

K. G.: Die nackten oder spelzenlosen Gersten. Wechschr. Brauerei 48, 225—229 (1932). — 34. SMITH, L.: Cytology and Genetics of Barley. Botanic. Rev. 17, 1—355 (1951). — 35. STUBBE, H. u. G. BANDLOW: Mutationsversuche an Kulturpflanzen. I. Röntgenbestrahlungen von Winter- und Sommergersten. Züchter 17/18, 365 bis 374 (1946/1947). — 36. THUNAEUS, H.: Nya maltkornsorter genom röntgenbestrålning. Svensk Bryggeritidskr. 61, 73—83 (1946). — 37. WINDISCH, W.: Die technologischen Grundlagen der Erzeugung von Qualitätsbieren im Lichte neuer Erkenntnisse und Pläne. Jb. V. L. B. Berlin 22, 202 (1931). — 38. WINDISCH, W., P. KOHLBACH u. E. SCHILD: Über die chemische Zusammensetzung der verschiedenen Biertypen. Wsch. Brauerei 415—418 (1931).

(Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung der Universität Leipzig.)

Beiträge zur Blütenbiologie des Sanddorns (*Hippophae rhamnoides* L.)¹.

Von GERHARD DARMER.

Mit 10 Textabbildungen.

In einem Sammelreferat über die Forstpflanzenzüchtung des letzten Jahrzehnts unterstreicht W. v. WETTSTEIN (1949) die Bedeutung blütenbiologischer Untersuchungen und meint, daß dieses grundlegende Gebiet im Hinblick auf die Bedürfnisse praktischer Züchtungsarbeiten „bisher wenig Berücksichtigung fand“. Man könnte auch sagen „zu wenig“, handelt es sich hierbei u. E. doch um die unbegründete Vernachlässigung eines wichtigen Sektors der beschreibenden Forschung zugunsten einer in überwiegender Maße als „rein wissenschaftlich“ anerkannten kausalanalytischen Zweckforschung. Diese Außerachtlassung wirkt sich gegenwärtig recht nachteilig auf das gesamte, an der Lösung neuer, weitreichender Aufgaben beteiligte Gebiet der Pflanzenzüchtung aus. So wurde z. B. erst im Jahre 1938 ausführlicher über den Eintritt und Verlauf der Kiefernblüte geschrieben (SCAMONI); diese Untersuchungen erfuhren in den folgenden Jahren eine Ergänzung durch Arbeiten von W. v. WETTSTEIN (1940) und v. WETTSTEIN u. ONNO (1949). In vielen Züchtungsinstituten arbeiten heute Biologen an der Lösung aktueller Probleme der Grundlagenforschung mit, um Lücken in der Kenntnis von den Lebenserscheinungen unserer Versuchspflanzen auszufüllen, und so den praktischen Arbeiten des Züchters eine erfolgversprechende Basis zu geben.

Seit im Jahre 1940 die deutschen Forscher GRIEBEL und HESS erstmalig den hohen Vitamin-C-Gehalt der Früchte des Sanddorns (*Hippophae rhamnoides* L.) ermittelten, bemüht man sich, den als Neulandpionier sehr geeigneten Strauch in zunehmendem Maße auf bisher nicht genutzten Flächen anzubauen oder als ertragbringende Befestigungspflanze bei der Landschaftsgestaltung einzusetzen.

Die erforderlichen Jungpflanzen wurden zunächst den begrenzten Wildvorkommen entnommen. Auch in diesem Falle erwies sich der Mangel an für die Praxis geeigneten Lebensbeschreibungen als ein Hemmnis weiterer Maßnahmen.

Wie aus neuen Beobachtungen und Untersuchungen am Sanddorn (DARMER 1947 a, b; 1948; STOCKER 1948) hervorgeht, besteht die Möglichkeit, den Rahmen der bisherigen Verwendung von Sanddorn bedeutend zu erweitern und den Wildbeständen brauchbares, mannigfaltiges Ausgangsmaterial für züchterische Zwecke zu entnehmen. Für die Kombination hochwertiger Varianten ist u. a. die genaue Kenntnis der Blütenbiologie des getrenntgeschlechtlichen Strauches eine unerläßliche Voraussetzung.

