

die unterschiedliche Größe des Fragmentes in verschiedenen Pflanzen u. ä.) möglichst weitgehend zu klären und zu den entsprechenden genetischen Resultaten in Beziehung zu setzen.

Literatur

1. CLAUSEN, R. E.: Inheritance in *Nicotiana tabacum*. X. Carmine-coral variegation. *Cytologia* 1, 358-368 (1930). — 2. GILBERT, J. C.: Some linkage studies with the *Mi* gene for resistance to root knot. Report of the Tomato Genetics Cooperative 8, 15-17 (1958). —

3. LESLEY, J. W., and M. M. LESLEY: The cytogenetics of "flaked", a variegation in tomato affecting two cell layers. *Genetics* 46, 831-844 (1961). — 4. RHOADES, M. M.: Studies of a telocentric chromosome in maize with reference to the stability of its centromere. *Genetics* 25, 483-520 (1940). — 5. RICK, C. M., and L. BUTLER: Cytogenetics of the tomato. *Advances in Genetics* 8, 267-382 (1956). — 6. ROBINSON, R. W., and C. M. RICK: New tomato seedling characters and their linkage relationships. *Journ. Hered.* 45, 241-247 (1954). — 7. SEARS, E. R.: The behavior of isochromosomes and telocentrics in wheat. *Chromosoma* 4, 551-562 (1952).

Fische „ohne Gräten“

Von REINHOLD V. SENGBUSCH

Mit 6 Abbildungen

Es werden in der Bundesrepublik etwa 15 Millionen kg Kulturfische pro Jahr erzeugt und gegessen. Insgesamt stellen sie einen Erzeugerwert von rund 50 Millionen DM dar.

Von den Fischen, die wir als Nahrungsmittel nutzen, werden Karpfen, Schleie und Forellen von uns

der Parallelvariation bzw. Mutation geschlossen werden, daß bei Karpfen, Schleien und Forellen solche Mutanten auftreten und auch lebensfähig sein könnten.

Wir haben im Rahmen der Züchtungsforschung bei Pflanzen ein Modell für die Realisierung solch einer Arbeit geschaffen. Es wurde auf Grund der Ergebnisse der Mutationsforschung vorausgesagt, daß es alkaloidfreie Mutanten bei den verschiedenen Lupinenarten geben müsse. Es wurde zunächst eine chemische Schnellbestimmungsmethode zum Erkennen der Eigenschaft Alkaloidfreiheit geschaffen und diese dann an hunderttausenden, im Laufe der Zeit an vielen Millionen Einzelpflanzen angewendet. Es wurden bei allen geprüften Lupinenarten alkaloidfreie Mutanten gefunden (Abb. 3). Diese wurden vermehrt. Die aus ihnen entstandenen Sorten befinden sich heute im Anbau. Die alkaloidfreien Lupinen lassen sich im Gegensatz zu den Bitterlupinen als Futter und Nahrungsmittel nutzen.

Bei den Lupinen liegen besonders günstige Voraussetzungen vor. Die Lupinen sind Selbstbefruchteter und infolgedessen können sich rezessive Mutanten leicht manifestieren und in den Landsorten erhalten.

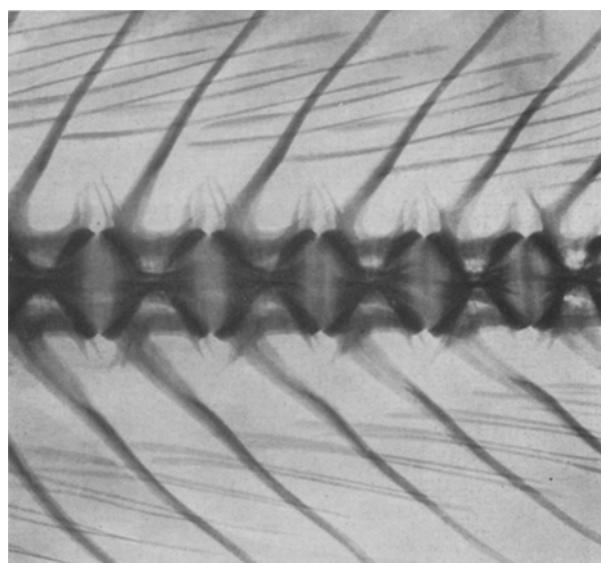


Abb. 1. Karpfen, 30 cm Länge, 600 g. Oberhalb und unterhalb der Wirbelsäule kreuzen die Gräten die Dornfortsätze im Winkel von 45°.

kultiviert, d. h. in künstlichen Teichen „wie Nutztiere“ gehalten (inkl. der Erzeugung von Jungtieren, der Fütterung, der Pflege und des regelmäßigen Umtreibs).

