

suchung der kolloid flüssigen Reaktionsphase zugute kommen dürfte.

Zusammenfassung.

Bei der Verarbeitung natürlicher Cellulosefasern zu Papier, Kunstseide, Filmen bzw. Folien und kompakten Massen tritt — allen Vorgängen der Stoffwandlung gemeinsam — ein Zustand des Arbeitsgutes auf, der durch plastisch-elastische Eigenschaften gekennzeichnet ist. Als Beispiel für diese Vorgänge, die auf der Wirkung wässriger Elektrolytlösungen beruhen, wird das Verhalten natürlicher Cellulosefasern gegenüber ammoniakalischer Kupferlösung untersucht. Es werden einerseits chemische Wirkungen dieses Reagens auf Cellulose, die zur Bildung charakteristischer Verbindungen zwischen Cellulose und Kupfer führen, andererseits mechanische Wirkungen nachgewiesen, die sich in einer Verschiebung der Micellarreihen bzw. der Micelle im Faserverband äußern. — Als Beispiel für die Vorgänge, die auf der Wirkung

organischer Flüssigkeiten auf Cellulosedervate beruhen, wird das Verhalten faseriger Triacetylcellulose und faseriger Trinitrocellulose gegenüber Chloroform-Methanol, Cyclohexanon, Campher u. a. geprüft. Die beobachteten Vorgänge lassen sich ähnlich wie im Falle der Elektrolytwirkung in eine chemische Wirkung, die offenbar in der Bildung charakteristischer Doppelverbindungen zwischen Celluloseestern und einer Flüssigkeitskomponente besteht, und in eine mechanische Wirkung gliedern, die in einer Verlagerung der Micellarreihen bzw. der Micelle im Faserverband besteht. — In beiden Beispielen dringt Flüssigkeit zwischen die Micellarreihen bzw. Micelle ein, die deren Verschiebung gegeneinander begünstigt und die den entstehenden Massen plastische Eigenschaften verleiht. — Die Schwierigkeit, daß die Cellulosedervate in mehreren Formen auftreten, die in Abhängigkeit von der verwendeten Flüssigkeit und der Temperatur reversibel ineinander umwandelbar sind, erschwert in allen Fällen die Übersicht der Vorgänge. [A. 58.]

Erbliche Veränderungen an Pflanzen durch Behandlung mit Chemikalien.

Von Dr. HANS STUBBE, Kaiser Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung, Müncheberg (Mark).

(Eingeg. 19. März 1930.)

Das Studium der Wirkung chemischer Verbindungen auf die Pflanzen hat die Biologen lange Zeit hindurch lediglich von ernährungsphysiologischen Gesichtspunkten aus interessiert. Erst mit der Entwicklung der Toxikologie, in deren Brennpunkt zunächst Untersuchungen über parallele toxische Wirkungen desselben Giftes und der gleichen Konzentration auf Tier und Pflanze und Versuche über die Wirkung der im Pflanzenkörper erzeugten Toxine auf Pflanzen standen, wurde man auf die Wirkung solcher Stoffe aufmerksam, die im pflanzlichen Stoffwechsel unter natürlichen Verhältnissen nicht resorbiert werden.

Es hat sich bei diesen Untersuchungen herausgestellt, daß nicht allgemein von einer Giftwirkung einer chemischen Verbindung gesprochen werden kann, sondern daß vielmehr der Konzentrationsgrad, in dem der Stoff auf die Pflanze wirkt, für die Art des Reizes entscheidend ist. Es lassen sich somit durch dieselbe Substanz stimulierende Wirkungen, Narkose- und letale Effekte erzielen.

Chemische Reize haben häufig formative Änderungen an den behandelten Objekten hervorgerufen, und es erhob sich die Frage, ob diese Variationen erblich seien — im Gegensatz zu den durch Ernährungsstörungen oder Klimaschwankungen bedingten Modifikationen, die nicht erblich sind —, ob also die chemische Konstitution der Erbmasse durch den Reiz verändert worden sei.

Zahlreiche Arbeiten mit dieser Fragestellung wurden an niederen Organismen vorgenommen, sie führten größtenteils zu der Erkenntnis, daß die erzeugten Abweichungen von der Norm lediglich modifikativ bedingt waren. Sie klangen im Verlauf mehrerer Generationen langsam oder, bei geschlechtlicher Vermehrung, schnell zu normal ab.