Die Einrichtung der ganz auf Windbestäubung zugeschnittenen Sanddornblüten ist „primitiv“; „blü-

tenbiologisch steht *Hippophae* auf tiefster Stufe und ist vorwiegend anemophil“, sagt HEGI. KNUTH (1899) bezeichnete den Strauch als rein anemophil. Der aus dem flaschenförmigen, zierlichen Perigon der weiblichen Blüte weit herausragende Stylus mit dicht papillöser, zylindrischer — manchmal fast zweilappiger — Narbe läßt schon erkennen, daß *Hippophae rhamnoides*, dessen Blüten entgegen den Angaben von SERVETTAZ (1909)

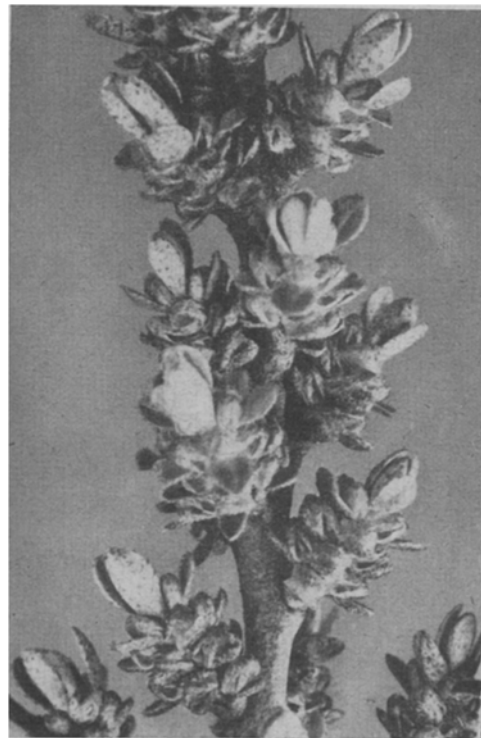


Abb. 1. Zweig mit männlichen Sanddornblüten (vergr.).

keine Nektarien besitzen, ganz auf Windbestäubung angewiesen ist. Obwohl Ameisen und Fliegen (*Bibio marci*) sich zur Zeit des Stäubens häufig in der Nähe der Blütenstände aufhalten, sieht man weder wiederholte Besuche noch ein aufeinanderfolgendes Anfliegen verschiedener benachbarter Blüten. Im Höhepunkt ihrer Entwicklung, also mit 10—20 Jahren, tragen die ährenartigen Blütenstände männlicher Pflanzen je 10 bis 23 Blüten (Abb. 1), während am Grunde jedes weiblichen Jahrestriebes 6 bis 11 Einzelblüten sitzen (Abb. 2). Mit zunehmendem Alter verringert sich die Zahl der Blüten wieder. Die männlichen Blüten sind den weiblichen im allgemeinen in der Entwicklung etwas

¹ Herrn Prof. Dr. E. LEICK, Hiddensee, zum 70. Geburtstage gewidmet.

voraus. Während die kleinen, wurmförmigen, papillösen Narben sich langsam aus den fast ganz von den bergenden Tragblättern verdeckten Perigonien hervorrecken, schwillt das freier liegende Perigon der männlichen Blüten im Schutze eines kleinen, schuppigen Hochblattes kugelig an (Abb. 3, 2a). Nach erlangter Reife reißt es bei trockenem Wetter plötzlich an den beiden Schmalseiten auf und gibt den Pollen frei (Abb. 3, 2a—c).

KERNER (1891), KNUTH (1899) u. a. haben diesen Vorgang so dargestellt, als ob schon zu der Zeit, wenn die beiden schalenförmigen Perigonhälften noch fest geschlossen sind, der staubförmige Pollen in den geschützten Hohlraum innerhalb der Knospe falle und dort gelagert werde. Weht nun ein warmer Wind über



Abb. 2. Zweig mit weiblichen Sanddornblüten (vergr.).

die Sanddornsträucher, so reißen die Längsseiten der „Blasen“, deren konvexe Schalenhälften an den Spitzen miteinander verwachsen bleiben, auf. Nun erst, so sagen die Autoren, wird der Pollen in kleinen Prisen vom Winde aus seiner bisherigen Ablagerungsstätte entführt. Weiter schildert A. KERNER (l. c.), daß bei feuchtem Wetter die beiden Hüllblätter sich rasch schließen und den noch vorhandenen Pollen vor Nässe schützen; bei Eintritt trockener Witterung öffne sich die Kapsel wieder und gestatte dem Winde den Zutritt zum restlichen Pollen.

Untersuchungen noch geschlossener und bereits geöffneter

Männchen-Blüten unter dem Präparier-Mikroskop führten zu folgendem, von obiger Schilderung abweichendem Befund:

Solange die beiden seitlichen Nähte des Perigons noch geschlossen sind (vergl. Abb. 1), tritt auch keine Öffnung der Antheren ein. Es liegt also auch kein Blütenstaub innerhalb der Blütenhülle. Der Pollen ist zu diesem Zeitpunkt noch feucht und klebt zusammen. Übt man dagegen auf Blüten, die kurz vor der Reife stehen, einen leichten, radial zur Blütenachse wirkenden Druck aus, so reißen die Seitennähte des Perigons auf; gleichzeitig öffnen sich auch die beiden Theken mit seitlichen Längsrissen und entlassen den fast trockenen Pollen. Dieser Vorgang wird durch die energische konvexe Rollbewegung der Staubbeutelwandung unterstützt.