Diese Fischarten haben den Nachteil, daß sie außer dem eigentlichen Skelett Gräten besitzen. Das sind selbständige Skelettstücke, die in den Bindegewebszügen zwischen der Muskulatur entstehen und Bindegewebsverknöcherungen darstellen (Abb. 1). Diese Gräten beeinträchtigen den Genuss einer Fischmahlzeit. Das Fischessen ist charakterisiert durch Schweißen. Die Gräten müssen gesucht und gefunden werden, und es passiert nicht selten, daß übersehene Gräten sich im Rachen festsetzen und dort erhebliche Schmerzen verursachen.

Aus der Tatsache, daß es Fischarten gibt, z. B. Kabeljau (Abb. 2) und Rotbarsch, die diese Gräten nicht oder kaum haben, kann auf Grund der Regel

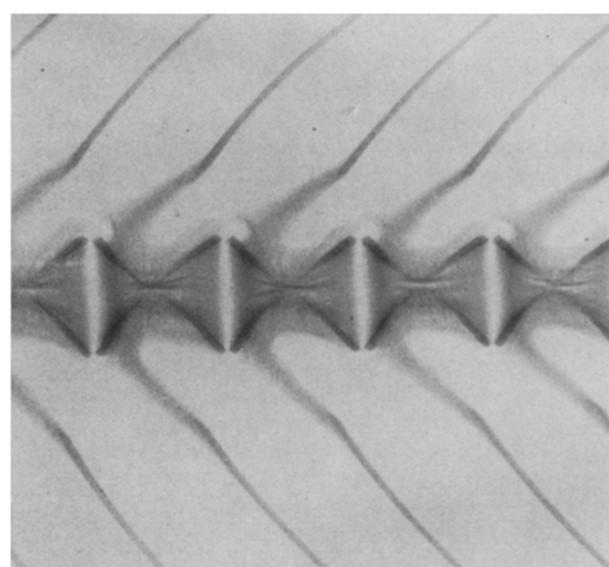


Abb. 2. Kabeljau, 40 cm Länge, 850 g. Der Kabeljau hat keine Gräten außer dem eigentlichen Skelett (Wirbelsäule + Dornfortsätze und den Radien, den Stützelementen der Flossen).
3fache Vergrößerung

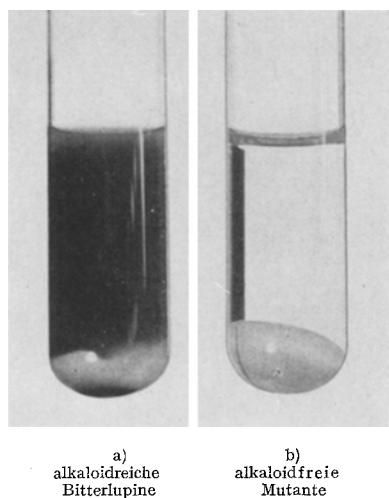


Abb. 3. Alkaloidnachweis bei Lupinen. a) starke Trübung bei Anwesenheit von Alkaloiden, b) keine Trübung bei Alkaloidfreiheit.

