

(Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung Bernburg/Saale der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin)

Eine neue Selektionsmethode in der Sonnenblumenzüchtung

Von W. MERFERT

Mit 7 Textabbildungen

In ihrer Entwicklung zur Ölpflanze von Weltbedeutung hat die Sonnenblume auch Deutschland nicht unberührt gelassen. Die großen produktiven Möglichkeiten dieser in Rußland als anbauwürdig erkannten Kulturpflanze wurden bei uns schon früh zu nutzen versucht (PRASCH zitiert nach v. BOGUSLAWSKI 1953). Bisher gelang es jedoch nicht, sie in dem Maße in die landwirtschaftliche Praxis einzuführen, wie es ihrer Bedeutung als Lieferant eines für die Nahrungsmittel- und Konsumgüterindustrie wertvollen Rohstoffes entspricht. Dies dürfte im wesentlichen auf das Fehlen von Sorten mit hohem und sicherem Ölertag zurückzuführen sein. Die gute Anpassungsfähigkeit der Sonnenblume, die bisherigen, wenn auch noch geringen Erfahrungen des Sonnenblumenanbaues in Deutschland und die Erfolge auf dem Gebiet der Sonnenblumenzüchtung in der Sowjetunion (Sorten mit einem Ölgehalt von 46—50% gegenüber 28—33% bei unseren Sorten) lassen darauf schließen, daß es auch in Deutschland möglich sein wird, Sorten mit hohem Leistungsvermögen zu züchten. Mit Hilfe der Einkreuzung sowjetischer Sorten in das vorhandene Zuchtmaterial und der Verwendung neuer Wege in der Selektion dürfte dieses Ziel sogar in absehbarer Zeit zu erreichen sein.

Das Bestreben der Züchter ist stets darauf gerichtet, den Erbwert der zur Befruchtung gelangenden Partner möglichst genau zu erkennen. Dem steht bei der Züchtung von Fremdbefruchtern, zu denen ja die Sonnenblume gehört, die schwer regulierbare Befruchtung durch den Pollen der Vaterpflanze entgegen. Es hat daher in der Vergangenheit nicht an Versuchen gefehlt, Merkmale, wie Verzweigung, Korbform, Wuchshöhe, Anfälligkeit gegenüber Krankheiten usw., der zur Befruchtung gelangenden Pflanzen vor der Blüte zu erkennen, um eine gerichtete Bestäubung vornehmen zu können (SCHUSTER, 1951; MOROSOW, 1953; MERFERT, 1956). Andere Merkmale, wie Dichte des Samenbesatzes, Neigung des Korbes, Vorhandensein der Panzerschicht usw. konnten in jedem Falle erst nach erfolgter Befruchtung wahrgenommen werden. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit soll auf eine Methode hingewiesen werden, die es erlaubt, einige züchterisch wertvolle Eigenschaften mit größtmöglicher Sicherheit bereits vor Beginn der Bestäubung zu erkennen.

Grundlagen der Methode

Um die Eigenschaften der Pflanzen besser als bisher vor der Bestäubung beurteilen zu können, war es notwendig, den Zeitpunkt der Beobachtung dieser Eigenschaften an den Pflanzen zeitlich später als bisher zu wählen. Dies konnte jedoch nur dann geschehen, wenn man die sich später entwickelnden Früchte des zentralen Korbteiles bei der weiteren Arbeit zu verwenden in der Lage ist. Letzterem standen die Erkenntnisse bekannter Züchter und Pflanzenbauer entgegen, die besagen, daß die Früchte im Zentrum des Korbes als biologisch minderwertig zu betrachten sind, man sich daher bei der Vermehrung auf die Früchte der Randzone beschränken sollte (JAKUSCHKIN, 1953; MOROSOW,

1953). Als Ausdruck dieser biologischen Minderwertigkeit ist das verstärkte Auftreten tauber Früchte und die behinderte Entwicklung der Früchte im Zentrum zu werten (Abb. 1 und 2 links). Eine Vorstellung über diese Verhältnisse in den Sonnenblumenkörben unter deutschen Bedingungen gibt die Tabelle 1.