Die ersten mit positiven Ergebnissen abgeschlossenen Versuche, durch chemische Einwirkungen auf Organismen experimentell erbliche Veränderungen zu erzeugen, gehen auf F. Wolf (1909), E. Schiemann (1912) und J. Dewitz (1913) zurück. Wolf und Schiemann arbeiteten an niederen Organismen mit einfachen anorganischen und organischen Salzen. Dewitz behandelte Gurkensamen mit Borsäure und

erhielt interessante Mutationen in der ersten Nachkommenschaft, doch sind meines Wissens seine Arbeiten nur fragmentarisch geblieben. Weitere Versuche mit höheren Pflanzen waren daher notwendig, zumal aus den Arbeiten amerikanischer Forscher, die mit der Taufliege, *Drosophila melanogaster*, arbeiteten, hervorging, daß durch physikalische Beeinflussung, in erster Linie durch Röntgenstrahlen, eine wesentliche Erhöhung der Faktormutationrate zu erzielen war. Arbeiten mit demselben Ziel und mit chemischen Agentien mußten begonnen werden, sie wurden im Jahre 1927 von E. Baur, Müncheberg, erneut vorgenommen.

Bevor auf die Ergebnisse eingegangen wird, müssen zu ihrem Verständnis an dieser Stelle die Folgerungen, die sich aus derartigen Untersuchungen für die Vererbungsforschung ergeben, die wichtigsten hier notwendigen genetischen Begriffe und die Versuchstechnik kurz geschildert werden.

Man hat in vielen Tier- und Pflanzenspezies, von denen zahlreiche Individuen beobachtet wurden, hin und wieder Formen gefunden, die in irgendeiner Eigenschaft, etwa Größe, Augen- und Blütenfarbe, Flügel- oder Blattform, von ihren Eltern und Geschwistern verschieden waren. Veränderungen solcher Art bezeichnet man als Spontanmutationen, wenn sie erblich sind und wenn sie nicht durch Bastardierung entstanden sind. Die meisten Spontanmutationen sind Faktormutationen, d. h. die mutierte Fliege oder Pflanze unterscheidet sich in einem Erbfaktor von den nichtmutierten Geschwisterindividuen. Über die Ursache des Auftretens der Spontanmutationen ist so gut wie gar nichts bekannt, doch hat ihr Studium viele theoretische Erkenntnisse vermittelt. In der angewandten Genetik, der Tier- und Pflanzenzüchtung, haben Mutationen hin und wieder wichtiges Ausgangsmaterial für Neuzüchtungen geliefert.

Durch experimentelle Auslösung von Mutationen können nun die theoretischen Erkenntnisse wesentlich vertieft werden. Vielleicht wird es möglich sein, auf diesem Wege einmal die Vorstellung von der Natur der Erbfaktoren schärfer zu präzisieren, und wahrscheinlich kann man auf Grund derartiger Experimente einmal feststellen, auf welchen Ursachen das Auftreten einer

Mutation überhaupt beruht. Der Tier- und besonders der Pflanzenzüchtung aber ergeben sich durch die willkürlich erhöhte Formenmannigfaltigkeit der Individuen ganz neue Wege in der Erzeugung leistungsfähiger Rassen.

Die Versuche, deren vorläufige Ergebnisse hier zu schildern sind, wurden am Gartenlöwenmaul, *Antirrhinum majus*, vorgenommen. Abb. 1 zeigt den Blütenstand einer unbehandelten Pflanze der Sippe, mit der die meisten Versuche durchgeführt wurden. Dieses wohl am besten genetisch analysierte pflanzliche Objekt wird durch dauernde Selbstbefruchtung vermehrt, ohne daß nennenswerte Degenerationserscheinungen auftreten. Man bezeichnet ganz allgemein in der Genetik die Generation, mit der man die Arbeit beginnt, als P-(Parental-)Generation, die Kinder dieser P-Generation als F₁-(erste Filial-)Generation, deren Kinder als F₂ und so fort. Dabei ist es völlig gleichgültig, ob man vom Samen, Keimling oder der erwachsenen Pflanze ausgeht. Für jede vererbungswissenschaftliche Untersuchung ist die Beobachtung der Nachkommenschaft bis mindestens zur F₂-Generation unerlässlich.