Im weiteren Verlauf des Aufblühens weitet sich die Hülle mehr und mehr, indem das sehr dünnwandige Gewebe des polsterförmigen Diskus aufquillt (Abb. 3, 2b) und die an ihrer Spitze noch verbundenen Perigonblätter vom Blütengrunde her auseinandertreibt. Die seitlichen, zunächst schmalen Öffnungen erweitern

sich zu dreieckig-klaffenden Spalten, so daß nun auch der restliche Pollen vom Luftzug erfaßt werden kann. Durch die energische Vorwölbung des nach außen gerichteten Perigonblattes wird das schuppenförmige, die junge Blüte schützende Tragblatt beiseite gedrückt und fällt schließlich ab.

Erst nach Beseitigung dieses Gegendruckes öffnet sich die Blüte ganz, indem sich die an ihrem Scheitel

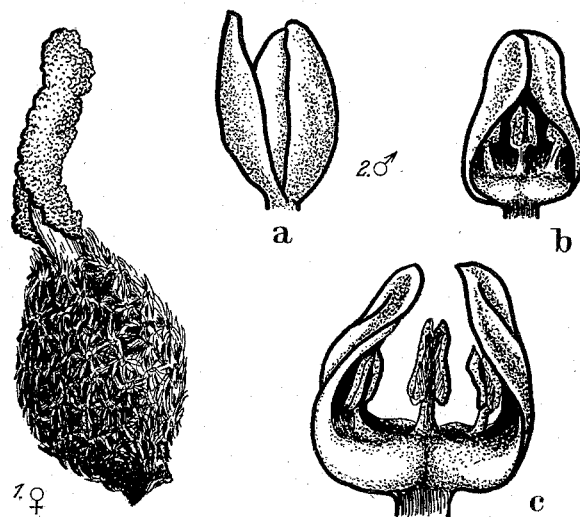


Abb. 3. Weibliche (1) und männliche Sanddornblüte (2); 2a bis c: Schematische Darstellung des Öffnens der männlichen Blüte.

bisher verbundenen Perigonblätter trennen (Abb. 3, 2c). Sie bleiben nicht, wie dies bisher in der Literatur häufig dargestellt wurde, miteinander verwachsen. Es fiel mir auf, daß bald nach dem Beginn der Blütezeit der Farbton mancher üppigblühenden Männchen-Bestände von einer sonst rostfarbenen Tönung mehr ins Gelbliche überwechselte. Als ich dieser Erscheinung nachging, stellte sich heraus, daß an vollerblühten männlichen Büschen die beiden Perigonblätter fast

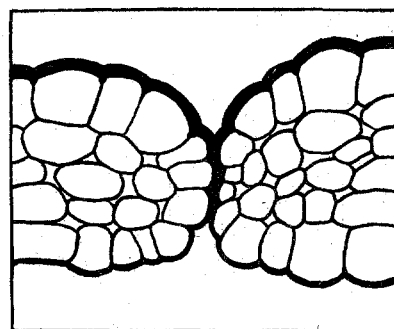


Abb. 4. Längsschnitt durch die Spitze der Perigonblätter einer männlichen, eben geöffneten Sanddornblüte (Vergr. 360×).

aller geöffneten Blüten weit auseinanderklaffen (vgl. Abb. 1). Da die Innenseite der Blütenhülle eine gelbliche Färbung aufweist, erklärt dies den plötzlichen Farbwechsel der Bestände. Die mikroskopische Untersuchung von radialen Längsschnitten der Nahtstelle nach Chlor-Zink-Jodfärbung zeigte, daß die Cuticula der Außenseite ohne Unterbrechung über beide Perigonblattspitzen bis zur Innenseite fortläuft; hier reißen diese auseinander (Abb. 4).

Im Verlauf dieses Vorganges schwillt das Gewebe des am Grunde der männlichen Blüte gelegenen Diskus

polsterförmig auf. Es wurde deshalb wohl von SERVETTAZ, GILG u. a. als Sitz von Nektardrüsen angesehen. Das mikroskopische Bild zeigt aber, daß es sich in diesem Falle um ein sehr dünnwandiges, großzelliges Gewebe handelt, dessen Zellen — solange die Blütenknospen noch geschlossen sind — eine langgestreckte Form aufweisen, während sie an geöffneten Blüten rundlich-aufgetrieben erscheinen (Abb. 5). Zunahme der Turgeszenz führt also zu einer autonomen Variationsbewegung, in deren Verlauf das aufquellende Diskusgewebe eine passive Bewegung der an ihrer Spitze zunächst zusammenhaftenden Perigonblätter verursacht; sie werden von der Basis her auseinandergedrückt. Soviel ich am Standort feststellen konnte, ist dieser Vorgang irreversibel; es öffnen sich die jeweils reifen Blüten nur bei trockenem Wetter. Treten Niederschläge ein, so öffnen sich die Blüten — auch wenn sie kurz vor dem Aufblühen stehen — nicht; ihr Pollen bleibt geschützt. Aus den völlig geöffneten Blüten dagegen ist die Hauptmenge des Pollens bereits fortgeführt, so daß ein nochmaliges Schließen der beiden Perigonhälften gar nicht erforderlich ist.

