ist damit jedoch noch nicht ausgeschlossen. Die Resultate der chemischen Analysen müssen uns da weitere Anhaltspunkte geben.

LITERATUR

- BATHELLIER, J. 1927. *Contribution à l'étude systématique et biologique des Termites de l'Indochine*. Faune des Colonies françaises. Paris.
- ESCHERICH, K. 1911. *Termitenleben auf Ceylon*. Fischer, Jena.
- HOLMGREN, N. 1909. *Termitenstudien. 1. Anatomische Untersuchungen*. Kungl. Svend. Vet. Akad. Handl. 44, Nr. 3.
-

N^o 14. **Ilse Faulhaber** und **Pierre Tardent**, Zürich und Neapel. — Das Verhalten der freien Aminosäuren im Verlauf der normalen und gehemmten Regeneration bei *Tubularia*¹. (Mit 3 Textabbildungen.)

Zool. Inst. Univ. Zürich; Stazione Zoologica Napoli.

EINLEITUNG

Der Stielteil (Hydrocaulus) von *Tubularia larynx* regeneriert das Apicalorgan (Hydranth) in der Regel innerhalb von 24—36 Stunden, nachdem dieses entweder spontan abgeworfen oder operativ entfernt wurde (TARDENT und TARDENT 1956). Wie schon in früheren Arbeiten dargestellt (TARDENT 1955, 1956; TARDENT und EYMANN, 1959), enthält der Hydranth einen noch unbekannten Stoff, der den experimentell ausgelösten Neubildungsvorgang total oder partiell hemmt (ROSE und ROSE 1941, STEINBERG 1954, TWEDELL 1958).

¹ Diese Arbeit wurde durch eine grosszügige Unterstützung des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung ermöglicht. Den Herren Prof. F. E. Lehmann und Dr. P. Chen sind wir für die Durchsicht des Manuskripts zu Dank verpflichtet.

Über einige Eigenschaften dieses in Extrakten von Hydranthen nachgewiesenen Stoffes wurde schon an anderer Stelle berichtet (TARDENT 1955, TARDENT und EYMANN 1958, 1959, TWEEDELL 1958). Parallel zu den analytischen Fraktionierungsversuchen, die zur Zeit an den wirksamen Organextrakten durchgeführt werden, haben wir orientierende Untersuchungen über die Wirkungsweise des Hemmstoffes angestellt. Es liegen noch keine zuverlässigen Anhaltspunkte vor, welche bei dieser Arbeit als richtungsweisend verwendet werden könnten. Die wenigen Beobachtungen zu dieser Frage lassen sich wie folgt zusammenfassen: Bei total gehemmten Regeneraten kommt es niemals zur makroskopischen Differenzierung irgendeines Organbezirks, obwohl eine Anhäufung von Zellmaterial im praesumptiven Regeneratsbereich stattfindet. Andererseits gelingt es nur mit extrem hohen Extraktkonzentrationen, den im Regenerat einmal eingeleiteten Differenzierungs- und Organisationsprozess stillzulegen oder gar rückgängig zu machen (TARDENT und EYMANN 1959). Die phasenspezifische Wirkung des Hemmstoffes konzentriert sich also auf die ersten Stadien des Regenerationsgeschehens, in denen sich Wanderungs- und Determinationsvorgänge abspielen. Es konnte noch nicht mit Sicherheit festgestellt werden, welcher dieser Prozesse durch den Hemmstoff direkt betroffen wird. Wir müssen deshalb bei unseren Untersuchungen von verschiedenen Arbeitshypothesen ausgehen, wobei es gilt, stets den Zustand des normalen Regenerats mit demjenigen des experimentell gehemmten zu vergleichen. In der vorliegenden Arbeit ist in einer solchen vergleichenden Gegenüberstellung das Verhalten der freien Aminosäuren in qualitativer und quantitativer Hinsicht geprüft worden.