Abb. 1. Normale *Antirrhinum*-Pflanze.

festgestellt werden, ob irgendein Entwicklungsstadium der Pflanze für die Behandlung besonders geeignet sei, sodann mußten Chemikalien gefunden werden, die sich als außerordentlich, vielleicht sogar spezifisch wirksam herausstellten. Wirksamkeit eines Präparates bedeutet also in diesem speziell genetischen Sinne nichts anderes als ein so starker Einfluß der Substanz auf die kompliziert zusammengesetzten Zellbestandteile, daß irreversible Änderungen im Chemismus der Zelle eintreten, deren sichtbare Auswirkung Mutationen sind.

Die Pflanzen wurden als Samen und Keimlinge in Petrischalen, als etwa 10 cm hohe Pflanzen in einer Zentrifuge und als 15—20 cm hohe Pflanzen in Tauchbädern behandelt. Gewöhnlich werden 80—100 Samen oder Keimlinge in einer Saatnummer behandelt, jedoch nur 40 der sich entwickelnden Pflanzen pikiert und ausgepflanzt. Von diesen Freilandpflanzen wieder werden in jedem Beet (=Saatnummer) 10 Pflanzen „gebeutelt“ und „geselbstet“, d. h. sie werden durch Pergamintüten vor Fremdbestäubung geschützt und künstlich selbstbestäubt. In dem folgenden Jahr wird von jeder der 10 Pflanzen eines Beetes oder von jeder zentrifugierten oder im Tauchbad behandelten Pflanze eine Samenkapsel ausgesät und die F₁-Generation herangezogen, in der von jedem Beet wiederum 10 Pflanzen gebeutelt werden. Die auftretenden Mutationen werden eingetopft.

Die Samen wurden in einer bestimmten Konzentration der Chemikalie 24—120 h liegengelassen. Im Durchschnitt wurden im Jahre 1929 fünf verschiedene Konzentrationen angewendet, und zwar Lösungen von 0,001—0,015% der zu prüfenden Substanz. Die Petrischalen, in denen die Samen lagen, waren mit 50 cm³ der Lösung gefüllt. Nach etwa drei Tagen durchbricht die Keimwurzel die Samenschale, und an ihrem Wachstum lassen sich schon in der Petrischale stimu-

lierende, hemmende oder völlig lethale Effekte der Substanz feststellen. Häufig wurde beobachtet, daß geringere Konzentrationen bedeutend mehr vergiftend wirkten als stärkere. Nach der Behandlung wurden die Samen in Leitungswasser ausgewaschen und in Saatshälften normal weiterkultiviert.

Die Keimlinge wurden in Petrischalen auf Fließpapier herangezogen, in einem Alter von vier bis sechs Wochen ebenso wie die Samen behandelt und weiterkultiviert. Eine fünftägige Behandlung wirkte bei den bedeutend empfindlicheren Keimlingen größtenteils letal. Sie wurden daher im Höchstfall drei Tage, dabei jedoch mit allen Konzentrationen der Substanz, behandelt. Trotzdem blieben in vielen Fällen nur wenig Pflanzen einer Behandlung am Leben; immer wuchsen die Keimlinge sehr langsam zu meist normalen Pflanzen heran.

Die Zentrifugierungen wurden mit einer Ecco-Superior-H-Zentrifuge der Firma Lautenschläger vorgenommen, bei deren Höchstgeschwindigkeit von 3500 Touren/min die Pflanzen unter einem Druck von 5 bis 6 at stehen. Für die Behandlung wurden die Pflanzen von den größten Laubblättern befreit und mit dem Sproßvegetationspunkt zuerst in die mit dem Präparat gefüllten Röhrchen eingeführt. Sie wurden 10 min mit der Höchstgeschwindigkeit zentrifugiert, danach werden die völlig von dem Präparat durchtränkten Pflanzen in Blumentöpfen gepflanzt. Die überlebenden zeigen zunächst Wachstumsstörungen, entwickeln sich jedoch dann stets zu völlig normalen Pflanzen.

In den Tauchbädern wurden stets nur die oberen Sproßteile behandelt, die 30 min bis 39 h in die Chemikallösung tauchten. Gewöhnlich hatte die Flüssigkeit Zimmertemperatur, in einigen Fällen wurden Erwärmungen bis auf 40° vorgenommen, dann jedoch reines Wasser zum Versuch verwendet. Die Pflanzen vertragen diese Behandlung relativ gut, wenn sie anschließend 3 bis 5 h in kaltem Leitungswasser hängen.