Einige Tage nach dem Stäuben fallen die männlichen Blüten ab, und es bleiben am Grunde der nun rasch zu einem beblätterten Zweig auswachsenden Sproß-

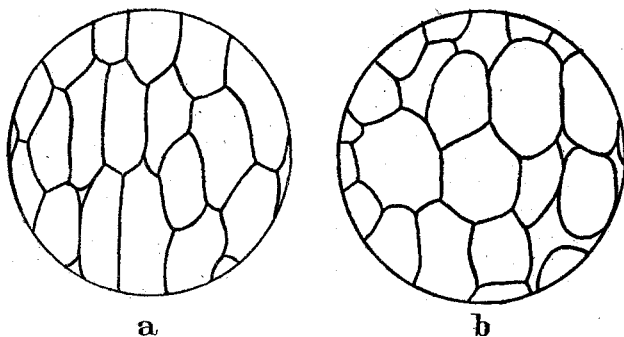


Abb. 5. Zellen aus dem Diskus a) einer geschlossenen, b) einer geöffneten männlichen Sanddornblüte (Vergr. 360x).

knospe die den männlichen Trieb kennzeichnenden leeren Spindeln der Blütenstände zurück (Abb. 6). Zur gleichen Zeit wachsen die befruchteten weiblichen Blüten mehr in die Länge, die am Grunde des Triebes entspringenden Hochblätter fallen ab und geben den heranwachsenden Beerchen Raum (Abb. 7). Dieser Vorgang findet durch das ausgesprochene akrotone Wachstum des Jahrestriebes wirksame Förderung.

Im Verlauf von Blütenzählungen machte ich die Feststellung, daß nicht nur an männlichen Sanddornzweigen, sondern auch an weiblichen Mißbildungen entstehen können.

An *Hippophae* auftretende Blütenanomalien sind von SERVETTAZ (1909), später von PENZIG (1921) beschrieben worden. Es handelt sich dabei um folgende Abwandlungen, die nach SERVETTAZ recht häufig an den Zweigenden junger, gut ernährter männlicher Pflanzen auftreten:

1. Ausbildung eines Karpells inmitten der Stamina; die männlichen Blüten werden Zwitter;
2. Umwandlungen eines oder mehrerer Staubgefäße in Karpelle;

3. Entstehung weiblicher Blüten auf männlichen Pflanzen infolge Bildung eines normalen Karpells und frühzeitigen Abfallens der Stamina;



Abb. 6. Abgeblühter Zweig eines männlichen Sanddornbusches (vergr.).



Abb. 7. Weibliche Sanddornblüten nach der Befruchtung (vergr.).

4. Ein fünftes Staubgefäß wächst aus der Mitte des Diskus männlicher Blüten heraus.

Diese Anomalien sollen sich nach SERVETTAZ (a. a. O.) um so mehr dem weiblichen Typ angleichen, je näher

sie dem Gipfel des Blütenstandes und dem Ende des Zweiges sind; an älteren Pflanzen sollen sie in geringerer Zahl zu finden sein.

Durch Reihenuntersuchungen suchte ich die Häufigkeit und Verteilung dieser Blüten-Umbildungen an jungen und 20- bis 30-jährigen Sanddornbüschen zu erfassen. Folgende Anomalien traten am häufigsten hervor:

1. Auf männlichen Pflanzen:

- a) Verminderung der Zahl der Antheren,
- b) Zwitterblüten mit mehr oder weniger ausgeprägtem Gynäceum (meist nur Stylus und Stigma);



Abb. 8. Sanddornbeere auf männlicher Pflanze (nat. Gr.).

2. Auf weiblichen Pflanzen:

- a) Zwitterblüten (1 bis 4 Stamina);
- b) Blüten mit mehreren (1 bis 4), selten völlig entwickelten Fruchtknoten; häufig nur „Nebennarben“.

In den männlichen Zwitterblüten kommt es in der Mehrzahl aller Fälle gar nicht zur Ausbildung eines zentralständigen Gynäceums, sondern aus der Mitte des Diskus wächst allein ein kurzer Stylus heraus, der eine mehr oder minder vollkommene Narbe trägt (einseitige Zwitter, NOLL 1907). Ab und zu finden sich aber unter solchen männlichen Pflanzen auch echte Hermaphroditen, deren Zwitterblüten vereinzelt befruchtet werden und sich zu einer Beere weiterentwickeln. Hier und da sieht man dann im Herbst an männlichen Sträuchern einzelne Beeren (Abb. 8). Völlig weibliche Blüten habe ich an männlichen Sanddornbüschen nicht gefunden.