MATERIAL UND METHODE

a) *Das Untersuchungsmaterial.*

Zwanzig bis dreissig regenerierende, ganze Hydrocauli von *Tubularia larynx* (TARDENT und TARDENT 1956) werden nach Amputation ihres Hydranthen in Petrischalen in filtriertem Meerwasser gehalten. Die an ihrem distalen Ende entstehenden Regenerate werden in verschiedenen Zeitabständen ebenfalls amputiert und auf ihren Gehalt an freien Aminosäuren untersucht (Bezeichnung der Regenerationsstadien siehe TARDENT und EYMANN 1959). Bei der Bereitstellung des Materials für die Gewinnung von gehemmten Regeneraten wird grundsätzlich in

gleicher Weise vorgegangen. Die regenerierenden Hydrocauli sind jedoch einem wässrigen Extrakt von Hydranthen ausgesetzt, dessen Proteinanteil durch kurzes Aufkochen und Abzentrifugieren entfernt worden ist (TARDENT und EYMANN 1959). Die erstrebte totale Hemmung der Regeneration kann bei einer Extraktkonzentration von 2—4, d. h. Extrakt von 2—4 Hydranthen per ml Meerwasser erzielt werden (TARDENT 1955).

b) *Papierchromatographie.*

Da die Grösse der einzelnen Regenerate im allgemeinen variiert, und die Regeneratsgrenzen besonders bei jungen normalen Stadien sowie bei total gehemmten Regeneraten schwer erkennbar sind, isolieren wir ungeachtet der jeweiligen Länge des Regenerats stets die obersten 2—3 mm des regenerierenden Hydrocaulus (Durchmesser 0,3—0,65 mm) und bestimmen das genaue Volumen (mm^3) dieser kleinen Hohlzylinder. 40—60 solcher im gleichen Entwicklungsstadium befindlicher Regenerate (normale und gehemmte) sind zur Herstellung eines zweidimensionalen Chromatogramms notwendig, während im Fall ausgewachsener Hydranthen 2—3 Exemplare genügen. Die isolierten Regenerate oder Hydranthen werden durch kurzes Waschen in dest. Wasser vom anhaftenden Meerwasser befreit. Auf die Homogenisierung in einem Mikrohomogenisator aus Glas folgt eine zweimalige Extraktion mit je 0,1 ccm 80% Methanol (je $\frac{1}{2}$ Stunde bis 1 Stunde bei 2°C). Nach Abzentrifugieren der ausgefällten Eiweisse wird der flüssige Anteil auf Filterpapier Whatman N° 1 (38×46 cm) aufgetragen. Die zweidimensionale Trennung der Ninhydrin-positiven Extrakt-Komponenten erfolgt bei Zimmertemperatur (aufsteigend: Iso-Propanol 70%; absteigend: wassergesättigtes Phenol). Zur Entfernung der Phenolrückstände werden die Chromatogramme $1\frac{1}{2}$ —2 Stunden bei 50°C getrocknet.

Für die quantitative Bestimmung der Aminosäuren und Peptide haben wir die von BENZ (1955, 1957) beschriebene Methode übernommen: Nach zweimaliger beidseitiger Besprühung des Papiers mit Ninhydrin-Lösung (0,5% in abs. Aethanol) und darauffolgender Trocknung (60°C) werden die Flecken ausgeschnitten und einzeln während 2 Stunden in einer methanolischen Kupfernitratlösung eluiert (500 ccm abs. Methanol, 2 ccm wässriges, gesättigtes $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$; 0,2 ccm HNO_3 10%). Die Messung der Farbextinktion erfolgt mit einem Beckmann-Spektrophotometer (Modell DU) bei einer Wellenlänge von 510μ . Bei der quantitativen Auswertung der Messergebnisse zeigte es sich, dass die Extinktionswerte praktisch mit dem gleichen Genauigkeitsgrad sowohl auf die Summe der Volumina der extrahierten Regenerate als auch auf die Stückzahl bezogen werden können. Die statistische Prüfung der Resultate wurde nach der in LINDER (1951) beschriebenen t-Test-Methode durchgeführt.

