

# DER ZÜCHTER

2. JAHRGANG

SEPTEMBER 1930

HEFT 9

(Aus dem Genetischen Institut der Universität Groningen, Holland.)

## Die Genetik des Leins.

Von **Tine Tammes.**

Der Lein, *L. usitatissimum* L., ist als Kulturpflanze in zweierlei Hinsicht von Bedeutung. Im Stengel befinden sich die Fasern, welche schon im Altertum verwendet wurden, während die

Zusammenhang mit diesem verschiedenen Zweck der Kultur sind auch die in der Praxis angebauten Typen verschieden. Der Faserflachs hat einen langen, dünnen, wenig verzweigten Stengel;



Abb. 1. Verschiedene Typen gezüchtet im Versuchsgarten in Groningen aus Samen verschiedener Herkunft. 1—7 aus Kulturen mit großem Standraum, 8—11 aus dicht gesäten Kulturen.

Samen ein wertvolles Öl liefern. Gewöhnlich aber ist entweder die Fasergewinnung Hauptsache und die Samen bilden ein Nebenprodukt, oder man züchtet der ölreichen Samen wegen und die Fasern werden als Nebenprodukt betrachtet oder sogar nicht einmal gewonnen. Im

Der Züchter, 2. Jahrg.

der Öl- oder Saatflachs dagegen ist kürzer und sowohl an der Basis als an der Spitze stark verzweigt, demzufolge eine größere Menge Samen bildend. Diese zwei Typen sind von VAVILOV (41) bzw. als *elongata* und *brevimulticaulis* bezeichnet (Abb. 1: 7 und 8 *elong.*, 1—5 *brevim.*).

Der Faserlein wird hauptsächlich angebaut in den nördlicheren gemäßigten Gegenden, wie die russischen Ostseeprovinzen, Deutschland, den Niederlanden, Irland, Belgien und Nordfrankreich; der Öllein wird südlicher gezüchtet, u. a. in Südeuropa, Kleinasien, Nordafrika, Vorder-

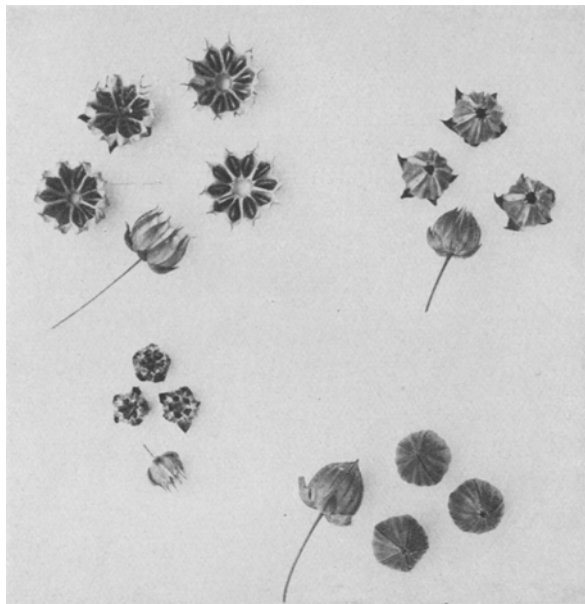


Abb. 2. Oben links: Früchte von *L. crepitans*, oben rechts: vom gewöhnlichen Faserlein, unten links: von *L. angustifolium*, unten rechts: von einem Öllein.

indien und in Südamerika, besonders in Argentinien. In Nordamerika werden beide Typen angebaut. Nach VAVILOV hängt dies mit der Länge der Vegetationsperiode zusammen. Der Lein stammt aus südlichen Gebieten, und dort wo der Sommer lang ist, können stark verzweigte Formen mit einer hohen Samenproduktion vorkommen; nördlicher aber, mit dem kürzer werden der Vegetationsperiode wurden die stark verzweigten spät blühenden Typen infolge einer natürlichen Selektion eliminiert und die wenig verzweigten schneller blühenden blieben übrig. In den Zwischengebieten entwickelte sich eine große Anzahl von intermediären Formen. Die allgemein als Faserlein oder als Öllein bezeichneten Typen sind aber keineswegs einheitlich; im Gegenteil, sie bestehen beide aus einer erstaunenden Menge von Formen, die sich in sehr verschiedenen Eigenschaften voneinander unterscheiden (35, 41).

In der Praxis unterschied man beim Faserlein schon seit langer Zeit einige erblich verschiedene Varietäten, und zwar die blaublühende und die weißblühende, und in einigen Gegenden wird

jetzt noch der Lein mit aufspringenden Kapseln, *Linum usitatissimum crepitans* BÖNINGH, der Klanglein (Abb. 2), angebaut. Auch gibt es einige, hauptsächlich im mediterranen Gebiete Europas gezüchteten Leinsorten, die sogenannten Winterleine (16), die im August oder Anfang September gesät den Winter überdauern und im nächsten Jahre blühen (Abb. 3). Bekannt ist noch, obgleich nur in geringer Menge gezüchtet, eine Form mit sogenannten weißen, aber in Wirklichkeit gelbgrünen Samen. Ferner beweisen schon früher angestellte Versuche den Lein zu veredeln durch Selektion der längsten, am wenigsten verzweigten Pflanzen, daß man überzeugt war, daß diese Formen auf erblich verschiedenen Eigenschaften beruhen.

Untersuchungen haben ergeben, daß der Lein noch für viele andere Merkmale erbliche Unterschiede aufweisen kann. Als solche seien genannt: Unterschiede im Anfang der Blüte, d. h. ob früher oder später nach dem Säen blühend; und Unterschiede im Zeitpunkte am Morgen, worauf die Blüte sich bei günstigem Wetter öffnet. Die Dauer der Blüte kann ebenfalls erblich verschieden sein. Bei den meisten Typen fallen die Blütenblätter bei sonnigem Wetter schon einige Stunden nach dem Öffnen der Blüte ab, bei anderen halten sie länger, bei wiederum anderen öffnet die Blüte sich nicht vollkommen und die Kronblätter fallen nicht ab, sondern vertrocknen (31). Auch in der Farbe der Blätter und Stengel bestehen Unterschiede. Nicht alle

Formen zeigen das bekannteschöne helle Grün des noch nicht blühenden Leinfeldes; besonders mehrere Typen des Ölleins weichen ab und haben eine graugrüne bis blaugrüne Farbe.

Für die Praxis ist es von Bedeutung zu wissen, daß es auch Zuchtsorten gibt, die sich voneinander unterscheiden in ihrer Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten oder gegen Frost. Besonders wichtig aber ist es, daß die Untersuchun-



Abb. 3. Gleichaltrige Winter- und Sommerleinpflanzen. (Nach Kremer.)

gen auch für die wertvollen Eigenschaften, nämlich die Quantität und Beschaffenheit der Faser und für den Ölgehalt der Samen erbliche Unterschiede nachgewiesen haben. Nicht nur der Prozentfasergehalt und die Anzahl der Fasern

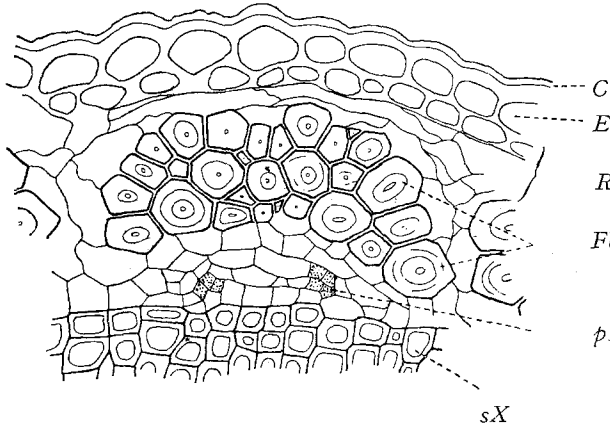


Abb. 4. Faserbündel, Fb, aus Faserflachs. C = Cuticula, E = Epidermis, R = Rinde, pP = primäres Phloem, sX = sekundäres Xylem.