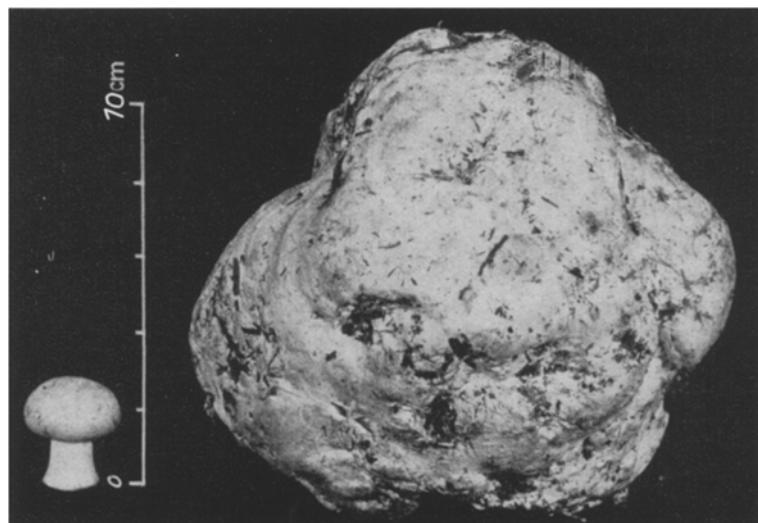


Abb. 4. Champignon $\frac{1}{2}$ natürlicher Größe. Links: normaler Fruchtkörper, rechts: „Fruchtkörper“ des Stammes 59c (lamellenlos) (FRITSCH und v. SENGBUSCH).

Ebenso wie bei den Lupinen haben wir beim Champignon die Möglichkeit der Realisierung einer bestimmten Mutante vorausgesagt. Es wurde als Ziel ein lamellenloser Champignon aufgestellt. Wir haben nach Mutanten in dieser Richtung gesucht und haben zunächst normal geformte, lamellenlose, wenn auch im Stiel deformierte Fruchtkörper gefunden. Anschließend haben wir dann aber auch lamellenlose Pilze gefunden, die man nicht mehr als Fruchtkörper erkennen kann, Gebilde bis zu 500 g mit fast glatter Oberfläche und einem ganz kleinen Ansatz (Abb. 4). Diese Mutante ist fixiert. Sie überbietet unsere Vorstellung von einem lamellenlosen Champignon bei weitem. Bei ausreichendem Ertrag würde sie eine völlig neue Art der Pilznutzung ermöglichen. Der Handarbeitsaufwand bei der Ernte dürfte im Vergleich mit normalen Pilzen bei 1:50 bis 1:100 liegen.

Bei Schweinen hat man Mutanten mit erhöhter Rippenzahl gefunden. Diese bereits realisierten Beispiele machen es sehr wahrscheinlich, daß der Plan der Züchtung grätenloser Fische realisierbar sein dürfte.

Voraussetzung für die Auffindung der gewünschten Mutante ist das Vorhandensein einer Methode, mit der man bereits in frühem Entwicklungsstadium Tiere mit der gewünschten Eigenschaft erkennen kann. Wir haben festgestellt, daß man durch Röntgenaufnahmen die Gräten sichtbar machen und so Fische ohne Gräten erkennen kann (vergleiche Abb. 1 und 2).

Die ersten Versuche wurden mit Karpfen von einem Gewicht von 300—500 g angestellt. Nachdem festgestellt worden war, daß bei dieser Größe die Gräten ausgezeichnet zu erkennen sind, haben wir mit immer kleineren Fischen die Prüfung durchgeführt. Es zeigte sich, daß man bereits bei Karpfen von 8 g und einer Länge von 7,5 cm einwandfrei die Gräten erkennen kann, d. h. man kann die Prüfung auf Grätenlosigkeit bereits in einem sehr frühen Entwicklungsstadium vornehmen. Man ist hierdurch in der Lage, ein zahlenmäßig sehr großes Material ohne großen Aufwand einer Auslese zu unterziehen (Abb. 5 a—e).

Die gleichen Untersuchungen wurden mit Forellen durchgeführt, bei denen man mit einem Mindestgewicht von 20 g und 12 cm Länge (Abb. 6a—c) beginnen kann.

In Anbetracht dessen, daß die Karpfen besonders günstige Voraussetzungen zum Erkennen dieser Eigenschaften besitzen, sollte man praktischerweise mit der Auslese bei Karpfen beginnen.

Um rein technisch eine große Zahl von Fischen bei diesen Untersuchungen bewältigen zu können, wird man Spezialapparaturen entwickeln müssen, die es ermöglichen, die Aufnahmen und die Entwicklung der Filme zu automatisieren und die Lokalisierung der Fische zu ermöglichen. Mit dieser Entwicklungsarbeit wird man aber erst beginnen können, wenn die für die Auslese erforderlichen Mittel zur Verfügung stehen.

