffen und dem Proteinkomplex der Plastiden ändert sich im Laufe der Entwicklung der Organismen. Auch die Menge und die Zusammensetzung der Ribonucleinsäure in den Plastiden zeigen deutliche Beziehungen zum Alter der Organe; junge Blätter z. B. weisen in ihren Chloroplasten zwei bis dreimal mehr Ribonucleinsäure auf als ältere. Mit zunehmendem Alter ist eine Anreicherung Pyrimidinbasen-haltiger Ribonucleinsäuren bei gleichzeitiger Abnahme der Gesamtmenge der Ribonucleinsäuren und des Plastideneiweißes festzustellen. In den Plastiden laufen in erster Linie synthetische Prozesse ab. Markiertes Glycyl-Glycin, unter bestimmten Bedingungen auch ^{14}C -Glycin, werden in Plastideneiweiß eingebaut, ^{14}C -Acetat dient zur Bil-

dung höherer Fettsäuren (die ihrerseits in den Plastiden oxydiert werden können), und radioaktiver Phosphor findet sich in den Phospholipiden wieder. Die Chloroplasten der untersuchten Pflanzenarten zeigen merkbare Unterschiede in ihren synthetischen Leistungen.

H. BORRIS, Greifswald: Zusammenhänge zwischen N-Haushalt und keimungsphysiologischem Verhalten von *Agrostemma*-Samen unter besonderer Berücksichtigung der Samenpeptide.

Die Keimung von *Agrostemma*-Samen wird — bei sonst günstigen Verhältnissen — weitgehend von der Temperatur beeinflusst: optimale Keimung zwischen + 5° und etwa + 20°C, starke Verzögerung bei + 4°C, völlige Blockierung bei + 30°C. Auf der Suche nach den biochemischen Ursachen für die Abhängigkeit des keimungsphysiologischen Verhaltens von äußeren und inneren Faktoren wurde der Stickstoff-Haushalt gequollener, aber noch nicht gekeimter Samen der Kornrade untersucht. Bis zu einer Quellsdauer von 7 Tagen bleibt im ungekeimten Samen die Menge des Eiweiß-N konstant, entsprechend vergrößert sich die Konzentration der löslichen Stickstoff-Verbindungen nicht (dies geschieht erst nach dem Radicula-Durchbruch). Die Fraktion der löslichen N-Verbindungen setzt sich aus etwa 25% Aminosäuren- und Säureamid-Stickstoff, 15% Ammon-, Allantoin- und Purin-Stickstoff sowie dem „Rest-N“ zusammen. Der größte Teil des Reststickstoffs liegt als „Peptid-Stickstoff“ vor. Die reifen Samen enthalten außer „Nebenpeptiden“ beträchtliche Mengen eines „*Agrostemma*-Hauptpeptides“, das sich durch Säurehydrolyse in etwa 12 Aminosäuren zerlegen läßt. Dieses Peptid, das fast ausschließlich in den Embryonen anzutreffen ist, wird im letzten Stadium der Samenreife aus freien Aminosäuren und niederen Peptiden gebildet und unterliegt im Keimling einem raschen Abbau; es ist daher als Stickstoffreserve aufzufassen. Im Gegensatz zum Hauptpeptid zeigt die Zusammensetzung der Fraktion der freien Aminosäuren während der Quellung der Samen charakteristische Veränderungen, die möglicherweise mit den temperaturbedingten Unterschieden des keimungsphysiologischen Verhaltens in Beziehung zu bringen sind.