Zunächst wurden für die Versuche Chemikalien benutzt, deren Wirksamkeit schon an anderen Objekten erprobt war. Später ergab sich die Notwendigkeit, einzelne Gruppen systematisch zu prüfen. Auf eine Wiedergabe aller bisher erprobten Verbindungen soll hier verzichtet werden. Von anorganischen Verbindungen wurde eine Anzahl einfacher Schwermetallsalze und komplexer Schwermetallsalze verwendet, desgleichen einfache Leichtmetallverbindungen mit einfachem und kompliziertem metallischen Säurerest. Von organischen Verbindungen wurde mit verschiedenen einfachen Kohlenwasserstoffen, Phenolen, Alkoholen und Aldehyden, Säuren, einigen höheren cyclischen Verbindungen, komplizierteren Kohlenwasserstoffen und arsenhaltigen Verbindungen gearbeitet.

Die bisherigen Ergebnisse haben zu der Erkenntnis geführt, daß je nach der Stärke des Reizes und der Art der chemischen Verbindung „Mutationen“ bei Samen- oder Keimlingsbehandlung schon in der P-Generation in geringem Maße, häufiger in der F₁ und F₂ auftreten. Man kann vermuten, daß die schon in der P-Generation wirksamen Chemikalien, etwa Arsenverbindungen und einige Metallsalze, besonders wirksam im speziell-genetischen Sinne sind, doch müssen zu einer endgültigen Bestätigung dieser Annahme erst die folgenden Generationen untersucht werden.

Es hat sich ferner gezeigt, daß eine spezifische Wirkung irgendeiner chemischen Substanz bisher nicht festgestellt werden konnte. Arbeitet man nur mit einer einzigen *Antirrhinum*-Sippe, so treten nach Behandlung mit den verschiedensten Substanzen im Prinzip stets dieselben Formen — wenn überhaupt — auf. Arbeitet

man außerdem mit einer zweiten Sippe, so findet man in dieser Sippe andere Mutationen, die nur für sie charakteristisch sind, die aber dann auch nach allen Reizen auftreten. Es war bisher nicht möglich, eindeutige Beziehungen zwischen der Stärke des Reizes und der Zahl der „Mutationen“ in der Nachkommenschaft der behandelten Pflanzen zu erhalten, doch wurden die Ergebnisse bisher nicht unter den Gesichtspunkten von Dissoziation und Osmose betrachtet.

Die aufgetretenen „Mutationen“ lassen sich in bestimmte Gruppen ordnen, als extremste Gruppen seien hier genannt:

1. Zwergpflanzen,
2. radiomorphoseähnliche Pflanzen,
3. Schmalblattpflanzen,
4. andere Blatt- und Blütenmutationen.

Mit dieser Klassifizierung ist die Fülle der Varianten keineswegs erschöpft. Es treten noch viele andere, für den Nichtfachmann weniger deutliche Abweichungen von der Norm auf. So sind an sonst völlig normalen Pflanzen vielfach die Fertilitätsverhältnisse außergewöhnlich gestört. Das männliche Geschlecht reagiert zunächst mit zunehmender Sterilität, und in den extremsten Fällen ist die Pflanze für beide Geschlechter völlig steril. In einigen Fällen (siehe Abb. 2) geht die Störung so weit, daß überhaupt keine Blüten mehr ausgebildet werden. Die Pflanze trat in der F_2 einer 20 h mit einer 0,25%igen Chloralhydratlösung im Tauchbad behandelten Pflanze auf. Dieselben Störungen in den Geschlechtsorganen werden fast immer an den auch in anderen Merkmalen veränderten Pflanzen angetroffen, doch sind auch diese Verhältnisse in



Abb. 2. Rechts normale, links F_2 -Pflanze mit völligsterilem Ast. (Tauchbad 20 h in 0,25%iger Chloralhydratlösung.)

den auch in anderen Merkmalen veränderten Pflanzen angetroffen, doch sind auch diese Verhältnisse in

von ganz extrem veränderten Typen bis zu fast normalen Formen anzutreffen sind.