Auf Grund zahlreicher Stichproben ließ sich feststellen, daß auch an weiblichen Büschen Blütenanomalien in größerer Häufigkeit auftreten können. Zwei typische Fälle seien hier als Beispiele angeführt.

Zunächst ein Zweig eines 15- bis 20-jährigen Weibchenbusches von 3 m Höhe. An den fünf Ästchen dieses Zweiges wurden 105 Blüten gezählt, von denen 86 rein weiblich, 7 „Überweibchen“ mit mehreren Narben und die restlichen 12 Zwitter waren. Abb. 9 zeigt typische, an diesem Zweig gewachsene Blütenmodifikationen und ihre Insertion. Sowohl in seinem unteren Teile, als auch in der Nähe der Sproßspitze

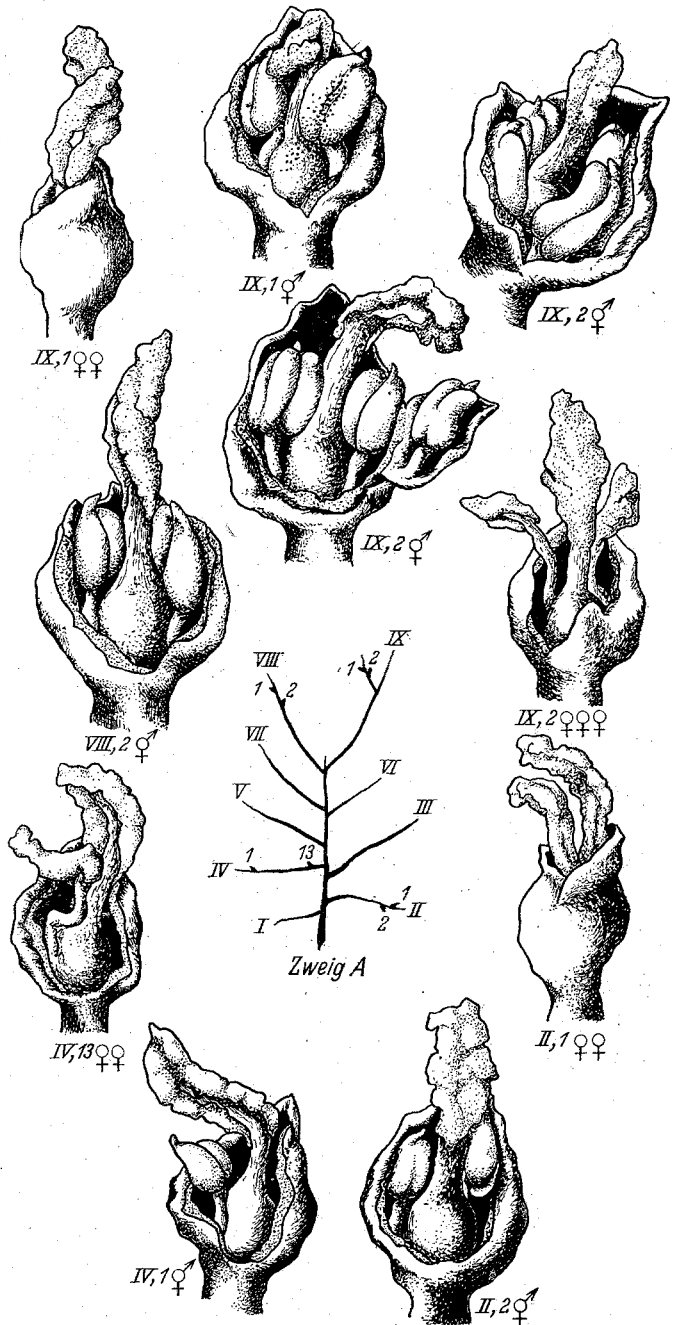


Abb. 9. Blütenanomalien eines weiblichen Sanddornstrauches und ihre Insertion am Zweig (vergr.).

standen — nicht nur auf benachbarten Sproßknospen, sondern auch innerhalb der gleichen Blütenstände — neben normalen weiblichen Blüten solche mit mehreren Narben („Nebennarben“ ohne Fruchtknoten) und außerdem echte Zwitterblüten. Eine sektorale Verteilung der Anomalien war nicht zu erkennen. Die zusätzlich gebildeten Organe wuchsen aus der inneren Perigonwandung zuseiten des Fruchtknotens heraus.

Während die „Nebennarben“, die kleiner als die Hauptnarbe sind, mehr oder weniger abortiert erscheinen (vgl. Abb. 10b), haben die akzessorisch gebildeten Staubgefäße normale Größe und erzeugen reichlich Pollen (vgl. Abb. 9).