H. METZNER, Göttingen: Biochemische Untersuchungen zum Problem des Photoperiodismus.

Die Blütenbildung bei *Kalanchoë blossfeldiana* (Sukkulente) wird photoperiodisch induziert, und es erweist sich, daß vier optimale Licht-Dunkel-Cyklen zur Induktion ausreichen. Da die photoperiodische Empfindlichkeit auf die Laubblätter (besonders solche mittleren Alters) beschränkt ist, die Differenzierung aber an den Vegetationskegeln erfolgt, ist die Annahme einer Stoffleitung nicht unberechtigt; Pflanzexperimente deuten darauf hin, daß der die Differenzierung auslösende Faktor nicht artspezifisch ist. Wegen der offenbaren Beteiligung autokatalytischer Prozesse an der photoperiodischen Induktion wurde nach Unterschieden in den Protein- und Nucleinsäure-Fractionen induzierter und vegetativer *Kalanchoë*-Exemplare gesucht. Bereits in den ersten Induktionstagen zeigen sowohl die Protein-Hydrolysate als auch die Nucleinsäuren veränderte Zusammensetzungen. Es bleibt zu klären, inwieweit diese irreversiblen Verschiebungen mit dem eigentlichen Induktionsprozeß in kausalem Zusammenhang stehen.

D. MOTOC, Bukarest: Untersuchungen über die Bildung von Methylalkohol durch Autolyse von Pflanzenprodukten.

Das Vorkommen freien und veresterten Methylalkohols in Pflanzen ist seit langem bekannt, ebenso — seit den Forschungen *Neubergs* — die Bildung des Methanols aus Pektin als Folge der Pektasen-Tätigkeit im autolisierenden Tabakblatt. Auch Frischgemüse enthalten als Ester gebundenes Methanol und mehr oder weniger große Mengen von freiem und leicht hydrolysierbarem Methylalkohol. Der veresterte Alkohol wird durch Einwirkung von Pektase, die in variierenden Mengen in allen Gemüsearten anzutreffen ist, in Freiheit gesetzt. Dieser Vorgang wird durch die Gegenwart von Calciumsalzen begünstigt und ist unabhängig vom ursprünglichen p_H der Gemüse.

O. KANDLER, München: Abhängigkeit der Ammonium-Aufnahme durch *Chlorella* von Kohlenhydratversorgung und Belichtung.

Chlorella nimmt nach 24stündiger Belichtung in Stickstoff-freier Nährlösung zugesetztes Ammonium sehr rasch auf und verwendet es zum Aufbau von Aminosäuren und Eiweiß; die Atmung wird dabei stark erhöht und erreicht den Wert der Glucose-Atmung. Werden die Kulturen an Stickstoff und Kohlenhydraten verarmt, so lassen die Algen auf Zugabe von Ammonium keine Atmungssteigerung erkennen, die aber sofort einsetzt, wenn gleichzeitig Glucose geboten wird. Dabei werden auf 1 Mol veratmete Glucose 4 Mole Glucose und 0,65 Mole Ammonstickstoff assimiliert. Die Glucose liefert bei ihrem oxydativen Abbau sowohl die als Am-

monium-Acceptoren fungierenden Ketosäuren als auch die zur Aufrechterhaltung der Amino-Bindung benötigte Energie in Form von energiereichem Phosphat. Versuche über die Hemmung der Triosephosphatdehydrase (mit Monojodessigsäure) und über die Blockierung aller energiereichen Phosphat verbrauchenden Vorgänge (durch Dinitrophenol) bestätigen diese Anschauung.

Noch nicht ganz durchsichtig ist der Wirkungsmechanismus einiger organischer Säuren, von denen die Essigsäure genauer geprüft wurde. Diese Säuren werden von *Chlorella* veratmet und assimiliert. Die gebildete Energie wird jedoch nicht für den Ammonium-Einbau verwendet. Acetat bewirkt eine Entkopplung von Oxydation und Assimilation, wobei der Einbau von Ammonium stärker gehemmt wird als der der Glucose.