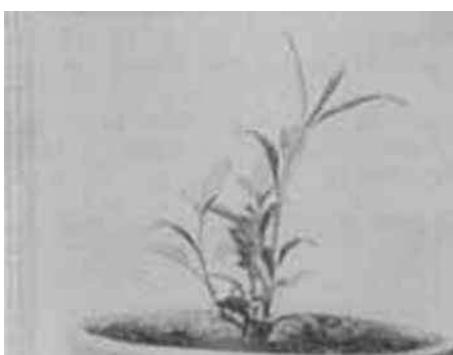


Abb. 4. Zwergpflanze. (Großmutter 1½ h in Wasserbad von 39°.)

So findet man **Zwerg**, die infolge eines zunächst funktionslosen Vegetationspunktes nur wenige Zentimeter hoch werden und niemals zur Blüte kommen. Häufig sind innerhalb dieser Gruppe alle möglichen Zwischenformen, Halbwölfe (siehe Abb. 3 und 4), aufgetreten. Die Pflanze auf Abb. 3 wurde als Samenkorn 73 h in einer 0,002%igen Natriumseleniatlösung behandelt, während der Halbwolf auf Abb. 4 aus der F_2 einer Pflanze stammt, die ein 11½ständiges Wasserbad von 39° erhalten hatte. Beide Formen haben bisher nicht geblüht. Abb. 5 zeigt eine andere in der F_2 aufgetretene Halbwolfsgestalt, die völlig normale Blüten ausbildete. Die Großmutter dieser Pflanze wurde 5 min in einer 0,01%igen Methylviolettlösung zentrifugiert. Oft sind die Zwergpflanzen schmalblättrig



Abb. 5. Halbwolf mit normalen Blüten. (Großmutter 5 min in 0,01%iger Methylviolettlösung zentrifugiert.)



Abb. 3. Links normale Pflanze, rechts Halbwolf. (Als Samen 72 h in 0,002%iger Natriumseleniatlösung.)

einzelnen Sippen verschieden. Für jede „Mutanten“-gruppe ist charakteristisch, daß in ihr alle Übergänge



Abb. 6. Schmalblättriger Zwerg. (Großmutter ½ständiges Tauchbad in 10%igem Äthylalkohol.)

(siehe Abb. 6 und 7). Beide Pflanzen sind in der F_2 aufgetreten. Die Großmutter der Pflanze auf Abb. 6

hatte ein $\frac{1}{2}$ stündiges Tauchbad in 10%igem Äthylalkohol erhalten, die der Pflanze auf Abb. 7 ein 11stündiges Tauchbad in 0,1%igem Liq. Ammon. caust.

Die Gruppe der Schmalblatt pflanzen ist gleichfalls sehr variabel. Man findet extreme Schmalblättrigkeit, wie sie die Pflanze auf Abb. 8 zeigt, und dann in fluktuierender Reihe alle Übergänge (Abb. 9) bis zu Pflanzen mit fast normaler Blattbreite. Die Pflanze auf Abb. 8 wurde in der F₁ einer 10 min



Abb. 7. Schmalblättriger Zwerg.
(Großmutter 11stündiges Tauchbad
in 0,1%igem Liq. Ammon. caust.)

in einer 0,01%igen Kupfersulfatlösung zentrifugierten Pflanze gefunden, die Pflanze auf Abb. 9 in der F₂ einer



Abb. 8. Links normale, rechts extreme Schmalblatt pflanze. (Mutter 10 min in 0,01%iger Cu-Sulfat-Lösung zentrifugiert.)

im Tauchbad 22 h mit 5%igem Äthylalkohol behandelten Pflanze. Hin und wieder treten Schmalblatt pflanzen auf, die eigentlich gerollte Blätter zeigen, etwa wie die Pflanze auf Abb. 10, deren Großmutter 10 min in 10%igem Äthylalkohol zentrifugiert worden war.

Sehr zahlreich wurden Pflanzen gefunden, die weitgehend mit den von E. Stein, Berlin-Dahlem, durch Radium bestrahlung erzeugten Formen übereinstimmten. Solche Pflanzen traten nach Samen- und Keimlingsbehandlung gehäuft auf. Nach Behandlung mit α -Naphthol, Chinolin, Orcin und Metakresol (gel. in Natronlauge) wurden sie schon in der P-Ge-

neration beobachtet, in allen anderen Fällen traten sie erst in der F₁ auf. Die „Mutation“ äußert sich in eigentlich deformierten Blättern, wie sie in Abb. 11 dargestellt sind. Die zunächst dunkelstreifigen Blätter zeigen bald starke Schrumpfungen, die wahrscheinlich durch zerfallende oder schon nekrotische Gewebepartien hervorgerufen werden und die dann oft zu einer halbseitigen Ausbildung der Blattspreite, zu Drehungen und anderen Mißbildungen führen. Abb. 12 zeigt



Abb. 9. Schmalblatt pflanze
mit etwas breiteren Blättern
als auf Abb. 8. (Großmutter
22stdg. Tauchbad in 5%igem
Äthylalkohol.)