Zeigt das vorstehende Beispiel Übergänge der reinen getrenntgeschlechtlichen Natur weiblicher Blüten zur Gemischtgeschlechtlichkeit — wobei der männliche Einschlag gegenüber dem prävalierenden anderen Geschlecht nur angedeutet erscheint —, so kann diese Abweichung von der Eingeschlechtlichkeit u. U. auch einen höheren Hundertsatz erreichen. Unter 58 Blüten eines auf Küstenmischboden wachsenden, rund 15-jährigen männlichen Busches von 180 cm Höhe zählte ich neben 35 rein männlichen Blüten 23 Zwitter (!), von denen 10 je einen Fruchtknoten aufwiesen. Die Form dieser Zwitterblüten ist derjenigen weiblicher Normalblüten angenähert, indem ihr Perigon schlank-röhrenförmig erscheint (Abb. 10a).

Neben solchen subandrozischen bzw. subgynäzischen Aberrationen traf ich in der Nähe des zuletzt erwähnten Busches auf einen Strauch mit übertrieben weiblicher

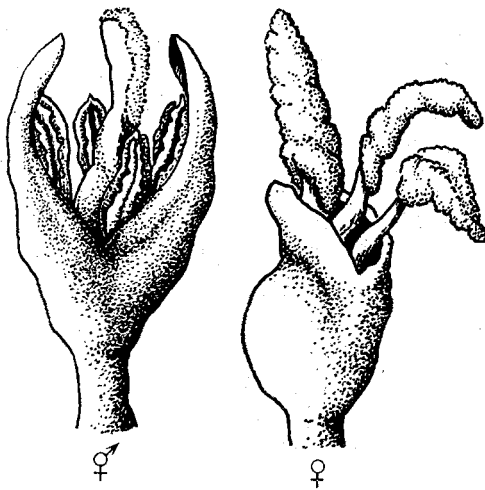


Abb. 10. a) Zwitterblüte auf weiblicher Sanddornpflanze (vergr.),
b) weiblich-pleomorphe Sanddornblüte (vergr.).

Tendenz. Als ich die Blüten eines 21 cm langen Triebes von der Spitze her abpräparierte, zählte ich unter 45 Blüten der Spitzenzone über 50% (= 24) mit 2 bis 4 Narben. In der mittleren Zone dieses Zweiges steigerte sich der Prozentsatz an mehrnarbigen Blüten (65 von 81) auf 80% (Abb. 10b). Diese Blütenumbildungen traten also nicht — wie SERVETTAZ (1909) angibt — ausschließlich in der Spitzenzone eines Sprosses auf, sondern in gleichmäßiger Verteilung über den ganzen Zweig.

Die Betonung der weiblichen Tendenz (Gynomodiözie) beschränkt sich in der Mehrzahl aller Fälle auf die Anlage einer größeren Hauptnarbe und mehrerer Nebennarben (1 bis 4), die aus der Innenwandung des Perigons entspringen und mehr oder weniger abortiert erscheinen. Ein zweiter Fruchtknoten wird in diesen weiblich-pleomorphen Blüten selten gebildet; ich fand diesen Fall achtmal auf hundert Blüten. Es dürfte sich also in der Mehrzahl der Fälle um rein phänotypisch bedingte Bildungen handeln. Die Ursache für das Auftreten von Zwitterblüten an den diözischen Sträuchern könnte dagegen nach CORRENS (1934) in einer ungleichen Entfaltungskraft der Realisatoren zu suchen sein.

Die Menge des Fruchtausatzes vermögen die soeben besprochenen Blütenumwandlungen nicht zu beeinflussen; sie wird vielmehr bestimmt von dem witterungsabhängigen Ausmaß der Pollination. Beobachtungen an den Sanddornbeständen der Alands-Inseln führten PALMGREEN (1912, 1917) zu der Meinung, daß an den dortigen Wildbeständen die Möglichkeit der Befruchtung für *Hippophae* „tatsächlich ziemlich gering“ sei. Eine vollständige Pollination finde nur dort statt, „wo ein Männchenbestand sich unmittelbar an einen weiblichen anschließt, oder wo der Abstand zwischen ihnen höchstens etwa 10 m beträgt.“ Mehrjährige Beobachtungen an Wildbeständen der Ostseeküste festigten mein Urteil, daß hier die Verhältnisse bezüglich der Bestäubung und des Fruchtausatzes weitaus günstiger liegen. Einmal ist es die größere Ausdehnung der Bestände, ihre meist günstige Exposition und nicht zuletzt die gute Durchmischung der Geschlechter bei stellenweise geringem Überwiegen der Männchen, die eine erfolgreiche Versorgung der weiblichen Blüten mit Pollen sicherstellt; zum anderen traf ich aber abgelagerte weibliche Bestände an, die trotz einer bis zu hundert Meter betragenden Entfernung von den nächsten männlichen Gebüschgruppen üppig fruktifizierten.

Zumal an Abhängen und Böschungen (Steilküste) vermögen die über die dort wachsenden Bestände wegstreichenden Hang-(Auf-)Winde den Pollen über weite Strecken zu befördern.