G. JOLCHINE und **A. MOYSE**, Gif-sur-Yvette: Organische Säuren in den Blättern von *Bryophyllum*.

Blattextrakte von *Bryophyllum* wurden mit Harzionenaustauschern gereinigt und auf einer Silicagel-Säule mit Butanol-Chloroform-Gemisch fraktioniert. Äpfelsäure, Citronensäure und Isocitronensäure machen 95% der Gesamtsäure aus; außerdem wurden nachgewiesen: Bernsteinsäure, Brenztraubensäure, α -Ketoglutar Säure, Glycolsäure, Trans-Aconitsäure und Oxalsäure.

S. OËRIU, Bukarest: Studium eines aus *Coniophora cerebella* gewonnenen Antibiotiums.

Aus dem zu den *Basidiomyceten* gehörenden holzzerstörenden Pilz *Coniophora cerebella* wurde ein Antibiotium gewonnen, das sich in vitro durch starke tuberculozide und tuberculostatische Wirksamkeit auszeichnet. Das aktive Prinzip ist weder eine Fett- noch eine aromatische Säure. In Versuchen mit Tuberkel-Kulturen wurden bisher keine Resistenzerscheinungen gegenüber dem Antibiotium beobachtet.

F. KORTE, Hamburg: Charakteristische Inhaltsstoffe der *Asclepiadaceen* (Seidenpflanzengewächse).

Im Zuge der Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen chemischer Synthesefähigkeit und morphologischer Systematik wurde die Ordnung der *Contortae* näher untersucht. Es ergibt sich: Die *Loganiaceae* enthalten Alkaloide wie Brucin und Strychnin und leiten durch das Meliatin (Bitterstoff) zu den *Menyanthaceae* über. Die *Gentianaceae* werden von den *Loganiaceae* durch ihren Bitterstoff Gentiopikrin abgetrennt. Die morphologisch sehr aufgegliederten *Apocynaceae* bilden in ihren Unterfamilien, Triben und Gattungen getrennt voneinander Alkaloide, Steroidalkaloide und Cardenolid-Glykoside, und in den *Asclepiadaceae* schließlich finden sich, den Unterfamilien folgend, Cardenolid-Glykoside und Bitterstoffe vom Vincetoxin-Typ. Die chemische Struktur der *Asclepiadaceen*-Inhaltsstoffe wurde — soweit bekannt — erläutert. Der Vortrag löste eine längere Diskussion über den Wert chemischer Merkmale für die botanische Systematik aus.

D. GRÖGER, Gatersleben: Qualitätszüchtung am Mutterkorn.

In Deutschland natürlich vorkommendes Mutterkorn ist außerordentlich Alkaloid-arm und entspricht häufig nicht den Anforderungen des Arzneibuches. Es gelang, aus südwest- und südost-europäischen Seale-Provenienzen Stämme mit dem 20–30fachen Alkaloid-Gehalt des deutschen Wild-Mutterkorns zu selektionieren. Für die therapeutische Verwendung und für die Alkaloid-Gewinnung sind diejenigen Stämme von besonderer Bedeutung, die nur einen Alkaloid-Typ produzieren.

F. SCHWANITZ, Hamburg: Entstehung und Bildungsorte der Alkaloide bei verschiedenen Lupinenarten.

Alkaloid-reiche und Alkaloid-arme Stämme von *Lupinus luteus*, *L. angustifolius* und *L. albus* wurden in verschiedenen Kombinationen aufeinander gepfropft und die Pfropfreiser sowie die Unterlagen mit Hilfe der Jod-Jodkalium-Reaktion auf den Alkaloid-Gehalt hin geprüft. Die hierbei erzielten Ergebnisse machen es wahrscheinlich, daß bei den untersuchten Lupinenarten die Alkaloide in den oberirdischen Organen unter Einschluß des Hypokotyls und der Kotyledonen gebildet werden.