der Lein hohe Anforderungen stellt. Stickstoff, Kalium und andere Elemente müssen in richtiger Quantität und in richtigem Verhältnis vorhanden sein. Eine Sorte, die unter günstigen Umständen eine mittlere Stengellänge von mehr als 1 m hat, kann durch ungünstige herabsinken bis 20 cm, ein Unterschied, bedeutend größer als derjenige, welchen zwei erblich verschiedene, aber unter gleichen

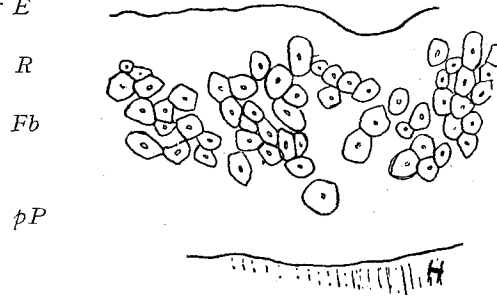


Abb. 5. Faserbündel aus Argentinischem Samenflachs. (Nach Tobler.)

pro Querschnitt des Stengels, sondern auch die Anordnung der Faserbündel, die Zusammenfügung der Faser in Bündeln, die Querschnittsgröße und -form, die Wanddicke und die Verholzung sind, wie besonders TOBLER (38) nachwies, in hohem Grade verschieden bei Zuchtsorten aus verschiedenen Gegenden und Ländern (Abb. 4 u. 5).

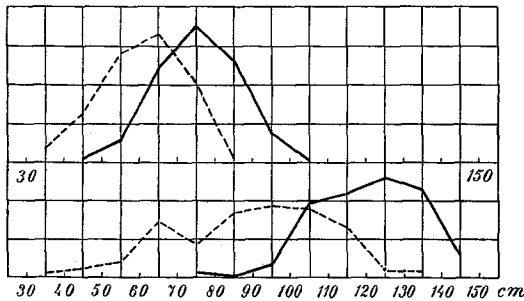


Abb. 6. Kurven der Stengellänge. Die oberen beziehen sich auf normal dicht gesäte Kulturen, die unteren auf Kulturen mit großem Standraum. Die Kurven der Kulturen auf geeignetem Boden sind mit ununterbrochener Linie gezeichnet, die der Kulturen auf sehr magerem Boden mit punktierter.

Nicht immer aber ist es leicht festzustellen, ob ein beobachteter Unterschied erblich sei oder nicht, denn viele Eigenschaften des Leins sind in hohem Grade empfindlich für die Außenumstände (24). Unterschiede in Nährstoff, Beschaffenheit des Bodens, Witterungsverhältnissen u. a. können große Differenzen verursachen bei Pflanzen, stammend von Samen desselben Genotypus (Abb. 6 u. 7). In der Praxis ist es bekannt, daß

Bedingungen herangewachsene Formen zeigen können. Letzterer Unterschied beträgt in mehreren Fällen nicht mehr als 2 oder 3 cm, aber ist dennoch genotypisch bedingt. Dies trifft nicht nur zu für die Stengellänge, sondern auch für die Dicke und für den Grad der Verzweigung an der Basis und an der Spitze (Abb. 1: 7 u. 8). Auf gewissen ungeeigneten Böden zeigt der untere Teil des Stengels eine Krümmung, was bei der Bearbeitung einen Verlust gibt.

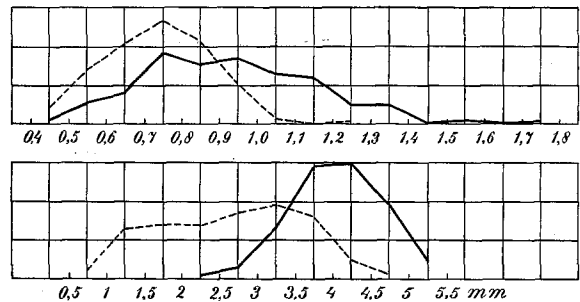


Abb. 7. Kurven der Stengeldicke in halber Höhe. Erklärung wie in Abb. 6.

Aber auch der Gehalt an Fasern (Abb. 8) und die Eigenschaften derselben sind in hohem Maße von äußeren Einflüssen abhängig (Abb. 9 u. 10). Auf Boden von ungeeigneter Beschaffenheit und bei ungeeigneten Nährstoffverhältnissen liegen die Fasern in den Bündeln nicht dicht aneinander gepreßt, sondern es kommen Zwickel und auch Interzellularen darin vor, und die Fasern haben abgerundete Ecken, das Lumen ist größer,

die Wand dünner und oft mehr oder weniger verholzt (vgl. Abb. 4 u. 9). Aus ausgedehnten vergleichenden Versuchen leitet TOBLER (39, 40) ab, daß eine Düngung mit reinem schwefel-

zahl von Formen, wofür die Erbllichkeit der Differenzen festgestellt werden konnte. GABRIELLE HOWARD und ABDUR RAHMAN KAHN (12) fanden beim indischen Öllein allein schon 121 Typen, die sich in diesen Merkmalen voneinander unterscheiden.

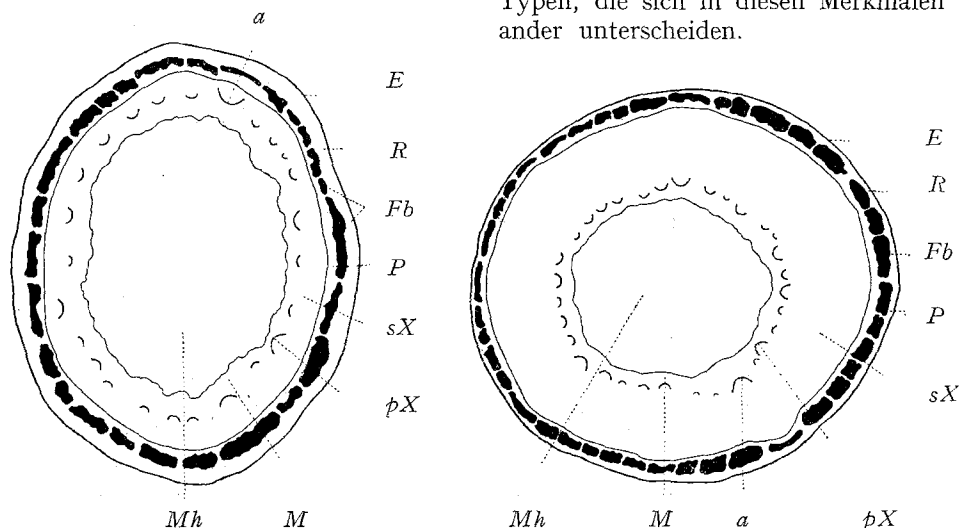


Abb. 8. Querschnitt durch den mittleren Teil der Stengel von zwei genotypisch gleichen Pflanzen; links von 2 mm, rechts von 4 mm Dicke. *E* = Epidermis, *R* = Rinde, *P* = Phloem, *Fb* = Faserbündel, *sX* = sekundäres Xylem, *pX* = primäres Xylem, *M* = Mark, *Mh* = Markhöhle. Der dünne Stengel, links, hat verhältnismäßig viel mehr Fasern als der dicke.

saurem Kali, d. h. ohne Zusatz erheblicher Chlormenge, für die Praxis vorteilhaft ist, weil die Bildung geschlossener Bündel von Fasern mit eckigen Umrissen gefördert wird. Zudem haben die Fasern bei dieser Kalidüngung infolge des größeren Wasserreichtums der äußeren Schichten der Zellwand eine größere Weichheit und die Bündel eine glattere Oberfläche, die demzufolge geringeren Verlust bei der Bearbeitung geben.

