

STROHMEYER, G.: Zur Methodik von Pollenflugversuchen. Züchter 9, (1937). — NÄGELI, W.: Über die Bedeutung von Windschutzstreifen zum Schutze landwirtschaftlicher Kulturen. Schw. Zeitschr. Forstw. 92, 265 (1941). — OORT, A. J. P.: De verspreiding van de Sporen van Tarwestuifbrand (*Ustilago tritici*) door de Lucht. Tijdschrift over Plantenziekten 46, 1 (1940). — PERSSON, A.: Frequenzen von Kiefernpollen in Südschweden 1953 und 1954. Z. Forstgenetik 4, 129 (1955). — POHL, F.: Freilandversuche zur Bestäubungsökologie der Stieleiche. Beih. Bot. Cbl. 51, 673 (1933). — POHL, F.: Die Pollenerzeugung der Windblütler. Beih. Bot. Cbl. 56 A, 365 (1937). — REMPE, H.: Untersuchungen über die Verbreitung des Blütenstaubes durch die Luftströmung. 1938, p. 93. — ROEMER, TH.: Ober die Reichweite des Pollens beim Roggen. Zeitschr. Züchtung A 17, 14 (1932). — SARVAS, R.: On the flowering of birch and the quality of seed crops. Comm. Inst. For. Fenniae. 40, 7, p. 1 (1952). — SCAMONI, A.: Über Eintritt und Verlauf der männlichen Kiefernblüte. Zeitschr. Forst- u Jagdw. 70, 289 (1938). — SCAMONI, A.: Beobachtungen über den Pollenflug der Kiefer und Fichte. Forstw. Cbl. 68, 735 (1949). — SCHMIDT, W.: Die Verbreitung von Samen und Blütenstaub durch die Luftbewegung. Österr. Bot. Zeitschr. 67, 313 (1918). — SCHMIDT, W.: Der Massenaustausch in freier Luft und verwandte Erscheinungen. Probl. d. Kosm. Physik 7, 118 pp. (1925). — SPRAGUE, H. B.: Breeding rye by continuous selection. Jour. Am. Soc. Agron. 30, 287 (1938). — STEPANOV, K. M.: Dissemination of infective diseases of plants by air currents. Bull. Pl. Prot. Leningr., Ser. 2, Phytopath., no. 8, p. 1 (1935). — SUNDELIN, G.: Självfertilitet och självsterilitet hos Beta.

Sveriges Utsädesför. tidskr. 44, 329 (1934). — SUTTON, O. G.: A theory of eddy diffusion in the atmosphere. Proc. Roy. Soc., Ser. A., 135, 143 (1932). — SUTTON, O. G.: Wind structure and evaporation in a turbulent atmosphere. Proc. Roy. Soc., Ser. A., 145, 701, (1934). — SUTTON, O. G.: The problem of diffusion in the lower atmosphere. Quart. Jour. Roy. Met. Soc. 73, 257 (1947a). — SUTTON, O. G.: The theoretical distribution of airborne pollution from factory chimneys. Quart. Jour. Roy. Met. Soc. 73, 426 (1947b). — SUTTON, O. G.: Micrometeorology. London, McGraw-Hill 1953, 333 pp. — TAYLOR, G. I.: Diffusion by continuous movements. Proc. London Math. Soc., 2nd Ser., 20, 196 (1922). — WADLEY, F. M., and WOLFENBERGER, D. O.: Regression of insect density on distance from center of dispersion as shown by a study of the smaller european elm bark beetle. J. Agr. Res. 69, 299 (1944). — WILSON, E. E., and BAKER, G. A.: Some aspects of the aerial dissemination of spores, with special reference to conidia of *Sclerotinia Laxa*. J. Agr. Res. 72, 301 (1946). — WIT, F.: The pollination of perennial rye grass (*Lolium perenne* L.) in clonal plantations and polycross fields. Euphytica 1, 95 (1952). — WOLFENBERGER, C. O.: Dispersion of small organisms, distance dispersion rates of bacteria, spores, seeds, pollen and insects, incidence rates of diseases and injuries. Am Midl. Nat. 35, 1 (1946). — WRIGHT, J. W.: Pollen dispersion of some forest trees. Northeastern For. Exp. St., St. Paper 46, 42 pp. (1952). — WRIGHT, J. W.: Pollen-dispersion studies: some practical applications. Jour of For. 51, 114 (1953). — WRIGHT, S.: Isolation by distance. Genetics 28, 114 (1943).

(Aus dem Institut für Forstsamenkunde und Pflanzenzüchtung in München)

## Altersphasenentwicklung der Waldbäume und Forstpflanzenzüchtung

Von E. ROHMEDEK

(Eingegangen am 10. 9. 1956)

Bei vielen Waldbäumen wurde seit langer Zeit beobachtet und nachgewiesen, daß die Blattorgane junger und alter Bäume morphologisch und anatomisch verschieden sind. Es sei auf die in Forstkreisen wenig bekannten Arbeiten von GOEBEL (6), NORDHAUSEN (10) und SCHRAMM (20) verwiesen. Während man früher die Verschiedenheit der Blätter bei jungen und alten Bäumen ausschließlich auf Licht- und Ernährungseinflüsse zurückführte und demgemäß die Begriffe Licht- und Schattenblätter prägte, ist durch die genannten Arbeiten erwiesen, daß das Licht zwar wesentlich, aber nicht ausschließlich Bau und Gestalt der Blätter formt; es modifiziert die Gestalt bei gleichalten Pflanzen; aber nicht alle Unterschiede in Bau und Gestalt der Blätter, die zwischen jungen und alten Bäumen auftreten, können durch den Lichtfaktor oder andere Umweltseinflüsse allein erklärt werden. Der Beweis dafür ließ sich dadurch erbringen, daß bei Baumsämlingen, die nicht im Waldesschatten, sondern im vollen Freilandlicht angezogen werden, die Primärblätter deutlich die Eigentümlichkeit der sog. Schattenblätter aufweisen. Diese Eigentümlichkeit sind unter anderem geringere Blattdicke und schwächere Ausbildung des Palisadengewebes. Die Primärblätter des Baumsämlings, die in ihrer Gestalt und in ihrer anatomischen Struktur erheblich von den „normalen“ Blättern des erwachsenen Baumes abweichen, stellen erblich fixierte Jugendformen dar. Das Blatt des älteren Baumes dagegen, das man gemeinhin als Sonnenblatt bezeichnet, ist das Ergebnis einer längeren Entwicklungszeit; es ist die Folge- oder Altersform. Zwischen Jugend- und Altersform reihen sich Übergangsstufen aneinander. Bei der Buche dauert es etwa 20 Jahre, bis der Baum die typischen Alters- oder sog. Sonnenblätter bildet. Freiland und Besonnung können die Entwicklung von der Jugend- zu der Altersform fördern, Lichtmangel und

Beschattung erheblich hemmen und verzögern. Das Durchlaufen der einzelnen Altersphasen ist außerdem individuell verschieden. Einzelne Pflanzen verlassen das Jugendstadium rascher als andere.