Abb. 10. Schmalblatt-
pflanze mit gerollten Blättern.
(Großmutter 10 min
in 10%igem Äthylalkohol
zentrifugiert.)

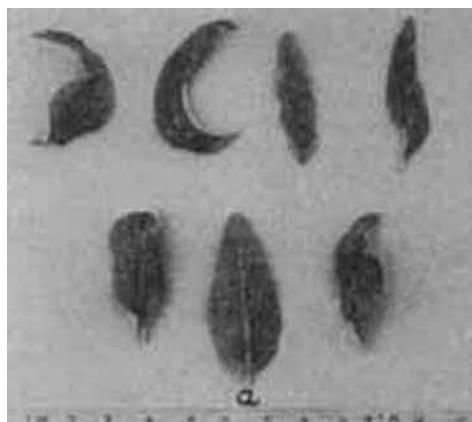


Abb. 11. „Radiomorphosenähnlich“ deformede Blätter. Bei a normales Blatt.

eine stark veränderte Pflanze neben einer normalen; sie kommt aus der F₁ einer als Samen 24 h mit 0,001%igem Chinolin behandelten Pflanze. Der Grad der Veränderung variiert innerhalb der Pflanze sehr stark. Extrem deformierte Äste können im Laufe der Entwicklung völlig normal werden und umgekehrt zunächst normale Äste in die veränderte Form übergehen. Ist die Veränderung besonders stark, so geht sie auch auf die Blüten über, wie Abb. 13 zeigt. Die Blüten sind kleiner, die Blütenblätter gefranst. Fertilitätsstörungen treten bei dieser „Mutation“ nicht auf. Die Veränderung wird in unregelmäßigen Zahlenverhältnissen auf die Nachkommenschaft übertragen.

Sehr variabel in Blatt- und Blütenformen sind die Pflanzen der Gruppe 4. Der auffallendste Typ dieser Gruppe ist in Abb. 14 dargestellt. Die Pflanze trat in der F_2 einer 10 min in 10%igem Glycerin zentrifugierten Pflanze auf. Ihre Blätter sind auffallend dick, parallel zur Hauptader eingerollt, sie sitzen oft seitlich gedreht am Sproß. Die Blüte war kleiner als normal und männlich steril, doch liefern Kreuzungen mit unbehandelten Pflanzen keimfähige Samen. Pflanzen, wie sie Abb. 15 darstellt, wurden mehrfach gefunden. Sie zeichnen sich durch dicke, lederartige Blätter aus, und



Abb. 12.
Links normale,
rechts „radiomor-
phosenähnliche“
Pflanze mit starker
Blattschrumpfung.
(Mutter als Samen
24 h in 0,001%igem
Chinolin.)

Pflanzen, mehrfach wurden deformierte Blüten mit Schlitzungen und Zerreißungen der Blumenkrone beobachtet. Der Grad der Abweichung kann schon innerhalb derselben Pflanze stark schwanken, neben völlig zerrißenen findet man auch normale Blüten. In Abb. 17



Abb. 15. Pflanze mit dicken, lederartigen Blättern.

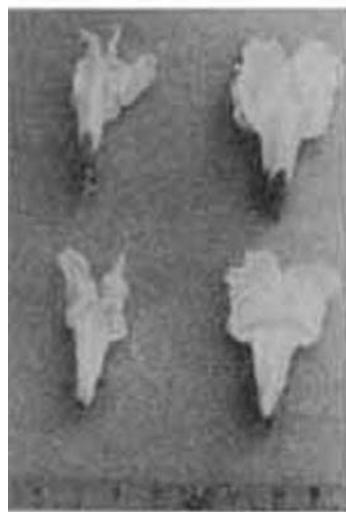


Abb. 13. Rechts normale Blüten,
links Blüten einer „radiomor-
phosenähnlich“ veränderten
Pflanze.