Eine andere Methode wäre die direkte Sichtauslese mit Bildverstärkern. Diese Methode würde wesentlich rationeller arbeiten, weil bei ihrer Anwendung die Kennzeichnung und Nummerierung der Plusvarianten wesentlich einfacher ist als bei der oben erwähnten Methode Röntgenaufnahme. Bei Sichtauslese müssen nur die Plusvarianten gekennzeichnet werden, bei Röntgenaufnahmen aber die geröntgten Tiere so lange lokalisiert werden, bis das Röntgenbild fertig entwickelt vorliegt. Leider haben Versuche ergeben, daß die Methode Sichtauslese beim heutigen Stand der Technik noch nicht anwendbar ist. Das Fischskelett ist bei Betrachtung mit Bildverstärker sichtbar, während die Gräten nicht zu erkennen sind.

Die vorhandene Methode ermöglicht aber bereits die Auslese, d. h. man könnte mit der Arbeit beginnen. Das Fischmaterial stände in den deutschen Fischzüchterien in wohl fast unbegrenztem Maße zur Verfügung.

Falls unter den vorhandenen, normal angezogenen Fischen die erwarteten Mutanten nicht vorhanden sein sollten, müßte man die Anzucht der Fische verändern. Die Befruchtung der Eier durch nur wenige Männchen z. B. bedeutete eine Verringerung der Chance des Auftretens der grätenfreien Mutante, während bei Verwendung von vielen Männchen die Chance stiege.

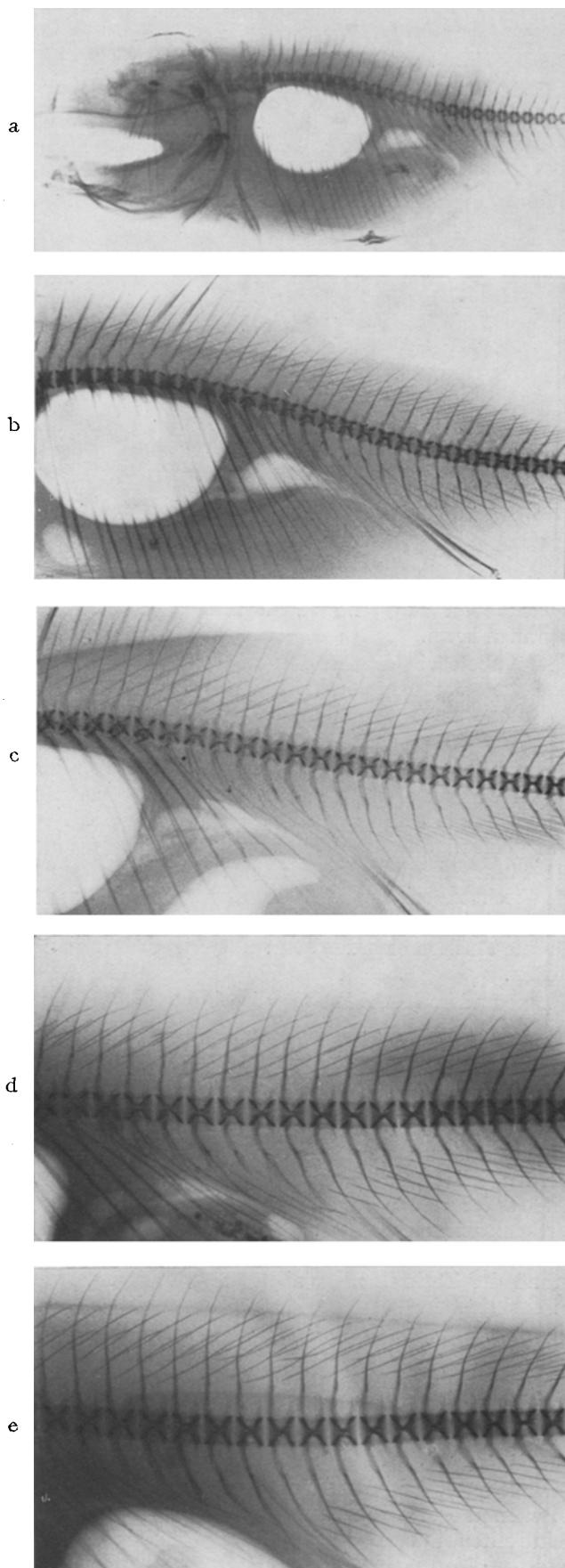


Abb. 5. Karpfen verschiedener Größe in 3facher Vergrößerung.