RESULTATE

Alkoholische Extrakte von *Tubularia* enthalten, wie aus der Analyse der Chromatogramme hervorgeht, insgesamt 16 voneinander trennbare Ninhydrin-positive Substanzen (Tab. 1). Ihre qualitative Bestimmung erfolgte auf Grund eines Vergleichs mit den Wanderungsgeschwindigkeiten reiner Aminosäuren.

TABELLE 1.

Liste der bei Tubularia larynx nachgewiesenen Ninhydrin-positiven Substanzen.

+ vorhanden; (+) in Spuren auftretend; — fehlend. Die angegebenen Aminosäuren beziehen sich auf folgende Material-Mengen: 40—60 Hydrocauli à 2—3 mm Länge und 0,3—0,6 mm Durchmesser; 40—60 frisch regenerierte Hydranthen; 3—4 ausgewachsene Hydranthen.

Ninhydrin-positive Komponenten	Hydrocaulus	Hydranth frisch regeneriert	ausgewach- sener Hydranth
Taurin	+	+	+
Serin	+	+	+
Glutaminsäure	+	+	+
Asparaginsäure	+	+	+
Glycin	+	+	+
Peptid 1,2 (?)	+	+	+
Asparagin, Peptid 3 (?) . .	+	+	+
α -Alanin	(+)	(+)	+
Glutamin	(+)	(+)	+
Leucin	—	—	+
Valin	—	—	+
Tyrosin	—	—	+
Lysin	—	—	(+)
β -Alanin	—	—	(+)
Prolin	—	—	(+)
Threonin	—	—	(+)

Peptide treten in verhältnismässig geringer Menge auf. Ein Fleck, der in beiden Dimensionen langsamer läuft als die Asparaginsäure, könnte mit den Peptiden 1 und 2 von *Drosophila*-Larven (STUMM-ZOLLINGER, 1954) identisch sein. Eine andere Komponente,

die in Iso-Propanol etwa den gleichen Rf-Wert liefert wie die Asparaginsäure, und deren Wanderungsgeschwindigkeit im Phenol ungefähr derjenigen von Glycin entspricht, färbt sich mit Ninhydrin gelb-braun. Sie scheint dem Peptid 3 von *Drosophila*-Larven (BENZ 1955) zu entsprechen. Der Fleck verschwindet nach Hydrolyse des Extrakts mit 60% HCl O₄. Reines Asparagin hat allerdings den gleichen Rf-Wert und färbt sich mit Ninhydrin ebenfalls gelb-braun (STUMM-ZOLLINGER, 1954), sodass wir nicht mit Sicherheit entscheiden konnten, ob es sich wirklich um das Peptid 3 handelt.

Hydranth und Hydrocaulus (Tab. 1).

Ausgewachsene, von frisch gesammelten Kolonien isolierte Hydranthen unterscheiden sich hinsichtlich des Gehaltes an freien Aminosäuren vom Stielteil (Hydrocaulus) und den Regeneraten sowohl quantitativ als auch qualitativ ¹. 3—4 mittelgrosse Hydranthen liefern ungefähr gleich viel Ninhydrin-positive Substanzen wie 40—60 Hydrocaulusstücke, Regenerate (2—3 mm Länge, Durchmesser 0,3—0,6 mm) oder frisch regenerierte Hydranthen. Im einzelnen sind Threonin, Prolin, Valin, Leucin, Lysin und β -Alanin im Hydrocaulus sowie in den Regeneraten — wenn überhaupt vorhanden — nur in Spuren anwesend; während Valin, Leucin und Tyrosin bei ausgewachsenen Hydranthen regelmässig in messbaren Mengen auftreten und β -Alanin, Prolin, Lysin und Threonin wenigstens stets in Spuren nachweisbar sind.

Normale Regenerate (Abb. 1).