Im Vergleich mit den oben genannten Eigenschaften sind die der Blume, der Frucht und des Samens ebenso wie die Farbe der Kronblätter, Staubfäden, Griffel und Narben nur wenig modifizierbar. Hinsichtlich dieser Eigenschaften besteht aber auch eine große An-

Durch den großen Formenreichtum ist der Lein besonders für genetische Untersuchungen geeignet. Zudem ist die Pflanze leicht zu züchten, braucht nur einen kleinen Standraum und

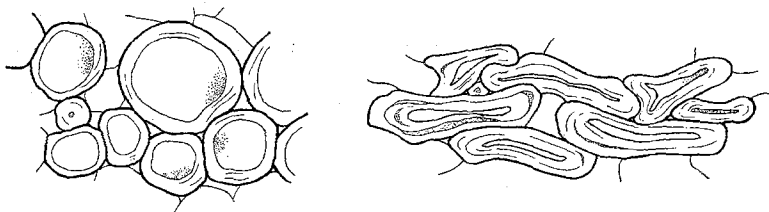


Abb. 9. Faserbündel aus Flachs auf ungeeignetem Boden gewachsen.

ist selbstbefruchtend, obgleich Kreuzbefruchtung vorkommen kann (26). Das letztere ergibt sich aus dem Auftreten von Bastarden, wenn verschiedene reine Linien nebeneinander gezüchtet werden. Deshalb ist es notwendig alle Pflanzen

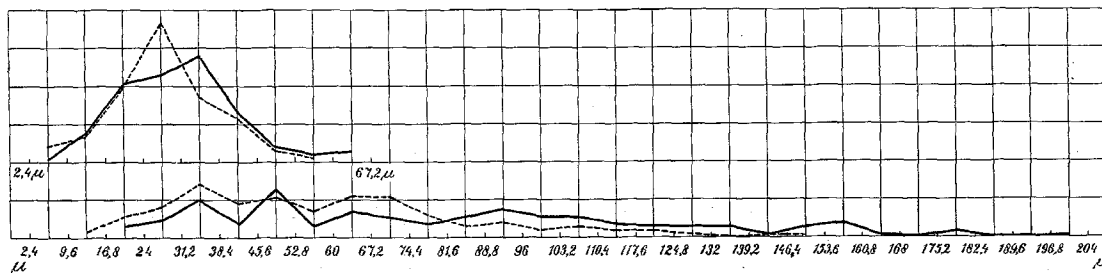


Abb. 10. Kurven der Faserdicke an der Basis des Stengels. Erklärung wie in Abb. 6.

zu isolieren mittels Pergamin, Gaze oder Drahtnetz (Abb. 11). Ungeachtet dieser Vorteile haben dennoch bis vor einigen Jahren nur wenige Forscher den Lein zur Versuchspflanze gewählt. Die Untersuchungen, welche getan wurden, waren rein wissenschaftlich und bezweckten eine Analyse des Genotypus und das Aufsuchen der Gesetze oder Regel, welche die Erbllichkeit beherrschen. Gleichwie im Anfang der mendelistischen Untersuchung bei den meisten Pflanzen wurde auch beim Lein an erster Stelle die Blütenfarbe studiert und auch jetzt noch ist die Analyse für diese Eigenschaft am weitesten vorgeschritten.

Von alters her kannte man nur den blaublühenden und den weißblühenden Lein, welche sich beider einzüchten lassen, wie schon HOFFMANN (11) nachwies, und die sich nach den Beobachtungen von DEVRIES (42) in einem einzigen mendelnden Faktor voneinander unterscheiden. In Wirklichkeit aber ist die Anzahl der verschieden gefärbten Formen viel höher als zwei, jedenfalls hundert. Daß nur zwei bekannt waren und bei den Landwirten noch sind, findet seine Ursache hauptsächlich darin, daß

die Unterschiede im Ton der Farbe, in der Intensität und in der Verbreitung über dem Kronblatt meistens äußerst gering sind, bisweilen so gering, daß nur jemand mit mehrjähriger Erfahrung sie wahrnehmen kann. Nur die Formen mit hellblauen, lila und rosa Blüten weichen so stark ab, daß sie sofort auffallen, diese treten aber selten auf.

Die genetische Untersuchung hat jetzt 8 Gene festgestellt, die zusammen die blaue Blütenfarbe des gewöhnlichen Leins hervorrufen. Anfangs waren zwei Grundfaktoren nachgewiesen worden (29), aber später hat KAPPERT (13) noch einen hinzufügen können. Alle drei,  $B_1$ ,  $B_2$  und  $C$  müssen zusammen vorhanden sein, soll überhaupt Farbe auftreten. Die Farbe, welche diese drei Faktoren bedingen, sei sie homozygotisch oder heterozygotisch vorhanden, ist ein sehr helles

rosa. Auch wenn ein anderer Faktor, nämlich  $F$ , noch homo- oder heterozygotisch dabei vorkommt, ist die Farbe rosa, aber etwas dunkler. Die Grundfaktoren mit einem Faktor  $D$  zusammen bedingen eine lila Farbe, mit  $D$  und  $F$  zusammen die blaue. Die verschiedenen Farben sind dunkler oder heller, je nach dem etwaigen Vorhandensein der Intensitätsfaktoren  $A$  und  $E$  (33).  $E$  übt einen stärkeren verdunkelnden Einfluß aus als  $A$ , während  $A$  und  $E$  zusammen die Intensität noch mehr vergrößern. Das Gen  $K$  beeinflußt die Verbreitung der Farbe über dem Kronblatt; ist  $K$  homo- oder heterozygotisch

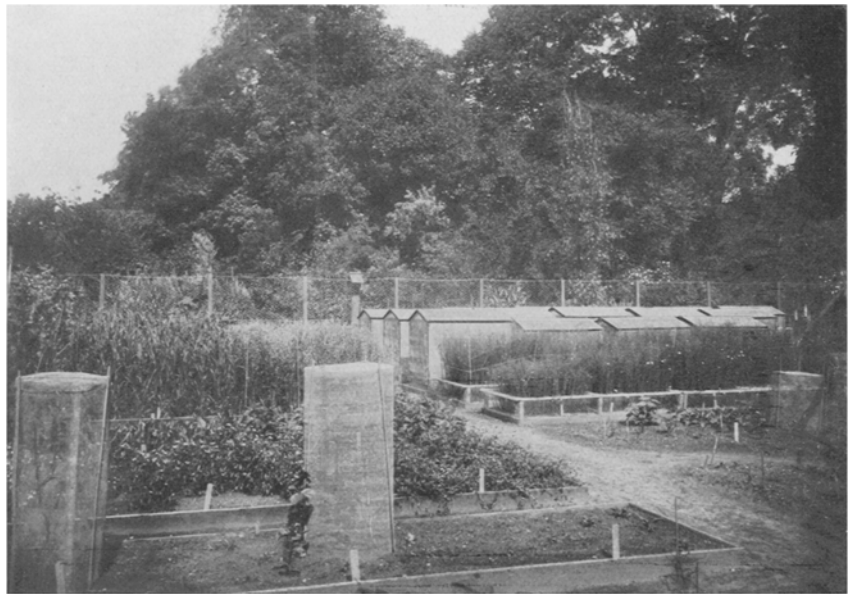


Abb. 11. Ein Teil des Versuchsgartens mit Drahtnetz- und Gazekästen.

vorhanden, so ist das ganze Kronblatt gefärbt, nur etwas heller an der Basis und dort in den ungefärbten oder hellgelben Nagel übergehend (34). Bei Anwesenheit von  $k$  ist nur die Spitze des Kronblattes gefärbt.

Durch verschiedene Kombination der Gene entsteht erstens eine große Anzahl weißer Formen, die sich nur genotypisch voneinander unterscheiden und daneben entstehen drei Reihen von verschieden gefärbten Typen, nämlich eine blaue, eine lila und eine rosa, die verschieden intensiv gefärbte Formen umfassen. Die hellsten der blauen und der rosa Reihe, d. h. diejenigen, welche kein  $A$  und  $E$  besitzen, sind so hell gefärbt, daß sie bei oberflächlicher Betrachtung nicht von weißen zu unterscheiden sind. Erst nach einer gewissen Schulung des Auges, oder in großen Kulturen zwischen weißen ste-

hend oder mittels Hilfsmitteln wie Behandlung der Blumenblätter mit Säuren, sind dieselben als gefärbt zu erkennen (33). Möglicherweise erklärt dies die bisweilen in der Praxis beobachtete Tatsache, daß der weißblühende Lein im Laufe einiger Jahre in den blaublühenden verändert. Man stellte sich vor, daß die weiße Farbe sich in der Tat allmählich in die blaue umwandelte. Wahrscheinlich ist die Ursache die Unreinheit der ursprünglichen Kultur, worin außer den weißen auch einige wenige im Anfang nicht beobachtete blaublühende Pflanzen vorkamen. Wenn diese einem etwas stärker verzweigten, mehr Samen produzierenden Typus angehören, so wird bei Nachbau nach und nach der Gehalt an blaublühenden Pflanzen zunehmen. Auch ist es möglich, daß die weiße Kultur aus ver-

kleinere, bei einigen durch äußerst kleine Unterschiede im Ton oder in der Intensität der Farbe. Für einige konnte nachgewiesen werden, daß es sich hier um multiple Allelomorphen mehrerer der schon festgestellten Erbfaktoren (33) handelt.