Das bekannteste Beispiel für die Heterophyllie junger und alter Pflanzen ist der Efeu. *Hedera helix* bildet in der Jugend kriechende Triebe mit dünnen, fünfteilig gelappten Blättern. Im Verlauf der Entwicklung werden die Blatteinbuchtungen weniger ausgeprägt, und im Alter trägt die Pflanze senkrecht aufstrebende Triebe mit ungelappten, eiförmigen und zugespitzten Blättern (Abb.1).

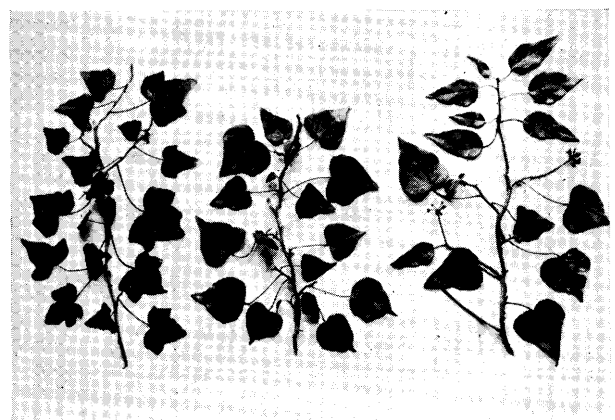


Abb. 1. — Efeublätter einer Pflanze. — Links: Jugendform vom unteren Teil mit fünfteilig gelappten Blättern; — in der Mitte: Übergangsform; — rechts: Altersform vom oberen Teil mit ungelappten, eiförmigen und zugespitzten Blättern und mit Fruchtständen. (Foto: R. DIMPFLEMEIER)

Die Jugendphase trägt keine Blüten und Früchte, die Altersphase ist fertil. Beide Entwicklungsstadien lassen

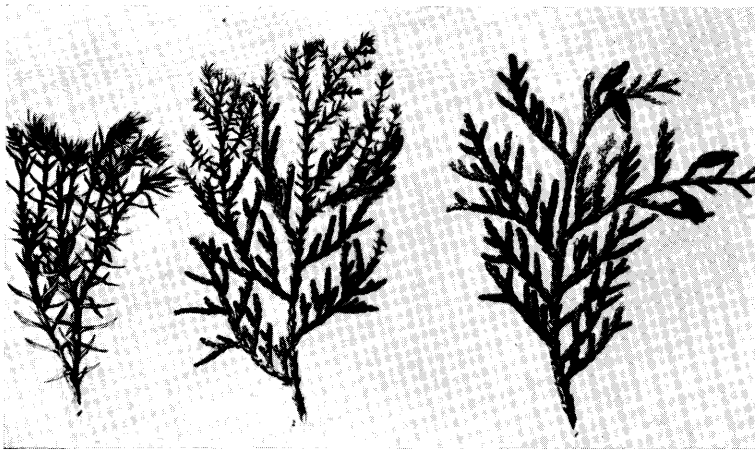


Abb. 2. — Verschiedene Altersformen in der Benadelung von *Thuja occidentalis*. — Links: Jugendform mit spitzen Nadeln, var. *ericoides*, — Mitte: Übergangsform mit teils spitzen, teils schuppiger Nadeln, var. *ellwangeriana*, — rechts: Altersform mit schuppigen Nadeln, var. *typica*. (Nach BEISSNER, aus BEISSNER-FITSCHEN: Nadelholzkunde. Mit frdl. Erlaubnis des Verlages P. Parey — Berlin und Hamburg)

sich vegetativ durch Stecklinge vermehren, die Jugendphase allerdings viel leichter als die Altersphase; die Gärtner bezeichnen die Altersphase als *Hedera helix arborea* und vermehren sie überwiegend durch Pfropfung. FRANK und RENNER (5) gelang eine Rückentwicklung der Folgeform des Efeus zur Jugendform durch Kälteschock, Rönt-

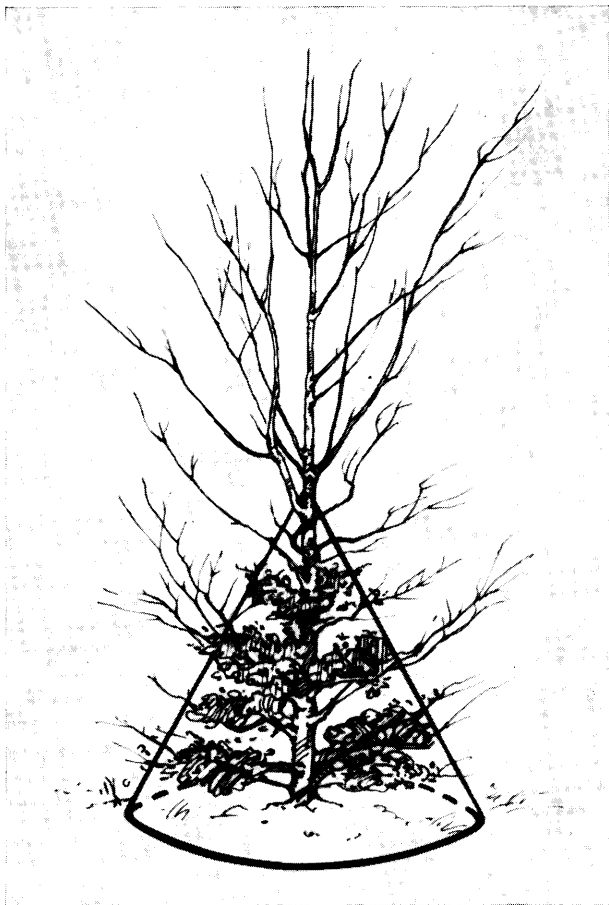


Abb. 3. — Jüngere Buche, die im inneren Teil der unteren Krone im Winter die Blätter behält, was die Jugendphase kennzeichnet (durch die kegelförmige Begrenzungslinie angedeutet), im oberen und äußeren Kronenteil folgt die weitere Entwicklungsphase, in der die Buche das Laub im Winter abwirft. (Nach einem Originalfoto von M. SCHAFFALITZKY gezeichnet)

genbestrahlung und vor allem dadurch, daß sie Jugend- und Alterssprosse in einem Wassergefäß zur Bewurzelung brachten. Eine ähnliche Verjüngung (Rejuvenation) erreichte DOORENBOS (4) durch Pfropfung eines Altersformsprosses auf einen Jugendsproß. Aus diesen Forschungsergebnissen kann man folgern, daß gewisse, der Jugendform eigene Wirkstoffe die Rückentwicklung zur Jugendform fördern.