Die nach erfolgreicher Pollination entstehende, meist als „Scheinbeere“ bezeichnete Frucht ist streng genommen eine „Schein-Stein-Frucht“, da die Innenwandung des Fruchtknotens den fertigen Samen als pergamentige Haut umgibt.

An Hand der geschilderten Standortbeobachtungen lassen sich folgende Grundsätze für den Anbau von Sanddorn aufstellen:

Bei der Pflanzung von Kulturen, die zur Gewinnung der Beeren oder von Schmuckreisig dienen sollen, ist es ratsam, die Masse der weiblichen Büsche, wenn zugänglich, mit einem Ring männlicher Pflanzen zu umgeben, so daß bei jeder Windrichtung neben der erforderlichen Bestäubung auch ein gewisser Windschutz für die fruchtenden Bestände verbürgt ist. Andernfalls sollen die männlichen Büsche zum größten Teil an die Hauptwindseite der Kulturen gesetzt werden, an Abhängen in den unteren Teil der Pflanzung, damit die Aufwinde den Pollen befördern können.

Für den Züchter dürften die Zwitterblüten-Bildungen bei der vegetativen Vermehrung mittels Pfropfung und anschließender Kreuzung von Bedeutung sein, falls sie sich als beständig erweisen sollten.

Literatur.

1. CORRENS, C.: Geschlechtsbestimmung und -verteilung bei Pflanzen. Handwörterbuch d. Naturw. II. (1934).
2. DARMER, G.: Rassenbildung bei *Hippophae rhamnoides* L. (Sanddorn). Biol. Zbl. 66, H. 5/6. (1947).
3. DARMER, G.: *Hippophae rhamnoides* L. (Sanddorn) als neues Züchtungsobjekt. Züchter 17/18, H. 13/15. (1947).
4. DARMER, G.: Neue Beiträge zur Oekologie von *Hippophae rhamnoides* L. Biol. Zbl. 67, H. 7/8 (1948).
5. GRIEBEL, C. und HESS, G.: Die Sanddornbeere, eine vitamin-C-reiche, zur Herstellung von Marmelade geeignete Frucht. Zeitschr. Unters. d. Lebensmittel Bd. 79, H. 5. (1940).
6. KERNER v. MARILAU, A.: Pflanzenleben. Leipzig-Wien. (1891).
7. KNUTH, P.: Flora der Provinz Schleswig-Holstein (Hamburg und Lübeck). Leipzig. (1887).
8. NOLL, F.: Versuche

über die Geschlechtsbestimmung bei diözischen Pflanzen. Sitzungsber. Niederrhein. Ges. f. Natur- und Heilkunde. Bonn. (1907). — 9. PALMGREEN, A.: *Hippophae rhamnoides* auf Aland. Helsingfors. (1912). — 10. PALMGREEN, A.: Hafstornet (*Hippophae Rhamnoides*) dess utbredning bilogic och upträdande på Aland. Acta Forest. Fennica 7. (1917). — 11. PENZIG, O.: Pflanzenteratologie.

II. Berlin. (1921). — 12. SERVETTAZ, C.: Monographie des Eléagnacées. BBC. XXV, 2. (1909). — 13. STOCKER, O.: Tiroler Sanddorn (*Hippophae rhamnoides* L.) als Vitamin-C-Höchstleistungspflanze. Züchter, 17/18. H. 13/15. (1948). — 14. v. WETTSTEIN, W.: Forstpflanzen-Züchtung 1938 — 1948. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung, Bd. 28, H. 1. (1949).

(Zentralforschungsanstalt für Pflanzenzucht, Müncheberg/Mark — Abteilung für Forstpflanzenzüchtung, Waldsiedersdorf.)

Beitrag zur Methodik der Leistungsprüfungen in der Forstpflanzenzüchtung.

(Vorläufige Mitteilung)

Von OTTO SCHRÖCK.

Für den Erfolg der züchterischen Bearbeitung einer Pflanzenart ist neben der Wahl des geeigneten Zuchtverfahrens die Methodik der Leistungsprüfung von ausschlaggebender Bedeutung. Hinsichtlich der für die züchterische Bearbeitung unserer Waldbäume zu wählenden Zuchtmethoden bestehen gegenüber den in der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung angewandten Verfahren keine grundlegenden Unterschiede. Bei der Anlage der Leistungsprüfungen und der Beurteilung der Leistungsfähigkeit unserer Waldbäume ergeben sich durch die ganz andere Nutzungsart und den viel längeren Nutzungszeitraum sowie die damit verbundenen Eigenarten des Entwicklungsablaufes derselben Schwierigkeiten, die durch eine einfache Übertragung in der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung angewandeter Prüfungsmethoden nicht gelöst werden können.