Bei den meisten gefärbt blühenden Formen ist die Farbe der Nerven und die der Intervenia dieselbe, obgleich die der ersten etwas dunkler ist, es kommt aber auch vor, daß sie verschiedener Farbe sind, z. B. Intervenia blau und Nerven lila; Intervenia weiß oder rosa und Nerven blau oder lila. Außerdem können Farbe und Intensität derselben bei Intervenia und Nerven einander vollkommen gleich sein, das Kronblatt ist dann gleichmäßig gefärbt, scheinbar ohne Nerven. Dies kann genotypisch verschieden be-



Abb. 12. Links: Faserlein, in der Mitte: weißer, gekräuselter Lein, rechts: Öllein.



Abb. 13. *Linum angustifolium*.

schiedenen Genotypen bestand, oder daß scheinbar weiße, aber sehr hellblaue Typen darin vorkamen und infolge Kreuzung blaublühende Individuen entstanden, welche sich am stärksten fortpflanzten. In einer reinen weißblühenden Linie, welche länger als 20 Jahre im genetischen Institut in Groningen kultiviert wurde, ist niemals eine Umwandlung der Farbe beobachtet worden.

Nicht alle die 32 möglichen verschieden gefärbten Typen sind im angebauten Lein gefunden; die nicht von Flachsfeldern stammenden sind durch Kreuzung erhalten.

Die Anzahl der verschiedenen gefärbten Typen ist aber nicht auf diese 32 beschränkt. Genaue Vergleichung kleiner Parzellen während einiger Jahre hat gezeigt, daß sowohl beim Faserlein als auch beim Öllein und bei den intermediären Formen noch viel mehr vorkommen. Diese sind auch in drei Gruppen, eine blaue, eine lila und eine rosa einzuteilen, die letzte Gruppe ist nur klein. Alle diese Formen unterscheiden sich von den oben genannten nur durch größere oder

dingt sein. Es gibt Sippen, bei denen alle Individuen dies zeigen, es kommt aber auch vor, daß es nur bei Heterozygoten auftritt und zwar bei solchen, die  $Cc$  besitzen, unabhängig davon, ob die Blüten blau, lila oder rosa sind. Bei Heterozygotie der anderen Grundfaktoren dagegen sind die Bastarde den Homozygoten in dieser Hinsicht gleich. Hieraus geht hervor, daß die Grundfaktoren in ihrer Wirkung nicht vollständig miteinander übereinstimmen (29).

Viel deutlicher aber ergibt sich das aus dem Verhalten anderer Eigenschaften, an erster Stelle aus der Form des Kronblattes. Wenn  $C$  ohne die beiden anderen Grundfaktoren oder mit nur einem der beiden vorhanden ist, ist das Kronblatt schmal, gekräuselt und an der Spitze ist der Rand nach der oberen Seite umgebogen (Abb. 12). Sind aber  $B_1$  und  $B_2$  auch anwesend, so wird diese Wirkung von  $C$  aufgehoben, und das Kronblatt ist flach und von normaler Form. Auch  $D$  wirkt in derselben Weise wie  $B_1$  mit  $B_2$  als Hemmungsfaktor von  $C$  (30).

Die Farbe der Staubbeutel wird ebenfalls von den genannten Faktoren beeinflusst. Der blaue und der weiße Lein der Praxis haben blaue Staubbeutel, bei denen sowohl die Wand als auch die Pollenkörner diese Farbe zeigen. Nach GABRIELLE HOWARD und ABDUR RAHMAN KHAN (12) kommen im indischen Öllein Typen vor mit blauer Wand der Staubbeutel aber mit gelbem Pollen. Bisweilen tritt in den Leinfeldern eine blaue oder weiße Pflanze auf mit gelben Staubbeuteln, und bei allen rosablühenden Formen ist dies der Fall. Bei den gelben Staubbeuteln ist die Wand ganz oder fast ganz ungefärbt, der Pollen gelb. Blaue und gelbe Staubbeutel zeigen beide bei verschiedenen Typen eine geringere oder größere Intensität der Farbe; die genotypische Grundlage ist noch nicht vollständig analysiert worden. Der genetische Unterschied zwischen blauen und gelben Staubbeuteln ist aber bekannt. Die Staubbeutel sind nur dann blau, wenn die Faktoren  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $D$  und noch ein anderer, nämlich  $H$ , vorhanden sind (33). Fehlt auch nur ein einziger, so sind die Staubbeutel gelb. Die Staubfäden, Griffel und Narben haben nicht immer dieselbe Farbe wie die Staubbeutel. Es gibt Sippen, bei denen erstere alle weiß sind, die Staubbeutel aber blau, auch kommt es vor, daß gelbe Staubbeutel auf blauen Staubfäden sitzen, indem die Narben oder Griffel und Narben blau oder weiß sind.

SYLVÉN (23) fand, daß bei Pflanzen mit weißen Blüten und gelben Staubbeuteln kein Anthocyan im Hypokotyl vorkommt, während alle andere Formen es zeigen. Das Auftreten dieses Farbstoffes an dieser Stelle wird ebenso wie in der Blüte von  $B_1$  und  $B_2$  zusammen bedingt.

Auch beim Hervorbringen der Farbe der Samenhaut spielen die Grundfaktoren eine verschiedene Rolle. Die Anzahl der Sippen mit verschieden gefärbten Samen ist viel größer als die in der Praxis bekannten (36). Es gibt Sippen mit vollständig ungefärbter Samenhaut; die Samen derselben erscheinen hell- bis dunkelgelb, je nach der Farbe der Kotyledonen, welche durch die durchscheinende Samenhaut sichtbar sind. Bei den dunkleren Samen bedingt die Farbe der Samenhaut die des Samens (Abb. 14). Der Samen, d. h. die Samenhaut ist nur gefärbt, wenn ein Grundfaktor  $G$  vorhanden ist. Wenn außerdem noch  $B_1$  und  $D$  vorkommen, so zeigt der Samen eine der Farben aus einer Reihe von dunkelgelb, braungelb bis dunkelbraun. Sippen, worin  $D$  oder  $B_1$  und  $D$  fehlen, bilden zusammen ebenfalls eine Serie von hellen bis dunklen Samentypen, alle mit mehr oder weniger aus-

geprägtem braunem Farbenton, aber graubraunem und niemals kastanienbraunem, wie es für mehrere Sippen der ersten Reihe charakteristisch ist. Eine dritte Reihe von hellen bis dunklen Samentypen wird gebildet durch die Genotypen ohne den Faktor  $B_1$ . Bei allen, ausgenommen bei den hellsten, zeigt die Farbe einen grünlichen Ton.

Die Unterschiede innerhalb jeder Reihe werden von polymeren Faktoren bedingt, die Anzahl derselben ist aber jetzt noch nicht genau festgestellt, dieselbe ist jedenfalls gering, 2 oder 3; sehr wahrscheinlich spielen auch multiple Allelomorphe eine Rolle.