Ein weiteres Beispiel für die von der typischen Altersform abweichende Blattgestalt bieten die Jugendformen der *Cupressaceen*. Bei den Gattungen *Chamaecyparis*, *Thuja* und *Juniperus* gibt es Arten, die im ersten Jugendstadium Pflanzen mit spitznadeligen Blattorganen erzeugen, während im Laufe kürzerer oder längerer Entwicklung die gleichen Pflanzen schuppenförmige Blattorgane tragen. Auch hier lassen sich die Entwicklungsstadien durch vegetative Vermehrung eine Zeit lang fixieren, so daß von der gleichen Species drei „Varietäten“ im Handel sind, z. B. bei *Thuja occidentalis* die Jugendform *ericoides* mit spitzen Nadeln, die Übergangsform mit teils spitzen, teils schuppenförmigen Nadeln, die als *ellwangeriana* bezeichnet wird, und die typische Altersform mit schuppigen Nadeln (Abb. 2). Die Japaner mit ihrer hohen Gartenkultur verstanden es seit langem, erste Seitensprosse der Jugendformen vegetativ zu vermehren. Von Japan aus kamen solche Jugendformen auch zu uns. Da man sie mit den damals bekannten Gattungen und Arten nicht identifizieren konnte, faßte man sie in einer neuen Gattung *Retinospora* zusammen. BEISSNER (1, 2) ist die Aufklärung zu danken, daß es sich dabei nicht um eine besondere

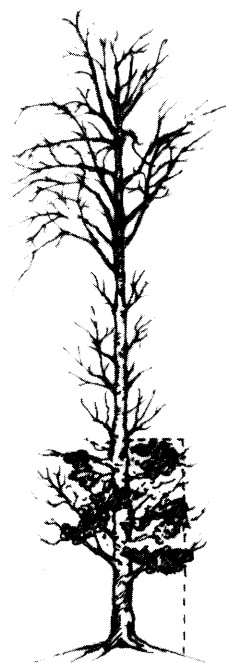


Abb. 4. — Altbuche mit eingengter Krone und sehr vielen bis zum Boden reichenden Wasserreisern. Die untersten Wasserreiser werfen im Winter ihre vertrockneten Blätter nicht ab, da sie der Jugendphase angehören. (Nach einem Originalfoto von M. SCHAFFALITZKY gezeichnet)

Gattung handelt, sondern um Jugendformen längst bekannter Arten.

Solche Jugend- und Altersformen gibt es jedoch in mehr oder minder stark ausgeprägter Form bei allen Waldbäumen. SCHAFFALITZKY DE MUCKADELL (18) hat Jugend- und Altersformen bei der Buche an deren Belaubung nachgewiesen. Die Jugendform der Buche ist unter anderem dadurch gekennzeichnet, daß sie im Herbst und Winter die vertrockneten Blätter nicht abwirft. In der späteren Entwicklungsphase wird der Jahrring soweit ausgebildet, daß die Blätter im Herbst abgestoßen werden (Abb. 3). Wenn man auf dieses in die Augen springende Merkmal achtet, kann man im winterlichen Buchenwald an Hand des nicht abgeworfenen Laubes sofort bei verschiedenen alten Buchen feststellen, wieweit die Jugendphase reicht. Daß es sich um erblich fixierte Eigenschaften handelt, hat SCHAFFALITZKY dadurch nachgewiesen, daß er von einer älteren Buche mit eingeklemmter Krone und mit zahlreichen bis zum Boden reichenden Wasserreisern (Abb. 4) Pfropfreiser schnitt und diese auf Unterlagen pflanzte. Die Reiser stammten

- a) von blattbehaltenden Wasserreisern, also von der Jugendform,
- b) von blattabwerfenden Wasserreisern und
- c) von blattabwerfenden Zweigen der Krone, also von der Altersform.

Die Pfropflinge behielten die Eigenschaften des Blattbehaltens oder des Blattabwerfens genau so bei, wie die entsprechenden Zweige am alten Baum (Abb. 5). SCHAFFALITZKY (19) hat in einer zweiten Studie die Theorie aufgestellt und durch Versuche belegt, daß sehr alte Buchen ein Stadium erreichen, das durch häufiges und reichliches Blühen gekennzeichnet ist. Dieses Stadium scheint allerdings weit weniger gefestigt als das blattbehaltende Jugendstadium.

Daß die Lehre von den Altersphasen der Waldbäume auch zu einer nicht im Bereich der Züchtung liegenden Nutzenanwendung führen kann, zeigt Abbildung 6. Verwendet man für eine Buchenhecke Sämlinge oder Pfropflinge, deren Reiser der Jugendform entstammen, so behält eine solche Hecke den Winter über ihr Laub und bleibt dicht. Bei der Verwendung von Pfropfreisern aus der Altersphase verlieren gleichalte Pfropflinge jedoch ihr Laub, die Hecke erweckt einen lückigen Eindruck.

Allen Forstpflanzenzüchtern sind die starken Habitus-Unterschiede bei Fichtenpfropflingen bekannt je nachdem, ob die Reiser von alten oder jungen Bäumen gewonnen wurden. In der Regel pflanzen wir Reiser von alten Bäumen. Die Pfropflinge sehen daher bekanntlich so aus, als hätte man die abgehackten Gipfelstücke von Altbäumen in den Boden gesteckt. Diese Erscheinung wird durch die Abbildung 7 veranschaulicht, auf der gleichalte Pfropflinge dargestellt sind; bei der linken Pflanze stammt das Reis von einer 16jährigen Pflanze (Jugendform), bei der rechten von einem 150jährigen Baum (Altersform).