Abb. 1. Sonnenblumenkorb mit schlechter Entwicklung der Früchte im zentralen Teil.

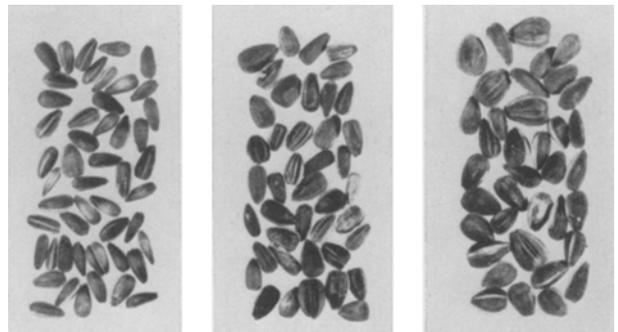


Abb. 2. Sonnenblumenfrüchte verschiedenen Ursprungs. Links Früchte aus dem zentralen Teil unbehandelter Körbe. Mitte Früchte aus allen Teilen unbehandelter Körbe. Rechts Früchte aus dem zentralen Teil behandelter Körbe.

Von besonderer Bedeutung war es deshalb, die Wertesigenschaften der Früchte im Zentrum des Korbes so zu verbessern, daß sie für die weitere Verwendung in der Züchtung bestens geeignet sind. Durch Untersuchung der Ursachen des Auftretens tauber und minderwertiger Früchte im zentralen Korbteil war uns bekannt, daß dieselben in der mangelnden Versorgung der zentralen Früchte mit Nährstoffen und dem auf den zentralen Früchten liegenden Druck der Randfrüchte zu suchen sind. Um diese Ernährungs- und Raumschwierigkeiten zu beseitigen, entfernten wir bei unseren Versuchen die Früchte der Randzone zu dem Zeitpunkt, an welchem alle Knospen außer denen des Teiles, der nicht entfernt werden sollte, bereits blühten oder abgeblüht waren (Abb. 3) und erreichten eine volle Ausbildung der Früchte im Zentrum (Abb. 4). Eine totale Kastration genügt in diesem Falle nicht, da

Tabelle 1. Das Auftreten tauber und minderwertiger Früchte bei den Sonnenblumensorten „Ostsonne“ und „Bernburger Futtersonnenblume“ in den Jahren 1956 und 1957.

Sorte und Herkunft	Jahr	Anteil der tauben Früchte			Tausendkorngewicht der Früchte	
		des Zentrums ¹ an der Gesamtzahl der Früchte im Zentrum	des Randes an der Gesamtzahl der Früchte im Rand	des Zentrums an der Gesamtzahl der Früchte im Korb	des Zentrums	des Randes
		in % \pm $s_{\bar{x}}$			in g \pm $s_{\bar{x}}$	
Ostsonne aus Salzmünde	1956	56,7 \pm 4,2	15,8 \pm 3,1	21,1 \pm 1,2	29,8 \pm 0,5	58,9 \pm 0,7
	1957	32,9 \pm 3,6	7,6 \pm 0,9	14,5 \pm 1,8	63,4 \pm 0,4	88,7 \pm 0,3
Bernburger Futtersonnenblume aus Schlanstedt	1956	70,6 \pm 2,3	22,7 \pm 1,8	26,5 \pm 1,9	33,5 \pm 0,2	60,5 \pm 0,1
	1957	59,5 \pm 2,6	14,2 \pm 1,1	18,1 \pm 1,7	42,8 \pm 0,4	84,2 \pm 0,1

¹ Zentraler Teil des Sonnenblumenkorbes, der durch verstärktes Auftreten tauber und minderwertiger Früchte gekennzeichnet ist (Abb. 1).

sich die Samenschalen auch ohne Kern entwickeln und den zentralen Früchten Nährstoffe entziehen.