Außer einfarbigen Samen kommen auch bunte oder gefleckte vor (36, 4). In einigen Fällen ist

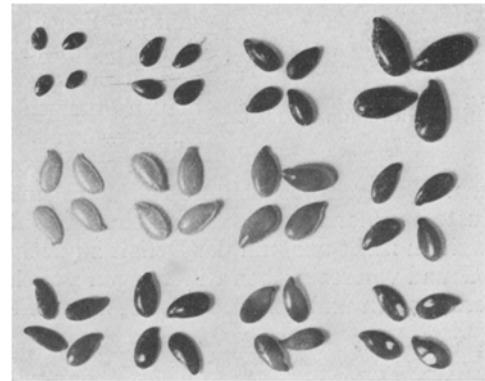


Abb. 14. Samentypen verschiedener Farbe und Größe; der erste von *L. angustifolium*, alle übrigen von *L. ussatisimum*. Obere Reihe alle vier kastanienbraun, von links nach rechts: 2 kleinsamiger Typus; 3 Faserlein; 4 Öllein. Mittlere Reihe: 1 hellgelb, Blüten blau; 2 hellgelb, Blüten rosa; 3 bräunlichgelb; 4 hellbraun. Untere Reihe: 1 graugrün; 2 fast schwarz; 3 bunt, Spitze heller; 4 durch das Vorhandensein von Zellen mit Stärkekörnern verursachte helle Flecken.

die Buntheit nur die Folge nicht vollkommener Reife und verschwindet bei der Nachreife, in anderen aber ist sie genotypisch bedingt. Auch finden sich bisweilen zwischen den gewöhnlichen braunen Samen eine geringere oder größere Anzahl mit einem weißen Flecken (Abb. 14). Nach SCHILLING (19) ist der Prozentsatz bei einigen Sippen ein bedeutender, bei einer sogar 21,4. Er fand, daß der Farbstoff normal vorhanden war, aber vollständig verdeckt durch die mit Stärkekörnern erfüllten Parenchymzellen. Nach SCHILLING kann die Erscheinung mit einer gewissen Berechtigung als „mangelhafte Reife“ bezeichnet werden, weil die Parenchymschicht in jungen Stadien sehr stärkereich ist.

Bei den Kreuzungen zwischen dem blaublühenden Lein und dem weißblühenden mit gekräuselten Kronblättern, gelben Antheren und

grünlichen Samen, nämlich die Sippe  $b_1b_1B_2B_2C$  ist von einigen Forschern in der  $F_2$  ein Defizit an weißen Pflanzen beobachtet worden. Der weiße ebenfalls mit gekräuselten Kronblättern von der Zusammensetzung  $B_1B_1b_2b_2CC$  zeigt, mit einem Blauen gekreuzt, kein Defizit. Aus der Tatsache, daß die Samen erstgenannter weißer Sippe weniger keimfähig sind und durchschnittlich einen geringeren Gehalt an Samen pro Kapsel bilden, habe ich abgeleitet, daß die Ursache des Defizits eine semiletale Wirkung des Faktors  $C$  bei Abwesenheit von  $B_1$  sein würde (28). KAPPERT (13, 14) der ausführliche Ver-

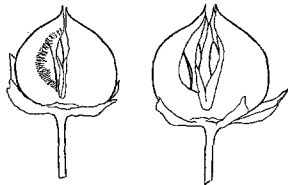


Abb. 15. Innenansicht einer Kapsel: links mit behaarten Septen, rechts mit unbehaarten.

suche gemacht hat, gibt eine andere Erklärung. Auch er fand, daß die durchschnittliche Samenzahl pro Frucht bei den weißen und bei den heterozygoten blauen Pflanzen geringer war als bei den homozygoten

blauen. Dagegen beobachtete er nur minimale Verluste an Pflanzen. Ersteres allein reicht aber bei weitem nicht aus, um das Defizit zu decken. Auf Grund von reziproken Kreuzungen zwischen Heterozygoten und dem recessiven Elter nimmt

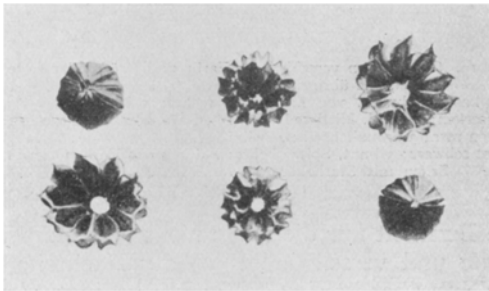


Abb. 16. Reziproke Kreuzung zwischen gewöhnlichem Lein und *L. crepitans*. Links und rechts die Eltern, in der Mitte der intermediäre Bastard.

KAPPERT als Ursache eine Verschiebung des Gametenverhältnisses im weiblichen Geschlecht an, und zwar infolge einer Förderung der Ausbildung von  $B_1C$ -Gameten. Bei der Konkurrenz um die Weiterentwicklung zwischen den Zellen der Tetraden dürften die mit der Anlage  $B_1C$  vor ihren  $b_1C$ -Geschwisterzellen einen Vorteil haben, so daß das vom Zufall bedingte 1:1-Verhältnis gestört wird. Weil aber bei der Kreuzung derselben weißkrausen Sippe mit blauen verschiedener Sippen in einigen Fällen wohl in an-

deren kein Defizit beobachtet wurde, so kann nach KAPPERT, „der Faktor  $C$  bei Fehlen von  $B$  nicht die ausschließliche Ursache der Störung der Gametenverhältnisse sein. Es müssen vielmehr noch besondere auf den Gametophyten wirkende Störungsfaktoren vorhanden sein, die die Entwicklungsfähigkeit von Keimzellen ohne  $B$  verringern“.

Vielleicht ist es möglich, das letzte Ergebnis KAPPERTS nicht durch die Annahme von besonderen Störungsfaktoren zu erklären, sondern durch eine verschiedene Valenz der letalen Wirkung von  $C$  in den verschiedenen mit denselben Weißkrausen gekreuzten, blauen Formen.

Der Unterschied zwischen den Formen, bei denen die Scheidewände der Frucht behaart sind und denjenigen mit kahlen (Abb. 15), ergab sich als verursacht durch einen einzigen Faktor,  $M$  mit Dominanz der Behaarung (25, 26). Weil der Grad der Behaarung bei verschiedenen Formen nicht derselbe ist und BLARINGHEM (2, 4) in einem Fall in einer  $F_2$  ein Verhältnis von annähernd 15:1 fand, so ist es möglich, daß bei einigen Formen die Behaarung von mehr als einem einzigen Faktor bedingt wird. Die meisten daraufhin untersuchten Sippen mit aufspringenden Früchten hatten kahle Scheidewände; durch Kreuzung wurden aber *crepitans*-Formen mit behaarten Septen erhalten.

Der Lein mit aufspringenden Kapseln mit dem gewöhnlichen gekreuzt, gibt eine intermediäre  $F_1$  (Abb. 16). In der  $F_2$  trat in den untersuchten Fällen kein 1:2:1-Verhältnis auf, sondern relativ nur sehr wenige Individuen mit geschlossenen Kapseln und sehr viele mit aufspringenden. Der Grad des Aufspringens war aber sehr verschieden (25, 26). Die weitere Untersuchung ergab, daß es sich hier um einige polymere Faktoren handelt. Bei den verschiedenen Formen gibt es dann auch sehr viele, bei denen die Kapseln nicht vollkommen geschlossen bleiben, sondern mehr oder weniger aufspringen, aber nicht so weit, daß die Samen herunterfallen können (Abb. 2 oben, rechts).

(Siehe die Tabelle auf nebenstehender Seite.)

Nicht nur was die Farbe der Blüte betrifft, sondern auch in deren Größe gibt es bedeutende Unterschiede. Im allgemeinen haben die Sippen des Faserleins eine kleinere Blume als die des Ölleins (Abb. 12). Obgleich die Größe der Blumen viel weniger von den äußeren Bedingungen abhängt als die Stengellänge, ist der Einfluß derselben dennoch so groß, daß viele Sippen miteinander transgressiv variieren, sowohl für die Länge des Kronblattes als auch für die Breite. Die genetische Untersuchung wird hierdurch



Die folgende Tabelle enthält eine Übersicht der verschiedenen Genotypen und Phaenotypen.

