© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Katalog Oberösterr. Landesmuseums 105, zugleich Linzer Biol. Beiträge **12/1**, 177 — 180, 9. 5. 1980

Alkaloide

von H. HELTMANN, Bonn

Alkaloide sind stickstoffhaltige Pflanzenbasen, die schon in der Heilkunde des Altertums eine wichtige Rolle gespielt haben. Bekannte Vertreter dieser therapeutisch bedeutenden Wirkstoffgruppe sind beispielsweise das *Morphin* des Schlafmohns (*Papaver somniferum L.*), das **Nicotin** der Tabakpflanze *(Nicotiana tabacum L.)* oder das **Atropin** der Tollkirsche *(Atropa bella-donna L.)*. Die meisten Alkaloide üben schon in sehr geringen Mengen eine charakteristische Wirkung auf das zentrale und vegetative Nervensystem der Warmblütler aus. Beim **Chinin** aus der Rinde des Chinabaums *(Cinchona succirubra* Pavon*)* sind für die gewünschte Wirkung größere Mengen erforderlich.

Die Anzahl der stickstoffhaltigen organischen Verbindungen ist beträchtlich. Von diesen sollen in unsere weiteren Betrachtungen nur die komplizierter gebauten eigentlichen Alkaloide einbezogen werden, deren Vertreter den Stickstoff immer cyklisch gebunden enthalten.

Die Alkaloide kommen im gesamten Pflanzenreich vor. Während bei den niederen Pflanzen (z. B. Pilzen — Mutterkorn), den Farnpflanzen (z. B. Bärlappgewächse) und den Nacktsamern (z. B. Eiben — und Meerträubchengewächsen) Alkaloide nur vereinzelt vorkommen, können eine Reihe von Familien der zweikeimblättrigen Pflanzen (z. B. Mohn-, Nachtschatten- und Hundsgiftgewächse) als typische Alkaloidfamilien bezeichnet werden.

Die Grundbausteine für die Synthese der meisten Alkaloide sind Aminosäuren. Bemerkenswert ist, daß von den bekannten Aminosäuren nur einige in der Alkaloidbiosynthese eine Rolle spielen. Ausgangssubstrat für die Morphinbiosynthese beispielsweise ist die in jeder Zelle vorhandene Aminosäure Tyrosin.

Zur Alkaloidbiosytnhese sind oft nur bestimmte Organe einer Pflanze befähigt. Voraussetzung für den normalen Verlauf dieser Biosynthese ist das Vorhandensein bestimmter Enzyme, die diesen Vorgang katalysieren. Bei den Lupinen erfolgt die Biosynthese im Sproß, bei den alkaloidführenden Nachtschattengewächsen in der Wurzel und bei der Jungfer im Grünen *(Nigella damascena L.)* in den äußeren Schichten des Samens, wo das Alkaloid Damascenin gebildet und auch gespeichert wird. Beim Schlafmohn findet die Alkaloidsynthese und -lagerung in den Milchröhren statt. Sehr oft entsprechen aber Bildungs- und Speicherort nicht einander.

Die Alkaloide liegen in den Zellen der Pflanzen als Salze organischer Säuren vor, die im Zellsaft der Vakuolen gelöst sind. Durch entsprechende Anfärbung kann man das Vorhandensein von Alkaloiden in Vakuolen nachweisen. Da die Alkaloidkonzentration mitunter erheblich sein kann (z. B. im Milchsaft des Schlafmohns) ist eine räumliche Trennung vom Cytoplasma unbedingt notwendig, weil die Alkaloide schon wegen ihres basischen Charakters bei einer fehlenden Abgrenzung die Funktionsabläufe im Zellplasma beträchtlich stören würden. Diese Abgrenzung erfolgt durch eine spezifische Bio-

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

membran der Zelle, den Tonoplasten, die die Zellsafträume (Vakuolen) gegen das umgebende Cytoplasma abgrenzt. Bei Alkaloidpflanzen ist somit paralell zur Fähigkeit der Alkaloidbiosynthese notwendigerweise die Voraussetzung zur Speicherung dieser Alkaloide geschaffen worden. Nur solche Pflanzen konnten überleben, die über einen notwendigen Speicherraum verfügten.