G. REUTER, Gatersleben: Neue Untersuchungen an Blutungssäften.

Blutungssaftanalysen gestatten, Einblick in den Stofftransport innerhalb der Pflanzen zu nehmen. Untersuchungen der in Blutungssäften gelösten N-Verbindungen haben ergeben, daß in bevorzugtem Maße die Säureamide Glutamin und Asparagin, das Allantoin nebst Allantoinensäure sowie das Citrullin der Stickstoff-Translokation dienen. Während die „Amid-Pflanzen“ und „Allantoin-Pflanzen“ verschiedenen botanischen Familien angehören, scheint der Stickstoff-Transport in Form von Citrullin auf die Familie der *Betulaceen* (Birken) beschränkt zu sein.

Der Alkaloid-Gehalt des Blutungssaftes von *Nicotiana rustica* ist bei blühenden Pflanzen wesentlich geringer als bei solchen Exemplaren, die sich entwicklungsmäßig vor dem Blühstadium befinden oder die geegipft bzw. gegipfelt worden waren. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Alkaloid-Bildung in der Wurzel durch den Blühprozeß gehemmt wird.

K. RAMSHORN, Gatersleben: *Die Beteiligung sekundärer Pflanzenstoffe am Wuchsstoffkomplex.*

Mit Hilfe der Zylindermethodik wurde der Einfluß von Alkaloiden (Nicotin und Atropin) auf das Streckungswachstum von Haferkoleoptilen untersucht. Durch Alkaloid-Konzentrationen von 10^{-3} bis 10^{-4} läßt sich das Wachstum der Segmente deutlich hem-

men, während es bei niedrigeren Konzentrationen (bis zu 10^{-8} g/ml) gefördert wird. Die Wirkungskurven der Alkaloide ähneln derjenigen der β -Indolyllessigsäure, wenngleich der Grad der Förderung wesentlich schwächer ist. Bei gleichzeitiger Anwendung optimaler Auxin- und wechselnder Alkaloid-Mengen erweisen sich die Alkaloide im Optimumbereich als Synergisten der Indolyllessigsäure, im Hemmbereich als kräftige Antiauxine. Es wurde nachgewiesen, daß die beschriebene Wirkung des Nicotins nicht auf Verunreinigung des verwendeten Präparates mit Tabak-Nebenalkaloiden oder Indol-Derivaten zurückzuführen ist. Die mögliche physiologische Bedeutung der Alkaloide bei Wachstums- und Blühvorgängen der Pflanze wurde erörtert.

[VB 746]

Deutsche Pharmakologische Gesellschaft

Graz, 4.–6. September 1955

Auf der diesjährigen Tagung berichtete **R. Wagner**, München, über das Regelproblem in der Biologie. Er versteht unter Regelung ein Konstanthalten von biologisch wichtigen Zustandsgrößen im Zellstaat mittels Korrektur von Abweichungen durch Gegenmaßnahmen. Im Organismus ist das Wechselspiel von Erregung und Hemmung die Voraussetzung für das Einbalancieren auf einen bestimmten Sollwert einer konstant zu haltenden Regelgröße.