Faktoren	Blütenfarbe	Intensität bedingt von	Ausbreitung		Kronblatt	Farbe der Staubbeutel		Samenfarbe	
			K	k		H	h	G	g
$B_1B_2CDF$	blau	AE, ae, Ae oder ae	vollkommen beschränkt auf die Spitze		flach	blau	gelb	braun	gelb
$B_1B_2CDf$	lila				"	"	"	braun	"
$B_1B_2CdF$	rosa				"	gelb	"	von gelbbraun bis schwarz	"
$B_1B_2cdf$	"	Ae oder ae	vollkommen beschränkt auf die Spitze		"	"	"	von gelbbraun bis schwarz	"
$B_1B_2cDF$	weiß				"	blau	"	braun	"
$B_1B_2cdF$	"				"	gelb	"	von gelbbraun bis schwarz	"
$b_1B_2CDF$	"	Ae oder ae	vollkommen beschränkt auf die Spitze		gekräuselt	"	"	graugrün	"
$b_1B_2CdF$	"				flach	"	"	graugrün bis schwarz	"
$B_1b_2CDF$	"				gekräuselt	"	"	braun	"
bis	alle	Ae oder ae	vollkommen beschränkt auf die Spitze						
$b_1b_2cdf$	weiß								

sehr erschwert. Durch die Kreuzung von Formen, welche die größten Unterschiede aufwiesen, war es aber möglich, die Analyse einigermaßen durchzuführen. Die erste Generation war intermediär, aber mit einer größeren Variabilität als jeder der Eltern. Die gesamte zweite Generation ergab, wie die beiden  $P$ -Formen und die  $F_1$ , eine gewöhnliche Frequenzkurve aber mit noch größerem Variationsgebiet. Die Untersuchung der Nachkommenschaft mehrerer  $F_2$ -Pflanzen und der folgenden Generationen ergab, daß der Unterschied in der Länge der Kronblätter und ebenfalls der in der Breite von einigen wenigen, wahrscheinlich 2 oder 3 polymeren Faktoren bedingt wird (25).

Bei der Mehrzahl der Sippen geht mit einer größeren Länge der Kronblätter eine größere Breite zusammen und mit geringerer Länge auch eine geringere Breite. Diese Korrelation ist aber gar nicht vollkommen, denn es gibt Formen mit so schmalen Kronblättern, daß die Ränder derselben ganz frei sind, und andere mit verhältnismäßig sehr breiten, einander teils bedeckenden Kronblättern.

Der Samen wird in der Praxis oft nach dem Tausendkorngewicht beurteilt, und für den Faserflachsbau wird meistens angegeben, daß dieses nicht unter 4,5 g liegen solle. Dennoch gibt es nach SCHILLING (20) erbliche Formen mit geringerem Tausendkorngewicht, die gute Erträge geben und Fasern von ausgezeichneter Qualität. Die Ölleine haben im allgemeinen ein höheres Tausendkorngewicht und es gibt sehr viele genotypisch bedingte Unterschiede, es kommen dabei Formen vor mit Tausendkorngewicht 6,64 g und weniger und mit 10,99 g Tausendkorngewicht oder sogar noch höher.

Was die Dimensionen betrifft, so unterscheidet man im allgemeinen nur groß-, mittel- und kleinsamige Typen. Die Anzahl der Typen mit verschieden großen Samen ist aber in Wirklichkeit

nicht nur drei, sondern sehr groß und mehrere derselben zeigen nur einen äußerst geringen Unterschied (Abb. 14). Infolge der auch bei diesen Eigenschaften auftretenden Modifikabilität sind diese Unterschiede nur durch ausführliche Untersuchungen nachzuweisen und genetisch zu analysieren. Dabei hat sich ergeben, daß sowohl für die Länge als auch für die Breite die Unterschiede durch einige 2, 3 oder 4 polymere Faktoren bedingt werden (25). Länge und Breite zeigen eine Korrelation, die aber nicht vollkommen ist, denn es gibt verhältnismäßig breit- und schmalsamige Typen (Abb. 14). Weil ein sehr enger Zusammenhang besteht zwischen der Größe des Samens und der der Frucht, werden auch die Differenzen in den Dimensionen der letzteren sehr wahrscheinlich von einigen polymeren Faktoren bedingt.

Obgleich es sehr viele Sippen gibt, die in ihrer Stengellänge und Dicke verschieden sind, so sind dennoch nur sehr wenige Untersuchungen gemacht, um die genotypische Grundlage dieser Unterschiede festzustellen, und von einer genetischen Analyse dieser Eigenschaften kann noch nicht die Rede sein.

Außer den normal fertilen Sippen gibt es solche, die auch bei stärkerer Verzweigung nur sehr wenig Blüten und Früchte bilden und andere, die zwar genügend reichlich blühen, aber wenig Früchte geben oder Früchte mit einer geringeren Anzahl der Samen. Bei diesen letzteren kommt es, sei es auch nicht bei allen, vor, daß die Staubbeutel außer den normalen auch abortierte Körner enthalten. Dies ist z. B. der Fall bei dem weißen krausen mit gelben Antheren —  $b_1b_1B_2B_2CC$  —. Auch gibt es Sippen, bei denen in vielen oder in allen Blüten einige Staubbeutel nur abortierte Pollen besitzen, während die Staubbeutel weiß sind. Diese männliche Sterilität, welche auf einen Teil der Blüte beschränkt ist, ist dennoch vollkommen erblich

(31). BATESON und GAIRDNER (1) beobachteten einen Fall von fast vollkommener männlicher Sterilität in der  $F_2$  einer Kreuzung von einem weißen Faserlein und einer blauen, niederliegenden („procumbent“) Sippe, aber nur, wenn die niederliegende die Mutter war. CHITTENDEN und CAROLINE PELLEW (7) haben die nachfolgende Erklärung dieser Ergebnisse gegeben. Die zwei Sippen haben ein verschiedenes Plasmon. Wenn

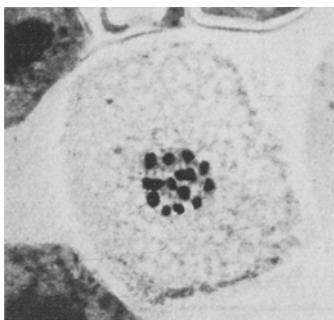


Abb. 17. Chromosomen aus der Pollenmutterzelle von *L. usitatissimum*.  $n = 15$ . (Nach Simonet.)

die Erbfaktoren für den normalen Wuchs homozygotisch im Plasmon der „procumbent“ Sippe vorkommen, entsteht die männliche Sterilität, in allen anderen Fällen ist der Pollen normal.

Im Vorhergehenden ist zusammengefaßt, was vom Genotypus des Kulturleins bekannt ist. Hieraus ergibt sich, daß die für die Praxis bedeutendsten Eigenschaften am wenigsten untersucht sind. Wohl ist, wie ich oben mitteilte, festgestellt, daß viele erbliche Formen vorkommen, die sich in mehreren Eigenschaften der Fasern voneinander unterscheiden; eine genetische Analyse ist also möglich. Bis jetzt aber ist in dieser Richtung noch nicht gearbeitet. Eine derartige Untersuchung wird sehr zeitraubend sein, während dabei die Umstände für die verschiedenen Typen möglichst genau dieselben sein müssen. Durch die stets besser werdenden Methoden zur Bestimmung des Fasergehaltes (BREDEMANN 6, ZIJLSTRA 43) und des Wertes der Fasereigenschaften ist eine solche Analyse jetzt wohl ausführbar.

Erst in den letzten Jahren sind die *Linaceae* cytologisch untersucht worden. REYNDERS (18, 33, 34) war der erste, der die Anzahl der Chromosomen feststellte bei *L. usitatissimum* und bei der wilden Art *L. angustifolium* HUDS. und für beide die diploide Zahl 30 fand. Später fanden EMME und SCHEPELJEVA (9) bei mehreren Varietäten von *L. usitatissimum*  $2n = 32$  und in den Pollenmutterzellen derselben Blüte von *L.*

*crepitans* sowohl 15 als 16 Chromosomen. Andere Forscher fanden bei beiden Arten sowohl 30 als 32 für die diploide Zahl, für die haploide aber immer 15. SIMONET (22), der viele Formen von *L. usitatissimum* (Abb. 17) und *L. angustifolium* verschiedener Herkunft untersuchte, fand bei Pflanzen, die haploid 15 Chromosomen hatten, in den somatischen Zellen bisweilen 32 auch wohl 31, sogar 30 und 32 in derselben Wurzelspitze. Er schreibt die größere Anzahl der Segmentation eines Chromosoms oder Chromosomenpaares zu und nahm auch wahr, daß von den 30 Chromosomen zwei etwas länger und in der Mitte eingeschnürt waren. Auch sah er in einer Äquatorialplatte aus der Wurzel von *L. angustifolium* außer 28 Chromosomen vier kleinere durch feine Chromatindrähtchen unregelmäßig miteinander verbunden.