In den letzten Jahren hat PASSECKER (11, 12, 13, 14) die Lehre von den Altersphasen bei seiner züchterischen Beschäftigung mit Obstbäumen fortentwickelt. Er weist an Hand des in Abbildung 8 wiedergegebenen Schemas darauf hin, daß

der Baum von der Jugendphase über die Übergangsphase in die Altersphase hineinwächst. So ist es erklärlich, wenn auch dem Laien bei der erstmaligen Beschäftigung mit dieser Frage schwer verständlich, daß die jüngsten, zuletzt gebildeten Baumteile, nämlich die obersten und äußersten Zweige der Krone der Altersphase angehören, während die ältesten Baumteile nahe der Wurzel der Jugendphase zuzurechnen sind. Wenn alte Bäume durch Wasserreiser oder Wurzelschößlinge wurzelnahe Triebe bilden, hat man an ein und demselben Baum alle Entwicklungsphasen zur Verfügung und kann dementsprechend ein Individuum auch vegetativ auf eine jüngere Entwicklungsstufe zurückführen.

Bei jahrhundertelanger fortgesetzter vegetativer Vermehrung sind durch die unbestreitbaren Veränderungen an den Vegetationspunkten Alterungs-, Abbau- und Verfallserscheinungen zu befürchten. Nach PASSECKER tritt eine solche Alterung der Klone jedoch nur dann oder jedenfalls früher auf, wenn man zur Pfropfung oder Stecklingsvermehrung wiederholt Altersphasensprosse benutzt hat. Umgekehrt kann man durch die Verwendung von Jugendsprossen den Klon viel länger im jugendlichen Zustand erhalten. Die Frage der Klonalterung bei langfristig vegetativ vermehrten Pappelklonen hat der Verfasser (15) in



Abb. 5. — Drei Töpfe mit je 18 Buchenpfropflingen. Die Reiser dieser Pfropflinge stammen von dem Baum, der in Abb. 4 dargestellt ist. Links: blattbehaltende Wasserreiser der Jugendform, — Mitte: blattabwerfende Wasserreiser, — rechts: blattabwerfende Reiser der Altkrone (Altersform). (Foto von SCHAFFALITZKY)



Abb. 6. — Buchenhecke mit verschiedener Begründungsform. — Links: Pfropflinge mit blattabwerfenden Reisern der Altersform, — rechts: Sämlinge mit blattbehaltenden Reisern der Jugendform. (Foto M. SCHAFFALITZKY, Abb. 3—6 mit freundlicher Genehmigung der Herausgeber von *Physiologia Plantarum*)

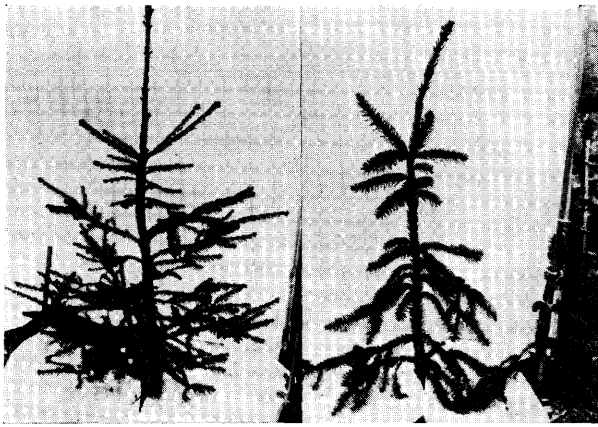


Abb. 7. — 4jährige Fichtenpflöpflinge, zu gleicher Zeit gepflöpf und unter gleichen Umweltsbedingungen aufgewachsen. — Bei der linken Pflanze stammt das Reis von einem 16jährigen Bäumen (Jugendform), — bei der rechten von einem 150jährigen Baum (Altersform). (Foto: R. DIMPFLEMEIER)

einer gesonderten Abhandlung dargestellt. Hier soll allein die Frage erörtert werden, welche Folgerungen die Forstpflanzenzüchtung aus der Lehre von den Altersphasen der Waldbäume ziehen kann und muß.

Zwei Tatsachen aus dem Gebiet der Altersphasenlehre verdienen bei forstpflanzenzüchterischen Maßnahmen besondere Beachtung:

1. Unsere Waldbäume werden erst nach einer mehr oder minder langen, nach Gattungen verschiedenen Entwicklungszeit fertil. Die typischen Jugendformen, z. B. die sog. *Retinispora*-formen der *Cupressaceen* tragen fast nie Blüten und Samen. Einige Ausnahmen sind beschrieben (3, 9). Auch beim Efeu fruchtet erst die baumförmige Altersform mit ungelappten Blättern. Bei den Waldbäumen kennen wir zwar ausgefallene Frühfrüchter; in der Regel jedoch ist Fertilität an ein späteres gattungs- und artbedingtes Entwicklungsstadium gebunden. Wenn wir demnach Reiser für generative Zwecke, z. B. für Pflöpfung zu Samenplantagezwecken gewinnen, ist sehr darauf zu achten, daß wir fertile Altersformen wählen. Es wäre verfehlt bei Laubhölzern Wasserreiser aus dem unteren Stammteil, die noch der sterilen Jugendphase angehören,

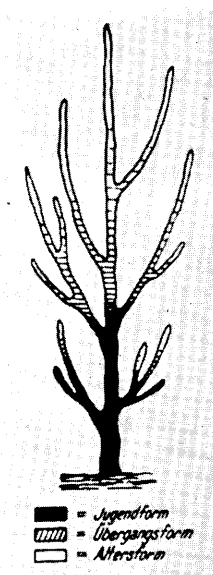


Abb. 8. — Schema von den Altersphasen der Waldbäume. (Nach PASSECKER)