Abb. 14. Stark veränderte Roll-
blattpflanze. (Großmutter 10 min
in 10%igem Glycerin zentri-
fugiert.)



Abb. 16. „Crispa“-Pflanze mit bunten
Seitenästen (++)

diese Verdickung beruht auf einer Verstärkung der Palisadenschicht und einer Vergrößerung der einzelnen Zelle. In der auf Abb. 16 abgebildeten Pflanze traten zwei „Mutationen“ gleichzeitig in Erscheinung. Neben einer als „Crispa“ bezeichneten hantelförmigen Einschnürung der Blattspreite entwickelten sich dicht oberhalb des Wurzelhalses zwei Äste, die grün-weiß gescheckte Blätter trugen. Die Pflanze wurde in der F_1 einer als Keimling 24 h in einer 0,02%igen Lösung von Kaliumjodid behandelten Pflanze gefunden.

Veränderungen der Blüten sind bedeutend seltener als Blatt-„mutationen“. Zuweilen sind die Blüten nur heller gefärbt und dabei kleiner als die von normalen

ist neben einem normalen Blütenstand der einer „mutierten“ Pflanze abgebildet, deren Großmutter 2 h lang in einem Wasserbad von 39° behandelt worden war.

Im Jahre 1929 wurden insgesamt etwa 150 000 Pflanzen in Müncheberg und Dahlem angebaut, die selbst oder deren Eltern bzw. Großeltern als Samen, Keimling oder als junge Pflanzen in Chemikalienlösungen behandelt worden waren. Die „Mutationen“, die in der Nachkommenschaft der gereizten Pflanzen aufraten und deren typische Vertreter hier durch Abbildungen belegt wurden, weichen in vieler Hinsicht von den bisher bei *Antirrhinum* beobachteten Spontanmutationen ab. Sie sind in dieser Art und Zahl bisher in den seit mehr als

20 Jahren angebauten Kulturen von *Antirrhinum majus* nicht beobachtet worden. Daß sie als Folge der Reizung auftraten, unterliegt somit keinem Zweifel. Ähnliche Formen wurden nach Radium- und Röntgenbestrahlung und nach Behandlung der Pflanzen mit abnormalen Temperaturen erhalten.

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, daß die Faktor-mutat ions-rat e durch die Behandlung nicht ge-



Abb. 17. Links normaler Blütenstand, rechts Blütenstand einer „mutierten“ Pflanze. (Großmutter 2stündiges Wasserbad von 39°.)

steigert wurde, denn es handelt sich bei den experimentell erzeugten „Mutationen“ um Formen, deren Wesen und vor allem deren Erblichkeit bei dem heutigen Stand der Untersuchungen noch nicht analysiert werden konnte. Dazu sind mehrere Jahre experimenteller Arbeit erforderlich. Erschwert wird die Analyse durch die meist weitgehend gestörten Fertilitätsverhältnisse und die gleichfalls stark herabgesetzte Vitalität der neuen Formen.

Man hat im allgemeinen den Eindruck, als ob es sich bei den experimentell erzeugten „Mutationen“ lediglich um pathologisch veränderte, wenig leistungsfähige Formen handelte. Diese Annahme ist zweifellos berechtigt, doch sind bereits Fälle bekannt, in denen Formen auftraten, die größer und üppiger waren als die

Kontrollpflanzen. In jedem Fall besteht theoretisch die Möglichkeit, daß praktisch wichtige Ergebnisse — etwa gegen Parasiten immune Pflanzen — auf diesem Wege erzielt werden können, wenn nur mit großem Material gearbeitet und wenn systematisch experimentiert wird.

Eine Prüfung der Frage, ob behandelte Samen, Keimlinge oder junge Pflanzen den größten Prozentsatz veränderter Nachkommen in der F_1 erzeugten, ergab, daß von 1480 behandelten Samen 138, also 9,32%, von 468 behandelten Keimlingen 43, also 9,18%, und von 46 zentri-fugierten Pflanzen 21, also 45,65%, mindestens einmal, meist mehrmals in der F_1 mutiert waren. Wurden schwache Reize verwendet, so war die F_1 völlig normal, erst in der F_2 wurde in dieser Versuchsserie, in der zusammen 216 Pflanzen in Zentrifugen und Tauchbädern behandelt waren, „Mutationen“ festgestellt. Und zwar lieferten 147 P-Pflanzen, also 68%, in der F_2 mindestens eine, meist mehrere „Mutationen“.