Hinsichtlich der Lage der Gene in den Chromosomen ist bis jetzt nur wenig bekannt. Für die Gene, welche die Blütenfarbe beeinflussen, ist keine Koppelung festgestellt worden, sie liegen demnach sehr wahrscheinlich in verschiedenen Chromosomen.

Die einzige wilde Art, die bis jetzt mit Erfolg mit dem Kulturlein gekreuzt werden konnte, ist der ebenfalls homostyle *L. angustifolium* HUDS. (26, 31, 34). Von dieser in Mittel- und Südeuropa

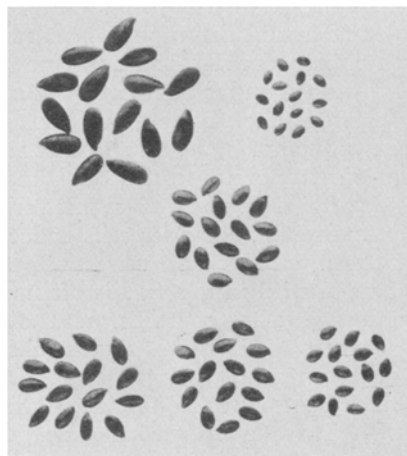


Abb. 18. Kreuzung zwischen *L. usitatissimum* und *L. angustifolium*. Oben die Eltern, in der Mitte der intermediäre  $F_1$ , unten drei der Typen aus der  $F_2$ .

einheimischen Art bestehen auch mehrere erblich verschiedene Formen. Die meisten sind niedriger als der Kulturlein, haben dünnere, unten und oben sehr stark verzweigte Stengel, kleine hellila gefärbte Blüten, kleine aufspringende Kapseln und kleine Samen (Abb. 2, 13 und 14). In einigen Eigenschaften stimmt der

Winterlein mit dieser Art überein (16). Die Analyse zeigte, daß, was die Blütenfarbe betrifft, der Genotypus von *L. angustifolium* in hohem Grade

men zwischen beiden Arten wird von einigen wenigen, 3—5 polymeren Faktoren bedingt, die Anzahl derselben ist etwas größer oder geringer,



Abb. 19. Drei  $F_2$ -Pflanzen aus der Kreuzung zwischen Faserlein und *L. angustifolium*.

mit dem des Kulturleins übereinstimmt; die verschiedenen Faktoren sind entweder dieselben oder Allelomorphe (34), angedeutet als  $A^a$ ,  $B^a$ ,  $C^a$ ,  $D$ ,  $E$ ,  $F^a$  und  $K^a$ . Der Unterschied in der Länge und Breite des Kronblattes und der Sa-

je nachdem der kleinsamige Faserlein oder ein großsamiger Öllein mit *L. angustifolium* verglichen wird (Abb. 18). Die gesamte zweite Generation der Kreuzung beider Arten gab für die genannten Merkmale Frequenzkurven, weil

die verschiedenen Genotypen transgressiv variieren. Für den Habitus wies sie eine bunte Mannigfaltigkeit auf; es kamen Individuen vor, die noch länger als der für die Kreuzung gebrauchte Faserlein waren. Diese Pflanzen waren aber besonders am oberen Teil des Stengels sehr stark verzweigt (Abb. 19). Bei einigen Hunderten von Pflanzen gab es keine einzige, die als Faserpflanze besser war als der Großelter.

Die große Übereinstimmung zwischen beiden Arten, auch in der Chromosomenzahl, weist darauf hin, daß der wilde *L. angustifolium*, sei es auch nicht die unmittelbare Stammpflanze des Kulturleins, mit dieser dennoch sehr nahe verwandt gewesen sein muß. Von den verschiedenen gefärbtblühenden Typen des Kulturleins wird der gewöhnliche blaublühende als der ursprünglichste zu betrachten sein und die anderen sind daraus durch Verlustmutation entstanden.

In vielen Gegenden, wo der Lein angebaut wird, wird alljährlich oder nach einigen wenigen Jahren Saat aus einer anderen Gegend bezogen, weil die Erfahrung gelehrt hat, daß der Lein, von eigener Saat stammend, allmählich Abbau zeigt. Über die Ursache ist viel geschrieben und gestritten worden. Die Folge einer Inzucht kann es nicht sein, denn bei Pflanzen, welche fast ausschließlich Selbstbefruchtung haben, wird Inzucht nicht schaden. Mehrere Sippen, aus der Praxis stammend, wurden mehr als 20 Jahre während der Blüte eingebeutelt und zeigten nicht die geringste Degeneration, weder im Wuchs noch in der Fertilität. Dennoch gibt es Sippen, die bei Inzucht degenerieren; diese werden aber in der Praxis nicht viel vorkommen, weil sie daraus durch eine natürliche Selektion eliminiert wurden. Die Ursache der beobachteten Degeneration muß also eine andere sein. Mit nur wenigen Ausnahmen wird nicht, wie dies schon bei mehreren anderen Kulturpflanzen in der Praxis geschieht, eine reine oder annähernd reine Linie gesät, sondern ein Gemisch und meistens ein Gemisch von sehr vielen Sippen. Darunter gibt es kurze, stark verzweigte, welche viele Samen bilden, und die in der Nachkommenschaft nach und nach die längeren mit geringer Samenzahl verdrängen. Dort, wo ursprünglich von einer einzigen oder von einigen wenigen Pflanzen ausgegangen wurde, tritt die Degeneration nicht auf, selbstredend nur dann, wenn den hohen Anforderungen, welche der Lein stellt, bei der Kultur Rechnung getragen wird. Eine Veredlung der Flachskultur durch Züchten in reinen Linien ist dann auch nicht nur möglich, sondern sogar zu empfehlen, und in den letzten Jahren hat man in verschiedenen Ländern einen Anfang damit

gemacht und auch schon gute Erfolge erhalten. Die Prinzipien, welche zur Auswahl des Ausgangsmaterial führen, sind noch verschiedene wie dies sich zeigte beim in Rußland gehaltenen Kongreß im Jahre 1929. Einige Züchter nehmen eine genügend feste Korrelation an zwischen morphologischen Eigenschaften wie Länge und Dicke des Stengels, Länge des unverzweigten Teils, Verhältnis zwischen Länge und Dicke, Grad der Verzweigung einerseits und Gehalt an Fasern und Eigenschaften derselben andererseits und selektieren deshalb nach den äußeren Eigenschaften. Andere aber gehen bei der Selektion auch aus vom Prozentfasergehalt und von mehreren Eigenschaften der Faser, eine Arbeit, die zwar viel mehr Zeit beansprucht, aber sicher besser zum Ziel führen wird.