für solche Zwecke zu benutzen, selbst wenn ein solcher Baum mehrere hundert Jahre alt wäre. SCHAFFALITZKY DE MUCKADELL (19) vertritt in einer Studie über die Blühphase der Buche die Ansicht, daß bei dieser Baumart besonders sorgfältig darauf zu achten ist, nur blühwillige Reiser von solchen Altbäumen, die schon mehrmals und reichlich geblüht haben, zur Pflöpfung für Samenplantagen zu verwenden. Auf nicht ausreichende Beachtung dieser Forderung führt er die Tatsache zurück, daß im Arboretum Hørsholm von den dort gepflöpfen 90 Buchenklonen mit insgesamt 3000 Pflöpfungen in den Jahren 1948 bis 1954 nur 6 Klone und von diesen nicht alle Angehörigen geerntet haben. Die Blühwilligkeit ist allerdings nicht nur altersbedingt, sondern auch von mehreren Umweltfaktoren, z. B. von der Besonnung und bei Pflöpfungen auch von der Unterlage abhängig. Von der Unterlage, die der Jugendform angehört, kann möglicherweise ein Reiz zur Rückentwicklung in jüngere Altersstufen ausgehen. Nach den Untersuchungen von FRANK und RENNER (5) über die „Verjüngung“ des Efeus besteht durchaus die Möglichkeit, daß auch bei Pflöpfungen von Waldbäumen für Samenplantagen von der der Jugendphase angehörenden Unterlage chemische Stoffe in den Pflöpfung gelangen, die dessen altersbedingte Blühwilligkeit hemmen oder verringern. Aus diesen Erwägungen heraus wären Versuche erwünscht als Unterlagen Nachkommen von frühfruchtenden Einzelbäumen zu verwenden oder die Samenplantagen aus autovegetativ vermehrten Klonen aufzubauen, also nicht Pflöpflinge, sondern Stecklinge auf eigener Wurzel zu benutzen. Um letzteres zu erreichen, müßten allerdings erst Verfahren erarbeitet werden, auch die Altersformsprosse unserer Waldbäume leichter als bisher zum Bewurzeln zu bringen.

2. Die vegetative Vermehrung der Waldbäume durch Stecklinge gelingt, wie zahlreiche Abhandlungen der letzten Jahre zeigen (7, 8, 16, 17, 21, 22, 23) um so besser, je jünger die Pflanzen sind, von denen man Stecklinge zum Bewurzeln bringt. Reiser von jungen Pflanzen bewurzeln sich rascher und liefern einen wesentlich höheren Prozentsatz bewurzelter Pflanzen als solche von alten Bäumen. Unter dem Blickwinkel der Altersphasenlehre bedeutet das: Stecklinge von Jugendformen der Waldbäume bewurzeln sich leicht, solche von Altersformen dagegen schwer. Aus der Fülle der Literaturbelege zu dieser Tatsache erscheinen einige besonders beachtenswert. Nach SEWEROWA (22) besteht z. B. bei der Kiefer bereits ein deutlicher Unterschied, ob man Reiser von 1- oder 5jährigen Pflanzen zum Bewurzeln bringt. Reiser von 1jährigen Sämlingen bewurzeln sich in 18 Tagen zu 90%, solche von 5jährigen Pflanzen in 30 Tagen zu nur 50%. Nach Untersuchungen von PASSECKER (14) gilt diese Gesetzmäßigkeit nicht nur für die oberirdischen Zweige der Obstbäume, sondern sogar auch für Wurzeln. Die stammnahen Jugendformen der Wurzeln bilden leichter und mehr Schößlinge als die stammfernen Altersformen. Nach einer Mitteilung von SCHRÖCK (21) hat dessen Mitarbeiter LEHNERT die gleiche Feststellung an Aspenwurzeln getroffen: Wurzelschößlinge bildeten sich um so leichter und mehr, je näher die dazu benutzten Wurzeln dem Stammfuß entstammten.

Die Folgerungen aus der Altersphasenlehre für die Forstpflanzenzüchtung lauten daher: Bei Verwendung von Zweigmaterial für generative Zwecke (vor allem Pflöfreiser für Samenplantagen) verwende man grundsätzlich nur ausgesprochen blühwillige Altersformen, bei Verwendung von Zweigen zu vegetativen Zwecken (Klonvermehrung)

rung für Holzanbau, Pfropfung zu Klonprüfungen) verwendet man Zweige aus der Jugendphase.

Diese Empfehlungen erscheinen vielleicht selbstverständlich. Daß sich in der praktischen Durchführung jedoch manche Zweifelsfälle ergeben und daß man bisher manchmal noch nicht die letzten Folgerungen aus der Altersphasenlehre gezogen hat, mögen die nachfolgenden Beispiele aus eigener Züchtungsarbeit zeigen.

1. Die Graupappel *Populus canescens* würde in der Praxis viel mehr zum Anbau verwendet, wenn sie sich ebenso leicht wie die Schwarzpappelhybriden aus Steckholz nachziehen ließe. In der Vermutung, daß sich unter zahlreichen Bäumen vielleicht doch einige wenige finden lassen, deren Zweige sich leichter und mit ausreichendem Erfolg bewurzeln lassen als die Mehrzahl, versuchten wir mit und ohne Wuchsstoffe, in Erd- und Wasserkulturen in zwei Frühjahren Steckhölzer zur Bewurzelung zu bringen, die von Zweigen aus der Krone von 85 Altbäumen geschnitten waren. Die Bäume waren im Forstamt Ingolstadt des Wittelsbacher Ausgleichsfonds gefällt worden. Unsere Bemühungen waren nahezu erfolglos. Zwar bildeten die Steckhölzer einiger Bäume etwas eher und reichlicher Kallus als die anderer, aber im ganzen betrachtet reichte bei allen untersuchten Bäumen die Bewurzelung der Steckhölzer für praktische Zwecke nicht aus. Zwei Jahre später übersandte uns Dr. KREMBs Wurzelbrutschößlinge aus der Umgebung von 11 eingeschlagenen Altbäumen, die seiner Erinnerung nach besonders wüchsig waren und gutes Holz geliefert hatten. Diese Ruten zerschnitten wir zu Steckhölzern, die mit Wurzelfix vorbehandelt und in einem gewöhnlichen Gartenbeet abgesteckt wurden. Überraschenderweise entwickelten sich aus diesem Material reichlich bewurzelte Jungpflanzen. Der prozentuale Bewurzelungserfolg war von Klon zu Klon verschieden, wie wir das erwartet hatten und wie es Abbildung 9 darstellt. Wesentlich jedoch ist, daß es gelungen ist, aus den Wurzelbrutschößlingen (Jugendform) für wirtschaftliche Zwecke ausreichende Bewurzelung zu erzielen, während dies aus den von Zweigen der Altkronen geschnittenen Steckhölzern (Altersform) nicht gelungen war. Nach diesen Erfahrungen ist zu vermuten, daß sich manche unserer Laubbäume, wie Erle, Birke, Ahorn u. a., wahrscheinlich auch viel leichter aus Steckholz werden nachziehen lassen, wenn wir ausgesprochene Jugendformen für die vegetative Nachzucht verwenden.