Gewöhnlich werden Alkaloide, wie das auch bei anderen Naturstoffen der Fall ist, als Stoffwechselendprodukte angesehen. Dieses entspricht aber bei einer näheren Betrachtung der Gegebenheiten nicht unbedingt der Tatsache. Wenn man nämlich den Morphingehalt im Milchsaft einer grünen Mohnkapsel im Verlauf von 24 Stunden prüft, wird man feststellen, daß der Morphingehalt großen Schwankungen unterworfen ist. In der Früh ist der Morphingehalt am höchsten, sinkt dann tagsüber auf einen Mindestwert, steigt in der Nacht erneut an, um am folgenden Morgen wieder einen Höchstwert zu erreichen. Viele Alkaloide unterliegen in der Pflanze demnach einem erheblichen Umsatz. Schwankungen im Alkaloidgehalt sind aber nicht nur im Tagesrhytmus feststellbar. Auch während der Vegetationsperiode sind deutliche Schwankungen erkennbar. Diese sind für die Festlegung der Erntetermine der jeweiligen Droge von Bedeutung.

Die meisten Alkaloidpflanzen enthalten nicht eines sondern eine größere Anzahl von strukturell nahe verwandten Alkaloiden. Je nach Mengenverhältnissen spricht man von Haupt- und Nebenalkaloiden. Beim Schlafmohn ist beispielsweise Morphin das Hauptalkaloid, Thebain und Codein gehören zu den Nebenalkaloiden. Bei einer anderen Mohnart, *Papaver bracteatum Lindl.* wiederum, ist Thebain das Hauptalkaloid, das etwa 98 % vom Gesamtalkaloidgehalt ausmacht.

Alkaloide, die in einer Pflanze vorkommen, sind zum Teil strukturell einander nahestehend und somit ist eine Umwandlung in der einen oder anderen Richtung möglich. Als Beispiel können hiefür die schon erwähnten Mohnalkaloide angeführt werden, von denen Thebain und Codein als Morphinvorstufen bekannt sind. Ein Abfall des Morphingehaltes bedingt ein Ansteigen des Codein- und Thebaingehaltes in der Tagesrhytmik dieser Mohnalkaloide. Ähnliche Schwankungen des Alkaloidgehalts sowie der einzelnen Alkaloide sind auch bei der Tollkirsche bekannt. Alkaloide müssen somit keineswegs Stoffwechselendprodukte sein sondern können als Zwischenprodukte in den Stoffwechselvorgängen dieser Pflanzen angesehen werden, nachdem ein Abbau bereits gespeicherter Alkaloide bekannt ist.

Der Alkaloidgehalt der Pflanzen ist erblich festgelegt. Um diesen genetisch bedingten Wert schwankt der Alkaloidgehalt bei allen Pflanzen von einem Jahr zum anderen, bedingt durch äußere Faktoren wie Klima, Bodenbeschaffenheit, Höhenlage, Temperatur, Belichtung, Jahres- und Tageszeit u. s. w.. Auch das Alter der Pflanzen und der verschiedenen Organe spielt dabei eine Rolle. Bei der Tollkirsche besitzen junge Blätter einen deutlich höheren Alkaloidgehalt als alte Blätter, die nur noch etwa 10 % von ihrem einstigen Alkaloidgehalt besitzen. Wie bei allen Alkaloidpflanzen ist auch bei der Tollkirsche der Alkaloidgehalt der einzelnen Pflanzenorgane verschieden. Den höchsten Alkaloidgehalt besitzen Wurzeln und Samen. — Beim Anbau von Alkaloidpflanzen kann der Wirkstoffgehalt durch eine entsprechende Düngung erhöht werden.

Der individuell verschieden hohe Alkaloidgehalt der Pflanzen innerhalb einer Population bietet Möglichkeiten für die Züchtung von wirkstoffreichen Zuchtstämmen und -sorten. Solche Zuchtstämme erhält man, indem durch Auslese die wertvoll-

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

sten Pflanzen ermittelt, anschließend vermehrt und ihre Nachkommenschaften in ihrer Leistung vereinheitlicht werden. Durch den Anbau solcher Sorten erhält man nicht nur eine wirkstoffreiche sondern auch einheitliche Droge, was bei Drogen aus Wildbeständen gewöhnlich nicht der Fall ist.