#### Literatur.

1. BATESON, W., and A. E. GAIRDNER: Malesterility in flax, subject to two types of segregation. *J. Genet.* **9**, 269—275 (1921).
2. BLARINGHEM, L.: Recherches sur les hybrides du Lin (*L. usitatissimum* L.). *C. R. Ac. Sc. Paris* **173**, 329—331 (1921).
3. BLARINGHEM, L.: Sur le pollen du *Linum* et la dégénérescence des variétés cultivées pour la fibre. *C. R. Ac. Sc. Paris* **172**, 1603—1604 (1921).
4. BLARINGHEM, L.: Sur les anomalies de la transmission de la couleur des graines du Lin (*L. usitatissimum* L.). *Bull. Soc. bot. France* **72**, 1051—1058 (1925).
5. BLARINGHEM, L.: Méthodes et résultats dans l'hybridation des Lins à fibres. *C. R. Ac. Sc. Paris* **182**, 278—279 (1926).
6. BREDEMANN, G.: Die Bestimmung des Fasergehaltes in Bastfaserpflanzen bei züchterischen Untersuchungen. *Faserforschung* **2**, 239—258 (1922).
7. CHITTENDEN, R. J., and CAROLINE PELLEW: A suggested interpretation of certain cases of anisogamy. *Nature* **119**, 10—12 (1927).
8. DAVIN, ADELAIDE G., and G. O. SEARLE: The inheritance and interrelationship of the principal plant characters. A botanical study of the flax plant. *J. Textile Inst.* **16**, 161—196 (1925).
9. EMME, H., u. H. SCHEPELJEVA: Versuch einer karyologischen Artanalyse von *L. usitatissimum* L. *Bull. of applied Bot. of Gen. and Plantbreeding*, Leningrad **173**, 265—272 (1927).
10. FABIAN, H.: Der Einfluß der Ernährung auf die wertbestimmenden Eigenschaften von Bastfaserpflanzen (Flachs und Nessel) unter besonderer Berücksichtigung der Ausbildung ihrer Fasern. *Faserforschung* **7**, 1—56 u. 69—115 (1928—29).
11. HOFFMANN, H.: Kulturversuche. *Bot. Zeitg.* **34**, 566—567 (1875).
12. HOWARD, GABRIELLE L. C., and ABDUR RAHMAN KHAN: Studies in Indian oilseeds, No. 2 Linseed. *Mem. Dep. Agricult. India* **19**, 153—183 (1924).
13. KAPPERT, H.: Erblichkeitsuntersuchungen an weißblühenden Leinsippen. *Ber. dtsch. bot. Ges.* **42**, 434—441 (1924).

14. KAPPERT, H.: Über den Rezessivenausfall in den Kreuzungen gewisser blau- und weißblühender Leinsippen. Z. ind. Abst.- und Vererb.-lehre **53**, 38—66 (1929).
15. KIKUCHI, M.: Cytological studies of the genus *Linum* L. Jap. J. of Genet. **4**, 202—212 (1929).
16. KREMER, E.: Beiträge zur Kenntnis des Winterleins. Faserforschung **3**, 181—217 (1923).
17. KRÜGER, W.: Die Sorten- und Züchtungsfrage im Flachsbaue mit variationsstatistischen Untersuchungen von Zuchtstämmen und -sorten. Bot. Archiv **10**, 33—81 (1925).
18. REIJNDERS, A. M. F.: De morphologische onderscheidbare kernsubstanties en hare wederzydsche verdeling in de kern bij de hoogere planten. Diss. Groningen 1926.
19. SCHILLING, E.: Weißfleckige und stärkehaltige Leinsamen. Faserforschung **2**, 276—281 (1922).
20. SCHILLING, E.: Welchen Einfluß übt verschiedene Siebung und Kornschwere auf den Ernteertrag und die Faserausbeute bei reinen Leinzüchtungen aus. Faserforschung **8**, 195—211 (1930).
21. SHIMANOVICZ, S.: Flax and Hemp Breeding in U. S. S. R. Bull. of Applied Bot., of Genetics and Plant Breeding. Suppl. **35**, 503—524 (1929).
22. SIMONET, MARC.: Etude cytologique de *Linum usitatissimum* L. et de *Linum angustifolium* Huds. Arch. d'Anat. microsc. **25**, 372—381 (1929).
23. SYLVÉN, NILS.: Einige Spaltungszahlen bei Kreuzungen zwischen blau- und weißblühenden Varietäten von *Linum usitatissimum*. Hereditas **7**, 75—101 (1925/26).
24. TAMMES, TINE: Der Flachsstengel, eine statistisch-anatomische Monographie. Nat. Verh. Holl. Maatsch. Wet. Haarlem, derde Verz. Deel 6, vierde stuk, 285 pp. (1907).
25. TAMMES, TINE: Het gewone vlas en het vlas met opspringende vruchten. Album der Natuur, **12** pp. (1908).
26. TAMMES, TINE: Das Verhalten fluktuierend variierender Merkmale bei der Bastardierung. Rec. trav. bot. néerl. **8**, 201—288 (1911).
27. TAMMES, TINE: Einige Korrelationserscheinungen bei Bastarden. Rec. trav. bot. néerl. **10**, 69—84 (1913).
28. TAMMES, TINE: Die Erklärung einer scheinbaren Ausnahme der Mendelschen Spaltungsregel. Rec. trav. bot. néerl. **11**, 54—69 (1914).
29. TAMMES, TINE: Die genotypische Zusammensetzung einiger Varietäten derselben Art und ihr genetischer Zusammenhang. Rec. trav. bot. néerl. **12**, 217—277 (1915).
30. TAMMES, TINE: Die gegenseitige Wirkung genotypischer Faktoren. Rec. trav. bot. néerl. **13**, 44—62 (1916).
31. TAMMES, TINE: Die Flachsblüte. Rec. trav. bot. néerl. **15**, 185—227 (1918).
32. TAMMES, TINE: Der blaublühende und der weißblühende Flachs und ihre Bedeutung für die Praxis. Mitt. Forschungsinst. Sorau **6/7**, 4 S. (1920).
33. TAMMES, TINE: Genetic analysis, schemes of co-operation and multiple allelomorphs of *Linum usitatissimum*. J. Genet. **12**, 19—46 (1922).
34. TAMMES, TINE: Das genotypische Verhältnis zwischen dem wilden *Linum angustifolium* und dem Kulturlein, *Linum usitatissimum*. Genetica **5**, 61—76, (1923).
35. TAMMES, TINE: Vlas en vlasveredeling. Ned. Genet. Ver. Meded. **18**, 78 (1924).
36. TAMMES, TINE: Genetische Studien über die Samenfarbe bei *Linum usitatissimum*. Hereditas **9**, 10—16 (1927).
37. TAMMES, TINE: The genetics of the genus *Linum*. Bibliographia. Genetica **4**, 1—36 (1928).
38. TOBLER, F.: Über die Fasern von Samenflachssorten. Faserforschung **1**, 45—62 (1921).
39. TOBLER, F.: Zur Kenntnis der Wirkung des Kaliums auf den Bau der Bastfaser. Jb. wiss. Bot. **71**, 26—51 (1929).
40. TOBLER, F.: Der Einfluß des Kaliums auf die Bildung der Faserzellwand der Faserpflanzen. Z. Pflanzenernähr. **13**, 1—6 (1929).
41. VAVILOV, N. J.: Studies on the origin of cultivated plants. Inst. de Botan. appliquée et d'amélioration des plantes. Leningrad, p. 182—194 (1926).
42. VRIES, HUGO DE: Die Mutationstheorie II, S. 169 (1903).
43. ZIJLSTRA, K.: Vergelijkende bepalingen van het vezelgehalte van vlas. Versl. van landbouwk. onderz. der R. Landbouwproefstations No. 32, 172—179 (1927).
44. SCHILLING, E.: Botanik und Kultur des Flachs. Technol. der Textilfasern **5**, 49—212 (1930).

(Aus dem Ukrainischen Institut für Genetik und Pflanzenzüchtung.)

## Röntgen-Mutationen beim Weizen (*Triticum vulgare*)

(vorläufige Mitteilung).

Von **A. A. Sapëhin**, Odessa.

Nachdem es MULLER 1927 gelungen war, bei *Drosophila melanogaster* durch Röntgenbestrahlung experimentell Mutationen hervorzurufen, sind mehrere ähnliche Untersuchungen auch an anderen Objekten veröffentlicht worden, darunter eine Arbeit von L. J. STADLER (J. Hered. 1930, 1) an Gerste, Weizen u. a. STADLER gelang es, mehrere Mutationen bei der Gerste und

keine einzige beim Weizen zu erzielen, dabei arbeitete er mit einer annähernd gleichen Voltage, wie die von MULLER angewandte. Derselben Methodik bediente sich auch L. DELAUNAY (Wissenschaftliches Selektions-Institut zu Kijew, 1930, VI, 2), der beim Weizen einige wenige Mutationen erhalten hat.

Bei meinen Versuchen gebrauchte ich ver-