2. In einer jetzt 6jährigen Schwarzerlenplantage mit den Herkünften Rott am Inn und Seeshaupt blühte in den letzten zwei Jahren bereits eine gewisse Anzahl der Pfropflinge. Dabei fiel auf, daß einige Klone Blüten an-

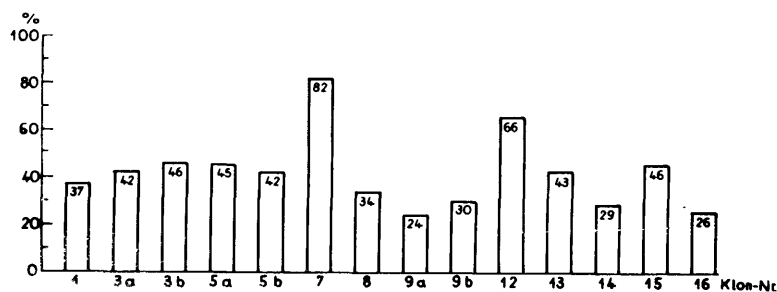


Abb. 9. — Bewurzelungsprozente von 11 Graupappelklonen; das Bewurzelungsprozent schwankt von Klon zu Klon erheblich; alle Steckhölzer dieses Versuches waren aus Wurzelbrutschößlingen (Jugendphase) geschnitten, die sich relativ leicht bewurzeln. Steckhölzer aus der Krone der gleichen Altbäume (Altersform) hatten jedoch gänzlich versagt.

setzten, andere noch nicht. Das ist nicht überraschend. Auffällig war, daß von einem Klon, nämlich Nummer 5 Rott am Inn, einige Pfropflinge mehrere, andere gar keine Blüten gebildet hatten. Aus der Plusbaumbeschreibung geht hervor, daß der betreffende Baum sehr wüchsig und gut geformt, jedoch mit einigen Wasserreisern versehen ist, was seinen genetischen Wert nicht zu beeinträchtigen braucht, weil die Wasserreiser durch Kroneneinengung und plötzliche Freistellung hervorgerufen waren. Eine Nachfrage bei der Hilfskraft, welche die Reiser am Altstamm gewonnen hatte, ergab, daß ein Teil der Reiser der oberen Krone entnommen worden war, ein anderer Teil jedoch — da man dort nicht genug Material werben konnte — von Wasserreisern stammt. Man hat also Pfropfreiser aus der blühfähigen Altersform und aus der blühunwilligen Jugendform gewonnen und zur Pfropfung verwendet und braucht sich jetzt nicht zu wundern, wenn einzelne Pfropfbäumchen fruchten, andere nicht. Wenn wir die letzteren durch Beschneiden dauernd niedrig halten würden, könnten wir auch später keine oder nur wenig Blüten erwarten, da das Bäumchen dann künstlich in der Jugendphase zurückgehalten würde. Das Beispiel zeigt, mit welcher Sorgfalt man bei der Pfropfreisergewinnung vorgehen muß und wie die Beachtung der Altersphasenlehre für den Erfolg ausschlaggebend sein kann.

3. Die Züchtung einer gegen Wassermangel wenig empfindlichen, also relativ trockenresistenten Fichtensorte aus dem Ausgangsmaterial einer schlesischen Tieflandsherzkunft führte in Grafrath zu einer Versuchsfläche, die jetzt 16 Jahre alt ist. Wir haben aus dieser Fläche im 14jährigen Alter die zwanzig wüchsigsten Bäumchen ausgesucht, davon Reiser gewonnen und diese gepfropft. Es wäre sehr verlockend, diese Pfropflinge in einer Plantage zu vereinigten und zu versuchen, nach der Auslese auf Trockenresistenz jetzt durch gegenseitige Befruchtung der wüchsigsten Phänotypen einen weiteren Züchtungsschritt in Richtung Wüchsigkeit zu erreichen. Eine solche Maßnahme wäre jedoch falsch, da wir hier noch nicht blühfähige Jugendformen gepfropft haben, von denen wir keinen ausreichenden Zapfenertrag erhoffen können. Wir benutzen daher unsere Klonnachzuchten zur Anlage von Klonprüffeldern, um die Wuchsleistung der einzelnen Klone im Vergleich zu der Leistung der Ausgangsbestockung zu beobachten. Für alle Klonprüfungen ist die Verwendung von Jugendformpfropflingen besonders zu empfehlen. Samenplantagen von unserer relativ trockenresistenten Fichte können wir jedoch erst anlegen, wenn die erste jetzt 16jährige Auslesezüchtungsgeneration in das Stadium der Blühfähigkeit hineingewachsen ist.

4. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse bei den im Herbst 1956 21jährigen Einzelbaumnachkommenschaften von 60 ausgewählten Fichtenmutterbäumen des Forstamts Eichstätt-Ost, die im württembergischen Forstamt Leutkirch auf großer Fläche angebaut sind. Durch die bisherige Nachkommenschaftsprüfung haben wir einzelne Bäume ermittelt, deren Nachkommen in den ersten zwei Lebensjahrzehnten gegenüber anderen überdurchschnittliche Wuchsleistungen aufweisen, andere, die sich durch überdurchschnittlich späte Austreibzeit auszeichnen. Wir haben auch hier in den Nachkommenschaften mit der besten Wuchsleistung die allerbesten Einzelpflanzen ausgesucht, in den Nachkommenschaften mit später Austreibzeit die allerspättest treiben-

den. Wir gewannen Reiser von diesen Bäumen und pflanzten sie auf Unterlagen. Auch hier wäre es verfrüht, solche Pfropflinge zum Aufbau einer Samenplantage verwenden zu wollen, so naheliegend und verlockend dies auch sein mag; denn auch in diesen Fällen würden wir, falls wir die Pfropflinge in üblicher Form beschneiden, Jugendformen fixieren und könnten nur geringen vielleicht überhaupt keinen Zapfenanhang erwarten. Daher benutzen wir auch diese Pfropflinge für Klonprüffelder, um die Wuchsleistungen oder die Eigenschaft des Spätreibens an vegetativ vermehrten Einzelpflanzen aus unserer ersten Absaat weiter verfolgen zu können.