Folgende Regenerationsstadien wurden auf ihren Gehalt an freien Aminosäuren geprüft (vergl. Stadieneinteilung in TARDENT und EYMANN, 1959):

Stadium A: Distales Ende des Hydrocaulus unmittelbar nach Amputation des Hydranthen (Regenerationsdauer 0 h).

Stadium D: Erscheinen der pigmentierten Zone (Regenerationsdauer 12—15 h).

Stadium F: Die Anlagen beider Tentakelkränze sind makroskopisch differenziert (Regenerationsdauer 18—24 h).

¹ Der Ausdruck „qualitativ“ sowie die sich daraus ergebenden Schlussfolgerungen sind mit Vorbehalt aufzufassen, weil bei den verwendeten Materialmengen (Tab. 1) mit unserer Methode unter Umständen Substanzen, die in sehr geringer Konzentration vorliegen, nicht mehr nachweisbar sind.

Stadium G: Auftreten einer Einschnürung unterhalb des proximalen Tentakelrings (Regenerationsdauer 20–26 h).

Stadium J: Der regenerierte Hydranth ist aus dem Perisarcrohr herausgestossen (Regenerationsdauer 24–30 h).

ABB. 1.

Quantitatives Verhalten des totalen Ninhydrin-positiven Materials und einzelner Aminosäuren im Laufe des normalen Regenerationsprozesses von *Tubularia* (jeder Wert entspricht 3–6 Einzelmessungen).

In qualitativer Hinsicht konnten während des normalen Regenerationsverlaufs keine Veränderungen beobachtet werden. Wie Abb. 1 zeigt, treten jedoch vorübergehend quantitative Verschiebungen auf. Der Totalgehalt an Ninhydrin-positiven Substanzen steigt bis zur Vollendung des Stadiums F leicht an und fällt dann wieder auf den Ausgangswert zurück. Der Unterschied zwischen Stadium A und F ist statistisch gut gesichert ($p > 10/100$), während der entsprechende Vergleich zwischen dem Anfangsstadium A und dem Endstadium J der Regeneration keinen signifikanten Unterschied ergibt.

ABB. 2.

Zweidimensionale Papierchromatogramme der freien Aminosäuren und Peptide von

- a. 60 normalen 24 h alten Normal-Regeneraten (Stad. E-G)
- b. 60 total gehemmten 24 h alten Regeneraten.

Das Verhalten der einzelnen Aminosäuren während der Regenerationsprozesse zeigt ebenfalls keine sehr starken Veränderungen. Die von Taurin, Serin und Glycin gebildete, schwer trennbare Gruppe, liefert eine Kurve (Abb. 1), die ebenfalls im Stadium F ihren höchsten Wert erreicht. Die Extinktionskurve der Asparaginsäure nimmt einen entgegengesetzten Verlauf, indem sie besonders stark zu Beginn der Regeneration (Stadien A—E) abfällt und auf dem niederen Niveau bis zur Vollendung des Neubildungsprozesses verharrt (Abb. 1).

Das individuelle Verhalten der übrigen frei vorkommenden Aminosäuren (z. B. Glutaminsäure, Glutamin, α -Alanin) sowie dasjenige der als Peptide bezeichneten Flecken zeigt während des ganzen Regenerationsverlaufs keine signifikanten Veränderungen.

Total gehemmte Regenerate Abb. 2, 3).

Parallel zu den oben beschriebenen Untersuchungen haben wir das Verhalten der Ninhydrin-positiven Substanzen von gehemmten Regeneraten vergleichend geprüft. Jede einzelne Versuchsgruppe setzt sich aus den folgenden 3 zweidimensionalen Chromatogrammen zusammen:

- a) Extrakt von 60 Regeneraten des Stadiums A, d. h. der distalen Spitze des Hydrocaulus unmittelbar nach Amputation des Hydranthen (Regenerationsdauer 0 h).
- b) Extrakt von 60 normalen 24 Stunden alten Regeneraten. Die meisten Regenerate hatten in dieser Zeit das Stadium E erreicht.
- c) Extrakt von 60 total gehemmten Regeneraten ebenfalls 24 Stunden nach erfolgter Amputation des Hydranthen.