Aus Parallelversuchen mit physikalischen Methoden, besonders mit Röntgenstrahlen und abnormalen Temperaturen, kann geschlossen werden, daß die Behandlung von Geschlechtszellen am wirksamsten ist. Daß auch Chemikalien schädigend auf den normalen Verlauf der Reifungsteilungen der Geschlechtszellen einwirken können, ist durch die Untersuchungen einiger Botaniker, F. v. Wettstein, Sakamura u. a., längst erwiesen. Ähnliche Versuche am Gartenlöwenmaul sind bereits begonnen, doch liegen bisher keine Zahlen vor.

Der Weg für die experimentelle Weiterarbeit ist aus den bisherigen Ergebnissen klar vorgezeichnet. Neben einer genetischen Analyse der gefundenen „Mutationen“ sind weitere Gruppen von Chemikalien mit derselben oder variierter Versuchstechnik zu prüfen. Die als wirksam erkannten sollen für Versuche mit Kultur-pflanzen benutzt werden, die bereits im vorigen Jahr auf breiter Basis eingeleitet wurden.

Die Bedeutung derartiger Experimente geht jedoch weiter, weil wir auf Grund der hier nur skizzierten Versuche wissen, daß schwere Schädigungen der Konstitution auch da auftreten können, wo man sie nie erwartet, und daß bei völlig normalen Eltern sich oft erst in der Enkelgeneration sichtbare genotypisch bedingte Störungen als Folge mutationsauslösender Einflüsse bemerkbar machen.

[A. 39.]

Oxyde und Carbonate von Metallen als Kontaktinsektizide.

Von Reg.-Rat Dr. FRIEDRICH ZACHER, Mitglied der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Berlin-Steglitz.

(Eingeg. 24. April 1930.)

Die Bekämpfung des Kornkäfers bildet nicht nur in Deutschland, sondern auch in den anderen Getreidebaugebieten der gemäßigten Zone ein schweres Problem. Der Kornkäfer ist ja einer der hartnäckigsten Schädlinge, der vielen Giften widersteht, die andere Käfer ohne Schwierigkeiten töten. An Blausäure verträgt er ein Mehrfaches der Dosis, mit der die Mehlmotte in allen ihren Entwicklungsstadien restlos abgetötet werden kann. Mit anderen Vergasungsmitteln (z. B. Areginal) hat man zwar gleichfalls günstige Ergebnisse erzielt, doch lassen sich diese bei der leichten Bauart, den durchlässigen Dächern und Wänden der meisten landwirtschaftlichen Speicher nicht immer ohne Schwierigkeiten anwenden, besonders aber dann nicht, wenn, wie es so häufig der Fall ist, sich der Speicher über dem Viehstall befindet. Flüssige Mittel können nur zur Behandlung des Holzwerkes der Dielen, Wände und Balken und zur Vernichtung der darin sitzenden Käfer verwandt werden. Für den unmittelbaren Schutz des Getreides gegen Angriffe von Kornkäfern eignen sich dagegen besonders pulverför-

mige Mittel, die man direkt mit dem Korn mischen kann, so daß sie dessen Oberfläche als feiner Staub überziehen.

Von den im Handel befindlichen Präparaten schienen mir die Trockenbeizmittel Aussicht auf erfolgreiche Verwendung zum Kampf gegen die Kornkäfer zu bieten, und ich prüfte deshalb bereits vor zwei Jahren ihre Wirkung. Es zeigte sich, daß alle Kornkäfer bei Behandlung mit Kupfercarbonat, Tutan, Abavit und Segetan in kurzer Zeit (3 bis 18 Tagen) abstarben.

Ebenso wie gegen Brandsporen ist für die Kornkäferbekämpfung eine Menge von 150 g Trockenbeize auf den Zentner Getreide ausreichend. Kupfercarbonat ist in Deutschland als Trockenbeizmittel nicht eingeführt, da es unter den in Deutschland herrschenden klimatischen Bedingungen auf Brandsporen nicht sicher genug wirkt. Dagegen wird es in Amerika in großem Umfange angewendet. Die anderen gegen den Kornkäfer wirksamen Trockenbeizen enthalten teils Kupfer-, teils auch Arsen- oder Quecksilberverbindungen, also Stoffe, die auch für Menschen und Haustiere sehr giftig sind. Die Verwen-