Die Frage, warum Alkaloidpflanzen diese Stoffe synthetisieren und welche Bedeutung den Alkaloiden im Leben dieser Pflanzen zukommt, wird unterschiedlich beantwortet. Nachdem Alkaloide starke Gifte für viele Pflanzenfresser darstellen, läßt sich eine Schutzfunktion für diese Pflanzen nicht verkennen.

Gerade der hohe Gehalt an Wirkstoffen in den therapeutisch wichtigen Alkaloidpflanzen macht diese für die verarbeitende Industrie interessant. Denn Alkaloidpflanzen eignen sich im allgemeinen nicht für die Teetherapie, wie andere Arzneipflanzen, sondern werden als Alkaloiddrogen von der pharmazeutischen Industrie zu verschiedenen Medikamenten verarbeitet. Sie gehören zu unseren wertvollsten Arzneien. Diese sollten jedoch nur nach Verordnung und unter Aufsicht des Arztes verwendet werden.

Im menschlichen und tierischen Organismus zeigen Alkaloide die verschiedensten Wirkungen. Die meisten aber wirken wie bereits erwähnt auf das zentrale Nervensystem und rufen dadurch eine Beschleunigung oder Hemmung bestimmter Vorgänge hervor.

Viele Alkaloide sind durch asymetrische C-Atome in ihrem Molekül optisch aktiv. Die in den Pflanzen vorherrschende Form ist fast immer die l-Form, die meist erheblich wirksamer ist als die d-Form. In der Atropaflanze kommt beispielsweise vor allem l-Hyoscyamin vor, das viel wirksamer ist als das Atropin (= d/l-Hyoscyamin), das bei der Aufbereitung der Droge entsteht. Reife Atropafrüchte enthalten fast nur Atropin.

Die pharmakologische Wirkung der Alkaloide ist in den meisten Fällen verschieden. Beziehungen zwischen ihrem chemischen Aufbau und ihrer Wirkung liegen vor, aber es gibt auch Beispiele, wo chemisch nahe verwandte Alkaloide recht verschiedenartig, ja sogar einander entgegengesetzt wirken können. Dieses ist der Fall bei den schon erwähnten Opiumalkaloiden Morphin und Thebain. Während Morphin eine schmerzstillende — narkotische Wirkung besitzt, fehlt diese dem Thebain vollkommen, ja es wirkt sogar krampferregend.

Da Morphin nicht nur ein Heilmittel sondern auch ein gefährliches Rauschgift ist, ist bei seiner Anwendung Vorsicht geboten. Aus diesem Grund wird Morphin bevorzugt kombiniert mit Scopolamin verabreicht, das seine Wirkung erheblich verstärkt und Morphin somit in geringeren Mengen verwendet werden kann (z. B. als Beruhigungs- und Vorbereitungsmittel vor Narkosen).

Aus diesem kurzen Abriß zum Thema Alkaloide dürfte die Bedeutung dieser Wirkstoffe für die moderne Heilkunde deutlich hervorgehen, einem Gebiet, auf dem die pharmazeutische Forschung zweifellos noch weitere Ergebnisse erzielen wird.

Literatur:

Gessner, O. u. G. Orzechowski: Gift- und Arzneipflanzen von Mitteleuropa, Heidelberg 1974

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Hartmann, Th.: Physiologie und Biochemie stickstoffhaltiger sekundärer Pflanzenstoffe, in Mitt. d. T. U. Braunschweig, H. III/IV, S. 26, 1979

Heltmann, H.: Beiträge zur Biologie der Tollkirsche (Atropa bella-donna L.), Bukarest 1971

Teuscher, E.: Pharmazeutische Biologie, Braunschweig/Wiesbaden 1979

Anschrift des Verfassers:

Dr. Heinz Heltmann
Institut für Pharmazeutische Biologie

Nußallee 6
D-53 Bonn 1
BRD

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Linzer biologische Beiträge

Jahr/Year: 1980

Band/Volume: 0012_1

Autor(en)/Author(s): Heltmann Heinz

Artikel/Article: Alkaloide. 177-180