Bei der quantitativen Auswertung der Chromatogramme wurden die Extinktionswerte auf das Volumen der extrahierten Regenerate bezogen (Extinktionswert/1 mm³ Regenerats-Volumen).

Die Ninhydrin-positiven Substanzen der beiden normalen Vergleichs-Stadien (A und E) verhalten sich so wie schon im vorhergehenden Abschnitt dargestellt. Die mit Hydranthen-Extrakt gehemmten Regenerate enthalten dagegen wesentlich mehr freie Aminosäuren und Peptide als gleichalte Normalregenerate. α -Alanin, Glutamin, Tyrosin, Valin und Leucin erscheinen bei Normalregeneraten nur spurenweise, während die gleichen Eiweißbausteine in gehemmten Regeneraten in gut messbaren Mengen

auftreten (Abb. 2, 3). Alle anderen Aminosäuren liefern mit Ausnahme der Asparaginsäure ebenfalls signifikant höhere Extinktionswerte als im Normalfall.

ABB. 3.

Extinktionswerte des Totalgehaltes an Ninhydrin-positiven Substanzen und der einzelnen am häufigsten vorkommenden Aminosäuren.

Punktierte Säulen = distale Hydrocaulusstücke unmittelbar nach Amputation des Hydranthen (Stad. A).

schraffierte Säulen = 24 h alte Normalregenerate (Stad. F-G).

schwarze Säulen = 24 h alte total gehemmte Regenerate.

Die Extinktionswerte sind auf die Volumeneinheit (1 mm³) der untersuchten Regenerate bezogen (S. 302).

Die Asparaginsäure zeigt keine entsprechende Zunahme, wenn wir 24 h alte gehemmte Regenerate mit dem Ausgangsstadium A vergleichen. Ein wesentlicher Unterschied besteht jedoch zwischen den Asparaginsäure-Mengen von 24 Stunden alten gehemmten und normalen Regeneraten. Wie im vorausgehenden Abschnitt beschrieben wurde, fällt die Absorptionskurve der Asparaginsäure

nach Beginn des normalen Regenerationsprozesses ab (Abb. 1). Diese Verringerung des Asparaginsäure-Gehaltes konnte bei gehemmten Regeneraten nicht beobachtet werden.

DISKUSSION

Seit HAMMETT und CHAPMAN (1938) versucht hatten, die freien Aminosäuren bei *Obelia* zu lokalisieren, sind — soweit uns bekannt — die freien Eiweissbausteine bei Hydroiden nicht weiter bearbeitet worden. Es war nicht unsere Absicht, die Lokalisation der freien Aminosäuren im Polypen zu untersuchen, sondern wir wollten feststellen, welche freien Aminosäuren vorkommen und wie sie sich während des normalen und blockierten Regenerationsprozesses bei *Tubularia* verhalten. Die Tabelle 1, die einen Beitrag zur ersten Frage darstellt, erhebt keinen Anspruch auf absolute Vollständigkeit. Wir haben diejenigen freien Aminosäuren und Peptide aufgeführt, die mit der papierchromatischen Methode bei Verwendung der auf S. 297 angegebenen Materialmenge mit Sicherheit regelmässig nachzuweisen sind. Es ist nicht ausgeschlossen, dass im *Tubularia*-Polypen noch andere Eiweissbausteine vorkommen, die jedoch in so geringen Mengen auftreten, dass sie nicht mit Sicherheit erkannt und bestimmt werden können. Wie Tab. 1 zeigt, treten bezüglich des Gehaltes an freien Aminosäuren zwischen dem Hydrocaulus und dem Hydranthen einige qualitative ¹ Unterschiede auf. Der Hydranth von frisch gefangenen *Tubularia*-Kolonien enthält Leucin, Valin und Tyrosin in gut messbaren Mengen, während diese 3 Aminosäuren im Hydrocaulus nicht nachgewiesen werden konnten. Lysin, β -Alanin, Prolin und Threonin kommen im Hydranthen spurenweise vor und fehlen im Hydrocaulus ganz. Diese Unterschiede gelten allerdings nur, wenn als Vergleichspartner alte, ausgewachsene Hydranthen herbeigezogen werden, da in frisch regenerierten, voll funktionsfähigen Hydranthen die erwähnten 6 zusätzlichen Aminosäuren wie im Hydrocaulus fehlen. Wir vermuten, dass diese im ausgewachsenen Hydranthen zusätzlich auftretenden Aminosäuren nicht körpereigene sondern Abbauprodukte der Verdauungstätigkeit sind, oder dass sie von noch nicht verdauten Futtertieren (Crustaceen) herrühren. Ent-