Beispiel: Blutdruckkontrolle mit Hilfe der Blutdruckzügler, welche die glatte Gefäßmuskulatur betätigen. Von der Empfindlichkeit des die Abweichung registrierenden Fühlers hängt die Unterschiedsschwelle, die Differenz jener Grenzwerte ab, auf die der Fühler eben noch nicht anspricht. Die Signale werden im Regelkreis nicht durch Amplituden-, sondern durch Frequenzmodulation gegeben. Zahlreiche biologische Regler messen nicht nur die Abweichung der Regelgröße vom Sollwert, sondern auch die zeitliche Änderung dieser Abweichung. Sie entsprechen damit den Vorhaltreglern der Technik. Technischen Reglern entsprechend können sich biologische Regler auf unterschiedliche Sollwerte einstellen. Beispiel: die Konstanterhaltung der Netzhautbeleuchtung mittels Pupilleneinstellung kann sich im Bereich sehr unterschiedlicher Lichtintensitäten abspielen. Diese Betrachtungen führen insofern über die bisherigen Vorstellungen vom regelnden Reflexgeschehen hinaus, als man heute die Regelung sich in Form geschlossener Funktionskreise vollziehen sieht. Das Funktionieren dieser Vorgänge im Sinne der technischen P-Regler hängt vom Erhaltenbleiben von Restreizen nach Vollzug von Regelungsvorgängen ab. Die Einstellung der Muskelkraft geschieht, je nachdem, ob von den jeweiligen Muskeleinheiten grobe oder fein abgestufte Muskelleistungen verlangt werden, entweder über Regler, die im Sinne der Auf-Zu-Regler funktionieren oder aber im Sinne des stetigen Reglers der Technik arbeiten. Soweit sich z. B. die Muskelkraft fortlaufend an Umweltkräfte anpassen muß, werden Regler in Anspruch genommen, deren Tätigkeit der von technischen Nachlauf- oder Folge-Reglern entspricht. Allen Reglern gemeinsam ist die Tendenz, jedem Leistungszuwachs entgegenzuwirken und den Zustand größtmöglicher Ruhe herzustellen. Eine Vermaschung von Regelungen, z. B. der Atmung, Thermoregulation, Osmoregulation, Einstellung des Blutzuckerspiegels, der Wasserstoffionen-Konzentration usw., die alle gleichzeitig nebeneinander ablaufen, findet sowohl in der Peripherie des Organismus als auch an zentraler Stelle statt, wo die Sollwerte der einzelnen Regelgrößen derart verstellt und aufeinander abgestimmt werden, daß sie im Interesse des Ganzen richtig zusammenspielen.

Über die Biochemie des Erregungsvorganges berichteten **R. Stämpfli**, Homburg-Saar und **A. Fleckenstein**, Heidelberg. **Fleckenstein** hält den Austausch von K^+ und Na^+ in Richtung des Diffusionsgefälles für den Primärvorgang bei der Muskel-erregung und -kontraktion; er verursache elektrische Ladungsänderungen, wobei die Depolarisation der Membran zur Verkürzung führt, während sich die Fasern bei der Wiederaufladung in die Länge strecken. Durch restitutive Stoffwechselvorgänge wird Na^+ wieder eliminiert, K^+ ins Fasernere zurückresorbiert. Bei diesem aktiven Kationen-Transport hat die Umsetzung an energiereichem Phosphat anscheinend eine besondere Funktion zu erfüllen. Zwischen das elektrophysiologische Phänomen der Depolarisation und den mechanischen Akt der Kontraktion sei keine obligatorische Spaltung von ATP eingeschaltet. **Stämpfli**, der über den Erregungsvorgang am Nerven sprach, glaubt, daß das Wissen um die Biochemie des Erregungsvorganges durch die Ionen-theorie der Erregung nicht vergrößert worden ist und daß die „Erregung“ in dem von ihm skizzierten Sinne wohl nur zum kleinsten Teil als chemischer Vorgang betrachtet werden kann.

D. W. Woolley, New York, berichtete über Arzneimittel und Antimetaboliten. Unter Antimetaboliten werden Strukturanaloge von Stoffen verstanden, die im Stoffwechsel als Enzyme funktionieren. Sie können an den spezifischen Rezeptoren des lebenden Gewebes mit dem natürlichen Enzym in Wettstreit treten, seinen Platz besetzen, aber nicht seine Funktion erfüllen. Nach der Entdeckung des Antagonismus von Sulfanilamid und p-Aminobenzoesäure hat das systematische Suchen nach Antagonistenpaaren an Hand struktureller Analogien zur Entdeckung zahlreicher Antagonistenpaare wie Thiamin (Vitamin B_1): Pyri-thiamin, Folsäure: Aminopterin, Tyroxin: Tyroxinantimetabolit geführt. Kürzlich sind von **Shaw** mehrere Antimetaboliten des Serotonins (Oxytryptamin) hergestellt worden. Einer der aktivsten Vertreter dieser Gruppe ist das 2,5-Dimethylserotonin. Als natürlich vorkommender Antimetabolit des Serotonins wird das Alkaloid Harmin angesehen. Auch zwischen Yohimbin und Serotonin sowie zwischen einigen Mutterkornalkaloiden und Serotonin werden derartige Beziehungen vermutet.