JOHNSON (5) hat die in der Landwirtschaft angewendeten Verfahren auf ihre Anwendbarkeit bei forstlichen Leistungsprüfungen untersucht. Er konnte an einem 35jährigen Fichtenbestand feststellen, daß die von FISHER ausgearbeiteten Verfahren, wie Blockmethode, das „Latin square“ und die „Verstreute Verteilung“ sicherere Ergebnisse liefern als die LINDHARDsche Reihemethode oder die Quadratmethode nach CRISTENSEN. Von WETTSTEIN (13) hat seine Kiefernversuchsflächen nach der Langparzellenmethode angeordnet, wobei jeder Versuchsnummer eine Standardreihe zugeordnet wurde. Mein Mitarbeiter STERN (11) hat vier Jahrgänge dieser Versuche ausgewertet und dabei festgestellt, daß diese Anordnung sich durchaus bewährt hat und daß ihr wesentlicher Nachteil in der Unmöglichkeit besteht, Nachbarschaftskorrelationen feststellen zu können. Meines Erachtens liegt ein weiterer sehr wichtiger Nachteil aber in dem großen Platzbedarf der Anordnung, da die Hälfte der Versuchsflächen mit Standard bepflanzt werden muß. Züchterische Arbeiten können aber im allgemeinen nur dann zu Erfolgen führen, wenn ein möglichst umfangreiches Ausgangsmaterial untersucht wird. Die forstlich genutzten Flächen weisen aber im allgemeinen auf engstem Raum so große Unterschiede in der Bodenstruktur und -qualität auf, daß es nicht möglich ist, geeignete Flächen in entsprechender Größe für die Anlage von Leistungsprüfungen zu finden. Die von FISHER entwickelten Methoden gleichen diese Unterschiede durch die zufällige Anordnung der Teilstücke in den einzelnen Blöcken weitgehend aus. Aber auch diese Anordnungen erlauben nur eine gleichzeitige Prüfung von 15—20 Sorten mit genügender Sicherheit für die Ausschaltung der Bodenunterschiede, während

auf größeren Flächen, wie sie für die Prüfung von zahlreichen Stämmen (bis zu 100 und mehr) durch die Blockvarianz nur ein Teil derselben ausgeschaltet werden kann.

Die von YATES (14) für die Prüfung zahlreicher Stämme ausgearbeiteten Anlagen erfordern nur einen verhältnismäßig geringen Platzbedarf, da die Gesamtheit der Prüfnummern in Blocks eingeteilt wird, die nicht sämtliche Glieder enthalten, während bei den sonstigen Anordnungen jeder Block eine vollständige Wiederholung darstellt. Die Verteilung der einzelnen Versuchsglieder ist aber so gewählt, daß trotzdem eine Sortenvarianz berechnet werden kann, die von Bodenunterschieden hinreichend unabhängig ist.

Meine Kiefernleistungsprüfungen habe ich nach der pseudofaktoriellen Anordnung von YATES (14) angelegt, und zwar im ersten Versuchsjahr mit 64 Prüfnummern. Vor der Anlage des Versuches war aber noch die Frage nach der Zahl der Pflanzen je Wiederholung zu klären. Anhaltspunkte über die erforderliche Mindestpflanzenzahl bei unseren Bäumen finden sich leider in der forstlichen Literatur nicht. In der amerikanischen Maiszüchtung erfolgt die Beurteilung einer Einzelpflanze durch 3—5 Pflanzen ihrer Nachkommenschaft. Durch varianzanalytische Untersuchung der Höhenwuchsleistung von Kiefern nachkommenschaften, aus freier Bestäubung hervorgegangen, stellte ich fest, daß 7 Pflanzen ausreichend sind, um ein statistisch gesichertes Maß für die Wuchsleistung einer Nachkommenschaft zu gewinnen. Wurden nur 6 Pflanzen als Muster der Gesamtheit angenommen, so war nur in einem Fall die Differenz der Mittelwerte größer als der dreifache Wert von σ_{Diff} . Um einen möglichen Pflanzenausfall auszugleichen, wurden daher 9 Pflanzen je Wiederholung gewählt. Nach den Untersuchungen STERNS (11) ist die Variationsbreite des Höhenwuchses bei der Kiefer in Einzelbaumnachkommenschaften um 3% kleiner als in einem Standardmaterial aus anerkannten Beständen gesammelt. In Kreuzungsnachkommenschaften dagegen ist sie um 20% kleiner. Daraus folgt, daß wir bei der Prüfung von Kreuzungsnachkommenschaften, und in Zukunft werden wir es auch in der Forstpflanzenzüchtung vornehmlich mit Kreuzungsnachkommenschaften zu tun haben, ebenso wie besonders von Klonmaterial z. B. bei Pappeln ohne Gefährdung der statistischen Sicherheit mit der Pflanzenzahl je Wiederholung heruntergehen können, je nach der Menge der zur Verfügung stehenden Pflanzen.

Die Auswertung des Versuches nach der dreijährigen Höhenwuchsleistung im Jahre 1950 ergab