¹ Vergl. Fussnote S. 299.

sprechende Versuche an Hungertieren könnten diese Frage entscheiden. Taurin, Serin und Glutaminsäure sind die freien Eiweissbausteine, die sowohl im Stielteil als auch im Hydranth von *Tubularia* quantitativ dominieren. Über ihre Funktionen können vorläufig nur Vermutungen angestellt werden.

Im Verlauf der normalen Regeneration erfährt das qualitative und quantitative Bild der Aminosäuren im Regeneratsbereich nur unwesentliche Veränderungen. Neben einer signifikanten, aber schwachen Zunahme des Totalgehaltes bis zum Stadium F, an der sich vor allem die Taurin-Serin-Glycin-Gruppe beteiligt, konnte im Einzelnen eine sehr deutliche Abnahme der Asparaginsäure festgestellt werden. Diese verhält sich hier sehr ähnlich wie in der Frühentwicklung von Urodelen (CHEN 1956). Der Asparagin- und auch Glutaminsäuregehalt des Tritonkeimes z. B. erreicht sein Minimum am Ende des Blastulastadiums und ist korreliert mit einem gleichzeitigen, fast spiegelbildlichen Anstieg der Glutamin-kurve. CHEN (1956) führt dieses korrelative Verhalten der drei Eiweissbausteine auf Transaminierungs- und Desaminierungsvorgänge zwischen Asparaginsäure und Glutaminsäure einerseits und Glutamin andererseits zurück. Im vorliegenden Fall ist diese Wechselbeziehung unwahrscheinlich, da die Abnahme der Asparaginsäuremenge sich nicht in entsprechender Weise auf das Glutamin auswirkt und der Glutaminsäuregehalt während des ganzen Vorgangs konstant bleibt. Wir müssen trotzdem annehmen, dass sich während der regenerativen Neubildung des Hydranthen proteosynthetische Vorgänge abspielen, von denen man erwarten könnte, dass sie sich wenigstens in der quantitativen Zusammensetzung der freien Eiweissbausteine widerspiegeln. Für die geringe Intensität solcher Schwankungen gibt es, wie uns scheint, zwei Erklärungsmöglichkeiten:

a) Die Synthese von Aminosäuren im Regeneratsbereich oder die Zufuhr von Aminosäuren aus dem regenerierenden Hydrocaulus können auf die Intensität der Proteosynthese so gut abgestimmt sein, dass Angebot und Nachfrage quantitativ im Gleichgewicht stehen. Die Asparaginsäure bildet die schon genannte Ausnahme.

b) In einer früheren Arbeit (TARDENT 1954) haben wir festgestellt, dass sich der Regenerationsprozess bei *Tubularia* — histodynamisch betrachtet — nicht in klar voneinander abgegrenzte

Phasen unterteilen lässt. Die Hauptprozesse wie Zellverschiebungen, Zellvermehrung, Determination und Differenzierung laufen z. T. an verschiedenen Stellen des Regenerats gleichzeitig ab (ROSE 1955, 1957). Erwartungsgemäss lassen sich auch die den einzelnen Phasen zugrunde liegenden physiologisch-chemischen Aeusserungen nicht klar phasenspezifisch erfassen, sodass es praktisch unmöglich wird, wie hier im Fall des Proteinstoffwechsels, die einzelnen Schritte analytisch voneinander zu trennen.