(+) bedeutet: Gräten sichtbar; (-) bedeutet: Gräten unsichtbar
 a) 5 cm Länge, 2 g (+) d) 12,5 cm Länge, 35 g (+)
 b) 7,5 cm Länge, 8 g (+) e) 15 cm Länge, 55 g (+)
 c) 9,5 cm Länge, 17 g (+)

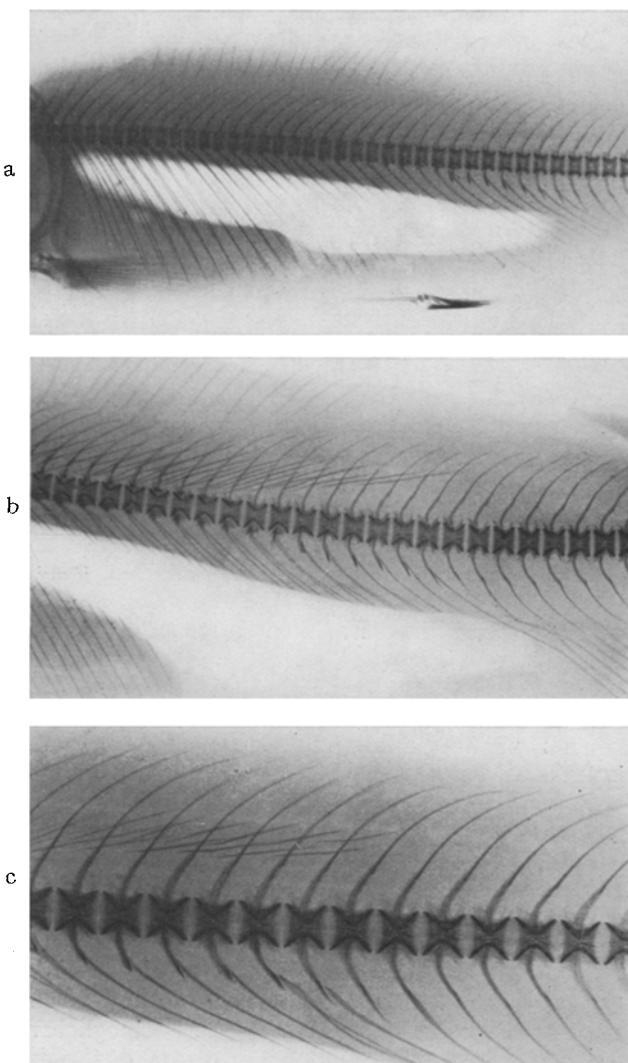


Abb. 6. Forellen verschiedener Größe in 3facher Vergrößerung.
 (+) bedeutet: Gräten sichtbar; (-) bedeutet: Gräten unsichtbar
 a) 7 cm Länge, 5 g (-); b) 12 cm Länge, 20 g (+); c) 19,5 cm Länge, 60 g (+);
 d) 22 cm Länge, 70 g (+); e) 25 cm Länge, 100 g (-); f) 28 cm Länge, 120 g (-)

Der erste Schritt der Züchtung wäre der Nachweis, daß die von uns postulierten Mutanten überhaupt vorhanden sind. Nach Auffindung eines grätenlosen Weibchens oder Männchens könnte man die entsprechenden Maßnahmen zur Fixierung der gewünschten Mutation einleiten. Um Inzuchtschwierigkeiten zu vermeiden, sollte man dann entweder die Suche fortsetzen, um eine größere Zahl von grätenlosen Individuen männlichen und weiblichen Geschlechts aufzufinden, oder durch Kreuzung der grätenlosen Individuen mit grätenhaltigen die Zahl der grätenlosen Ausgangsindividuen vermehren. Hierzu müßte man nach der Kreuzung in den Nachkommenschaften nach grätenlosen Individuen suchen.

Schluß

Die „grätenlosen“ Fische würden sicher bei den Fischessern Anklang finden. Dieses ist aber nicht der einzige Grund, weshalb der Versuch gemacht werden sollte, „grätenlose“ Fische zu züchten. Man könnte anhand dieser Arbeit ein Modell bauen, das zeigt, welche Möglichkeiten nicht nur bei Fischen, sondern auch bei anderen Tierarten bezüglich der Realisierung extremer Formen bestehen.