5. Als letztes Beispiel sei die Züchtung einer blasenrostresistenten Sorte angeführt. ROBERT F. PATTON und A. J. RIKER von der Wisconsin-Universität haben uns vor 4 Jahren Samen von *Pinus strobus* übersandt, der aus gelenkter Kreuzung mehrerer blasenrostresistenter Eltern entstanden ist. Die daraus von uns angezogenen Pflanzen unterzogen wir durch Zwischenpflanzung von schwarzen Johannisbeeren einer starken natürlichen Pilzinfektion. In den ersten vier Jahren ist kein einziges Pflänzchen krank geworden. Da es sich bei diesem Material jetzt um 4jährige aus Saat entstandene Pflanzen handelt, hoffen wir aus solchen Jugendformen mit Wuchsstoffnachhilfe Jungpflanzen aus Stecklingen in größerem Umfang vermehren und an die Praxis abgeben zu können. Wenn die Stecklingsvermehrung versagt, könnte man auch an Vermehrung mit Hilfe der Pfropfung denken. Wir können unsere Pflanzen aber nicht verwenden, um sie für die Anlage einer Samenplantage zu benutzen, ehe sie in das Mannbarkeitsalter hineingewachsen sind. Trotz mancher Kunstgriffe, deren wir Forstpflanzenzüchter uns bedienen, erfordern in vielen Fällen unsere züchterischen Schritte doch erheblichen Zeitaufwand. Das zeigen ganz besonders auch die Folgerungen, die wir aus der Altersphasenlehre ziehen müssen.

Die aufgezählten Beispiele ließen sich vervielfachen. Sie alle zeigen, wie notwendig es ist, bei vielen Züchtungsvorhaben auch auf das Altersstadium zu achten, in dem sich unsere Arbeitsobjekte befinden.

### Zusammenfassung der Ergebnisse

1. Durch mehrere grundlegende botanische Arbeiten aus der Zeit von 1890 bis 1910 ist erwiesen, daß die anatomischen und morphologischen Unterschiede in den Blattorganen von jungen und alten Waldbäumen nicht nur durch Licht- und Ernährungseinflüsse bedingt, sondern zum Teil auch Folge des Alters- und Entwicklungszustandes sind. Daher kann man bei Waldbäumen nicht nur von Licht- und Schattenblättern sprechen, sondern mit ebenso viel Berechtigung auch von Jugend-, Übergangs- und Altersformen.

2. Die Lehre von den Altersphasen der Bäume wurde in den letzten Jahren auf dem Gebiet des Obstbaus besonders von PASSECKER, auf dem Gebiet der Forstpflanzenzüchtung von SCHAFFALITZKY DE MUCKADELL fortentwickelt.

3. Zwei Tatsachen aus der Lehre von den Altersphasen der Waldbäume sind für die Forstpflanzenzüchtung von größter Bedeutung:

a) Die Jugend- und ersten Entwicklungsstadien tragen in der Regel keine Blüten; Blühwilligkeit ist mit einem je nach Gattung und Art verschieden spät einsetzenden Folge- oder Altersstadium verbunden.

b) Steckhölzer von Jugendformen bewurzeln sich viel rascher und mit höherem Prozentsatz als solche von Altersformen.

4. Bei der praktischen Forstpflanzenzüchtung ist daher sehr darauf zu achten:

a) für generative Zwecke, z. B. für Pfropfungen zum Aufbau von Samenplantagen nur Zweige der ausgesprochen blühwilligen Altersphase zu verwenden, dagegen z. B. keine der Jugendphase angehörigen Wasserreiser alter Bäume,

b) für vegetative Vermehrungszwecke, z. B. für Stecklingsvermehrung guter Genotypen oder für Klonprüfungszwecke nur Zweige der Jugendphase zu verwenden.

5. Da bei Laubbäumen und manchen Nadelbaumarten Alters- und Jugendformen der Zweige oft am gleichen Baum vorkommen oder durch künstliche Maßnahmen hervorgerufen werden können, kann man vom gleichen Klon auch vegetative Nachkommen aus der Jugend- und Altersphase für verschiedene Zwecke oder für Vergleichsuntersuchungen herstellen.

6. Bei Propfungen geht möglicherweise von der Unterlage, die der Jugendphase angehört, ein Wirkstoffreiz auf den Pfropfling, der aus einem der Altersphase angehörendem Reis entstanden ist, in Richtung auf eine Rückentwicklung in ein jüngeres Stadium aus, so daß dadurch die Blühwilligkeit verringert würde. Aus diesen Erwägungen werden Versuche empfohlen, für Unterlagen Nachkommen von besonders früh fruchtenden Individuen zu benutzen oder Samenplantagen durch Stecklingsvermehrung blühwilliger Reiser aufzubauen.

### Summary

Title of the paper: *Different phases in the development of forest trees and their relation to forest tree breeding.* —

1. Between 1890 and 1910 it was shown in several botanical papers that the anatomical and morphological differences in the leaves of juvenile and adult forest trees were not due only to influences of light and nutrition but follow age and stage of development. Apart from sun and shade leaves it is important to distinguish juvenile and adult leaves and the nuances between them.

2. During recent years PASSECKER has published a theory about the different phases of growth in fruit trees and SCHAFFALITZKY DE MUCKADELL has done the same for forest trees.

3. With regard to forest tree breeding the theory of different phases of growth are of importance in two circumstances.

a) During the juvenile phase trees do not flower. The ability to flower varies from species to another parallel with the entry into the subsequent phases.

b) Cuttings in the juvenile phases root much more easily and with a higher percentage than those of older phases.

4. In forest tree breeding attention must be paid (a) in generative propagation of grafts for use in seed orchards only physiologically old scions which have the ability to develop flowers should be selected, rather than juvenile scions as for instance those from adventitious shoots. (b) On the other hand scions and cuttings in the juvenile phase should be used for the vegetative propagation of good genotypes or for purposes of clonal tests.

5. In broad leaf trees as well as in several coniferous trees juvenile and older forms occur on the same indivi-

dual; or this can be induced by artificial methods. Therefore it is possible to produce vegetative generations of juvenile and adult forms from the same clone for different purposes or for comparative trials.

6. It may be possible that the juvenile root stocks of grafted plants will have an influence (due to the presence of various substances) on the scion which is in an older phase so effecting a reversion of the older into a juvenile stage. To guard against this possibility trials will be commenced using progenies of early flowering individuals in the formation of seed orchards, or forming them with cuttings of scions which already have the capacity to flower.

### Résumé

Titre de l'article: — *Les phases de développement suivant l'âge, chez les arbres forestiers et leurs rapports avec l'amélioration.* —

1. Dans les années comprises entre 1890 et 1910, plusieurs articles purement botaniques ont montré que les différences anatomiques et morphologiques constatées entre les feuilles de jeunes arbres et celles des arbres âgés n'étaient pas dues seulement à l'influence de la lumière et de la nutrition, mais pouvaient être liées à l'âge lui-même et au stade de développement. Il est capital de distinguer, outre les feuilles d'ombre et les feuilles de lumière, les feuilles juvéniles et les feuilles adultes, avec des intermédiaires.