Wie gezeigt, enthalten die mit Hydranthen-Extrakt total gehemmten Primordien wesentlich mehr freie Aminosäuren als gleich alte Normalregenerate (Abb. 2, 3). Diese Beobachtung betrifft nicht nur die totale Aminosäure-Menge, sondern bestätigt sich im Fall jeder einzelnen Aminosäure (α -Alanin, Glutamin, Tyrosin, Valin und Leucin; Ausnahme: Asparaginsäure). Es ist deshalb nicht ausgeschlossen, dass die aktive Komponente der Hydranthen-Extrakte (TARDENT 1955, 1956; TARDENT und EYMANN 1958, 1959; TWEDELL 1958) den Eiweisstoffwechsel auf irgendeiner Stufe blockiert. Ausser diesem Einzelbefund besitzen wir leider noch keine weiteren Anhaltspunkte, welche unsere Hypothese stützen könnten.

Die durch Extraktwirkung erzielte Hemmung ist mehr oder weniger phasenspezifisch (TARDENT und EYMANN 1959) und betrifft nur die jüngsten Regenerationsstadien, während ältere Regenerate, deren Organisation und Differenzierung schon eingeleitet ist, sich dem Hemmstoff gegenüber refraktär verhalten. Es gilt deshalb auf anderem Wege festzustellen, in welcher Phase der Normalregeneration sich die proteosynthetischen Vorgänge abspielen und wie weit solche im Falle der gehemmten Regenerate überhaupt stattfinden. Wir planen deshalb, auch die proteisch gebundenen Aminosäuren qualitativ und quantitativ sowohl bei normalen als auch bei gehemmten Regeneraten zu untersuchen. Gleichzeitig sollte auch geklärt werden können, ob die erwähnte Anhäufung freier Aminosäuren in gehemmten Regeneraten nicht die Folge eventueller proteolytischer Eigenschaften des Hemmstoffes ist.

ZUSAMMENFASSUNG

1. Die totale Menge der freien Aminosäuren und Peptide im Regenerat von *Tubularia larynx* verändert sich im Laufe des Neu-

bildungsprozesses nur unwesentlich. Eine schwache, aber signifikante Zunahme konnte bis und mit Stadium F beobachtet werden. Eine starke Reduktion erfährt die Asparaginsäure.

2. 24 h alte mit Extrakt von Hydranthen gehemmte Regenerate enthalten wesentlich mehr freie Aminosäuren als gleichalte Normalregenerate.

Die Hemmung hat besonders eine Anhäufung von α -Alanin, Glutamin, Tyrosin, Valin und Leucin zur Folge.

Die Bedeutung dieser Ergebnisse für die Untersuchungen zur Frage des Wirkungsmechanismus des Hemmstoffes werden diskutiert.

SUMMARY

1. The total amount of free amino acids in regenerates of *Tubularia larynx* undergoes no drastic changes during the normal process of regeneration. There is a slight increase up to stage F. The content of aspartic acid decreases strongly during the first stages.

2. 24 h old regenerates which had been inhibited by hydranth-extract contain significantly more free amino acids than normal regenerates of the same age. Inhibition causes a strong increase of α -alanin, glutamine, tyrosine, valine and leucine.

The meaning of these findings for the understanding of the inhibitor mechanism is discussed.