Natürliche und synthetische oxytocische Substanzen wurden von **H. Tuppy**, Wien und **O. K. De Jongh**, Amsterdam, besprochen. **Tuppy** ging von der kürzlich **Du Vigneaud** und seinen Mitarbeitern gelungenen Synthese der Polypeptide Oxytocin und Vasopressin aus und zeigte, daß das reine Produkt nicht nur den Uterus stimuliert, sondern auch bei den Säugetieren eine milch-einschießende Wirkung hat. Das dem Oxytocin strukturell so ähnliche Polypeptid Vasopressin wirkt auf den Uterus 20mal schwächer als Oxytocin, ist aber dennoch ein starkes Oxytocikum.

Bei ihm steht die blutdrucksteigernde und antidiuretische Wirkung im Vordergrund, die das Oxytocin zwar auch, aber doch wesentlich schwächer besitzt. Durch die synthetische Herstellung von Oxytocin-ähnlichen Polypeptiden hat man Zwitter-substanzen erhalten, die pharmakologisch zwischen den beiden Hormonen stehen. Natürliche Varianten lassen sich vielleicht erhalten durch die Isolierung von Oxytocin aus Tierarten, die dem Menschen, bzw. Schwein und Rind nicht zu nahe verwandt sind. Aber auch aus Serum lassen sich durch Einwirkung von Pepsin Polypeptide erhalten, die oxytocische, vasopressorische und antidiuretische Wirkung besitzen. Auch andere proteolytische Fermente, z. B. Trypsin und Schlangengift, Kallikrein, ein Enzym aus Hunde-Urin, Renin, setzen Stoffe mit oxytocischer, allerdings recht schwacher Wirkung frei, das Bradykinin, Kallidin, Substanz K und Hypertensin. Sie entstehen aus der „Hyperten-sinogen“-Fraktion des Blutes. Vielleicht stellen sie Abschnitte einer Polypeptidkette dar. **De Jongh** unterscheidet zwischen zwei Typen von Oxytocika, dem, der die rhythmische Aktivität des Uterus erhöht (typischer Vertreter: Oxytocin) und dem, der den Uterus zur Dauerkontraktion bringt (typischer Vertreter: Secale-Alkaloide). Synthetische Produkte haben — wie die Secale-Alkaloide oft Berührung mit den Sympathicolytica. Derartige Stoffe sind: Phenoläther wie Graviton, Tastronin, einige Benzodioxane sowie das dem Tastronin nahestehende Thym-oxyäthyl-diäthyl-diamin, von dem die Antihistaminikörper ihren Ausgang nahmen. So wurden auch unter diesen, z. B. den Substanzen vom Äthylendiamin-Typ uterusaktive Stoffe gefunden. Einige Autoren sehen in der Piperidino-methyl-Konfiguration einiger Verbindungen ein wesentliches Kennzeichen oxytocischer Wirksamkeit, z. B. im (2-[Piperidino-methyl]-5,6,7,8-tetrahydronaphthalin), aber auch unter Benzylpiperidinen, unter Verbindungen, die dem Ergobasin nachgebildet sind, wurden aktive Stoffe gefunden.

Da der β -Tetrahydronaphthylamin-Kern als wirkungsbestimmender Teil der Ergobasin-Molekel erkannt wurde, wurden β -Tetrahydronaphthylamin-Verbindungen ausgedehnt bearbeitet. (Besonders wirksam das 2-Amino-6-methoxy-1,2,3,4-tetrahydronaphthalin). Die Auffassung der Ergobasin-Molekel als geschlos-