2. Au cours des dernières années, PASSECKER a publié une étude théorique sur les phases de développement suivant l'âge chez les arbres fruitiers, et SCHAFFALITZKY DE MUCKADELL fit la même étude pour les arbres forestiers.

3. Deux aspects de cette théorie ont une importance en ce qui concerne l'amélioration des arbres forestiers:

- a) Pendant la phase juvénile les arbres ne fleurissent pas. L'aptitude à la floraison varie d'une espèce à l'autre parallèlement au point de départ des phases suivantes.
- b) Les boutures prélevées au cours des stades juvéniles s'enracinent plus facilement, et avec un meilleur pourcentage de reprise que celles prélevées sur des arbres à un stade plus avancé.

4. Les conséquences pour la pratique de l'amélioration sont donc les suivantes:

- a) Pour les greffes destinées aux vergers à graines, il faut employer seulement des greffons "âgés" qui possèdent l'aptitude à la floraison et non des pousses juvéniles, par exemple les branches gourmandes.
- b) Au contraire, seuls des greffons et des boutures au stade juvénile doivent être employés pour la multiplication végétative par boutures des bons génotypes ou pour les plantations comparatives de clones.

5. Chez les feuillus et chez certains résineux, les formes juvénile et adulte se trouvent sur le même individu, ou

bien il est possible de déclencher leur apparition artificiellement. — Il est donc possible de produire un développement végétatif des formes juvénile ou adulte, sur le même clone, selon le but et les tests comparatifs que l'on se propose de réaliser.

6. Il se peut que le porte-greffe, au stade juvénile, ait, par l'intermédiaire de certaines substances, une influence sur le greffon qui est au stade adulte, et qu'il ramène ainsi ce dernier au stade juvénile. Pour prévenir ce risque, il est recommandé d'utiliser comme porte-greffes, pour l'établissement des vergers à graines, soit des descendants d'individus à floraison très précoce, soit des plants issus de boutures qui possèdent déjà l'aptitude à fleurir.

### Schrifttum

- (1) BEISSNER, L.: Über Jugendformen von Pflanzen, speziell Koniferen. Ber. dtsch. bot. Ges. 6, 83—86 (1888). — (2) BEISSNER, L.: Handbuch der Nadelholzkunde. Berlin 1909. — (3) BOERNER, F.: Zapfenbildung an *Chamaecyparis pisifera squarrosa*. Deutsche Baumschule 1, 148—149 (1949). — (4) DOORENBOS, J.: "Rejuvenation" of *Hedera helix* in graft combination. Proc. Kon. Nederl. Akad. Wetensch., Serie 1, 57, 99—102 (1954). — (5) FRANK, H., und RENNER, O.: Über Verjüngung bei *Hedera helix* L. Planta 47, 105—114 (1956). — (6) GOEBEL, K.: Über die Jugendzustände der Pflanzen. Flora 72, 1—45 (1889). — (7) HEITMÜLLER, H.-H.: Untersuchungen über die Wirkung synthetischer Wuchsstoffe auf die Stecklingsbewurzelung bei Waldbäumen. Z. Forstgenetik 1, 100—107 (1951/52). — (8) KOMISSAROW, D. A.: Stecklingsvermehrung der Eiche, Kiefer und Lärche durch Wuchsstoffe. Lesnoe chosjaistwo 4, 55—60 (1939). — (9) MICHAELIS, P.: Über die Jugendform der Nachkommen von *Chamaecyparis pisifera* f. *squarrosa* und f. *typica* und ihre Stabilität. Deutsche Baumschule 3, 219—221 (1951). — (10) NORDHAUSEN, M.: Über Sonnen- und Schattenblätter. Ber. dtsch. bot. Ges. 30, 483—503 (1912). — (11) PASSECKER, F.: Jugend und Altersform bei der Aprikose und anderen Obstarten. Gartenbauwiss. 14, 614—625 (1940). — (12) PASSECKER, F.: Entwicklungsphasen und vegetative Vermehrung holziger Gewächse. Zentralbl. ges. Forst- u. Holzwirtschaft 70, 270—292 (1948). — (13) PASSECKER, F.: Geschlechtsreife, Blühwilligkeit und Senilität bei holzigen Gewächsen. Züchter 22, 26—33 (1952). — (14) PASSECKER, F.: Die Entwicklungsphasen der Gehölzpflanzen und ihre praktische Bedeutung. Festschrift f. ERWIN AICHINGER z. 60. Geb., Bd. 1, Wien, pp. 88—102 (1954). — (15) ROHMEDER, E.: Das Problem der Alterung langfristig vegetativ vermehrter Pappelklone. Forstwiss. Cbl. 75, 380—407 (1956). — (16) RUNQUIST, E., und STEFANSSON, E.: Orientierende Versuche zur Stecklingsbewurzelung bei Fichte und Kiefer. Z. Forstgenetik 1, 111—114 (1952). — (17) SATO, T., NEGISI, K., and NAKAMURA, K.: Relations between the rooting and the age of the tree from which cutting are taken. An experiment using clonal materials. Jour. Japan. For. Soc. 35, 69—70 (1953). — (18) SCHAFFALITZKY DE MUCKADELL, M.: Juvenile stages in woody plants. Physiologia Plantarum 7, 782—796 (1954). — (19) SCHAFFALITZKY DE MUCKADELL, M.: A development stage in *Fagus silvatica* characterized by abundant flowering. Physiologia plantarum 8, 370—373 (1955). — (20) SCHRAMM, R.: Über die anatomischen Jugendformen der Blätter einheimischer Holzpflanzen. Flora, Allg. bot. Ztg. 104, 225—295 (1912). — (21) SCHRÖCK, O.: Das physiologische Alter und seine Bedeutung für die Wuchseistung und Abgrenzung von Pappelklonen. Wiss. Abhandl. Deutsch. Akad. Landwirtschaftswiss. Berlin, Nr. 16. Beitr. Pappelforschung, Nr. 1 (1956). — (22) SEWEROWA, A. J.: Vegetative Vermehrung von Nadelbäumen. Akad. Wiss. UdSSR, Moskau 1951. (Russisch.) — (23) YOSHISUJI, S., and MATSUO, Y.: *Eucalyptus* cuttings. Jour. Japan. For. Soc. 36, 225—227 (1954).