LITERATURVERZEICHNIS

- BENZ, G. 1955. *Quantitative Veränderungen der Aminosäuren und Polypeptide während der Entwicklung von Drosophila melanogaster*. Arch. Klaus-Stiftung, Vol. 30, p. 498.
- 1957. *Untersuchungen über die Wirkung der Letalfaktoren letal-bluter (lbl) und letal-polymorph (lpm) von Drosophila melanogaster*. Z. Vererbungslehre, Vol. 88, p. 78.
- CHEN, P. S. 1956. *Metabolic changes in free amino acids and peptides during Urodele development*. Exp. Cell. Res., Vol. 10, p. 675.
- HAMMETT, F. S. und S. CHAPMAN. 1938. *Free Amino acid localization in Obelia geniculata*. Growth, Vol. 2, p. 223.
- KAVANAU, J. L. 1954. *Amino acid metabolism in the early development of the sea urchin Paracentrotus lividus*. Exp. Cell Res., Vol. 7, p. 530.

- LINDER, A. 1951. *Statistische Methoden für Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure*. 2. Aufl. Basel.
- ROSE, S. M. 1955. *Specific inhibition during differentiation*. Ann. N. Y. Acad. Sci., Vol. 60, p. 1136.
- 1957. *Polarized inhibitory effects during regeneration in Tubularia*. J. Morph., Vol. 100 (?), p. 187.
- ROSE, S. M. and F. G. ROSE. 1941. *The Role of a Cut Surface in Tubularia Regeneration*. Physiol. Zool., Vol. 14, p. 328.
- STEINBERG, M. S. 1954. *Studies on the mechanism of physiological dominance in Tubularia*. Biol. Bull., Vol. 87, p. 227.
- STUMM-ZOLLINGER, E. 1954. *Vergleichende Analyse der Aminosäuren und Peptide in der Haemolymphe des Wildtyps und der Mutante letal-translucida (ltr) von Drosophila melanogaster*. Z. Vererbungslehre, Vol. 86, p. 126.
- TARDENT, P. 1954. *Axiale Verteilungsgradienten der interstitiellen Zellen bei Hydra und Tubularia und ihre Bedeutung für die Regeneration*. Roux'Archiv, Vol. 146, p. 593.
- 1955. *Zum Nachweis eines regenerationshemmenden Stoffes im Hydranth von Tubularia*. Rev. suisse Zool., Vol. 62, p. 289.
- 1956. *Propf-Experimente zur Untersuchung des regenerationshemmenden Stoffes im Hydranth von Tubularia*. Rev. suisse Zool., Vol. 63, p. 229.
- TARDENT, P. und R. TARDENT. 1956. *Wiederholte Regeneration bei Tubularia*. Pubbl. Staz. Zool. Napoli, Vol. 28, p. 367.
- TARDENT, P. and H. EYMANN. 1958. *About some chemical and physical properties of the regeneration-inhibitor of Tubularia*. Acta Embryol. et Morph. Exp., Vol. 1, p. 280.
- — 1959. *Experimentelle Untersuchungen über den regenerationshemmenden Faktor von Tubularia*. Roux'Archiv (im Druck).
- TWEEDDELL, K. S. 1958. *Inhibitors of regeneration in Tubularia*. Biol. Bull., Vol. 114, p. 255.
-

Faulhaber, Ilse and Tardent, P. 1959. "Das Verhalten der freien Aminosäuren im Verlauf der normalen und gehemmten Regeneration bei Tubularia." *Revue suisse de zoologie* 66, 295–308. <https://doi.org/10.5962/bhl.part.75219>.

View This Item Online: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/126491>

DOI: <https://doi.org/10.5962/bhl.part.75219>

Permalink: <https://www.biodiversitylibrary.org/partpdf/75219>

Holding Institution

Smithsonian Libraries

Sponsored by

Biodiversity Heritage Library

Copyright & Reuse

Copyright Status: In Copyright. Digitized with the permission of the rights holder

Rights Holder: Muséum d'histoire naturelle - Ville de Genève

License: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

Rights: <https://www.biodiversitylibrary.org/permissions/>

This document was created from content at the **Biodiversity Heritage Library**, the world's largest open access digital library for biodiversity literature and archives. Visit BHL at <https://www.biodiversitylibrary.org>.