Wie besonders aus Untersuchungen von MOROSOW (1953) bekannt ist, befinden sich die meisten und bestausgebildeten Leitgefäße der Sonnenblume in der



Abb. 3. Blütenkorb zu Beginn der Behandlung.



Abb. 4. Ausbildung der Früchte im zentralen Teil nach Entfernung der Früchte des Randes.

Randzone des Korbes (Abb. 5). Bei unseren Untersuchungen stellte es sich heraus, daß nach Entfernung dieser Zone an der Stelle AB die Ernährung des übrig gebliebenen Korbteiles trotz des Fehlens der wichtigsten Leitstränge nicht schlechter sondern besser

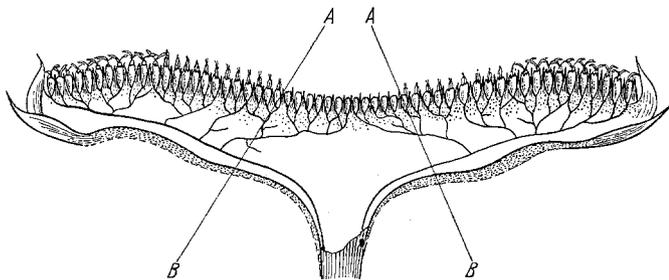


Abb. 5. Leitbündelverteilung im Sonnenblumenkorb (AB = Schnittstelle).

wurde (Abb. 6). Hierbei beobachteten wir, daß die unter den zentralen Blüten liegende Parenchymschicht nicht wie bei unbehandelten Körben während der Reife fehlte oder nur ein lockeres Gewebe darstellte, sondern stets vorhanden und von bedeutend festerer Konsistenz war. Bei der Behandlung mit Phloroglucin und Salzsäure ließ sich dieses Gewebe stärker als das

gewöhnliche Parenchymgewebe anfärben. Es ist daher anzunehmen, daß ein teilweiser Prozeß der Umwandlung von Parenchymgewebe in Leitungs-gewebe vor sich gegangen ist.

Durch die zuletzt geschilderte Maßnahme, die mit Hilfe eines einfachen Messers durchgeführt wird, besteht die Möglichkeit, vollwertige Früchte im Zentrum zu erzielen, deren Größe (Abb. 2

rechts) und Tausendkorngewicht (91 g) sich von dem der Früchte unbehandelter Körbe (79 g) nur positiv unterscheidet (Abb. 2, Mitte).

Da der Vermehrungskoeffizient der Sonnenblume sehr hoch ist, fällt der Verlust, der durch die Entfernung der

Randfrüchte entsteht, nicht besonders ins Gewicht. Während wir gewöhnlich mit 500 bis 600 vollwertigen Früchten rechnen können, bleiben uns nach der beschriebenen Methode je nach Größe der nicht entfernten Zone 200 bis 400 Früchte. (Der Prozentsatz an tauben Früchten bei behandelten Körben liegt zwischen 10 und 20%, ähnlich dem in der Randzone von unbehandelten Körben (Tab. 1)).

Befürchtungen, daß infolge der Schnittverletzungen an den Körben ein erhöhter Krankheitsbefall, besonders durch *Botrytis*, zu erwarten sei, erwiesen sich als unbegründet. Die behandelten Körbe schlossen ihre Wunden durch Harzausscheidung sehr schnell ab, so daß Auswirkungen von Infektionen bisher nicht zu beobachten waren. In unseren Versuchen, die besonders 1957 sehr umfangreich waren, zeigte sich, daß der Krankheitsbefall der behandelten Körbe den der unbehandelten nicht übersteigt.

Die Blühdauer der einzelnen Sonnenblumenkörbe schwankt zwischen 5 und 15 Tagen (MOROSOW, 1953; TARAN, 1956) und beträgt im Durchschnitt 10 Tage. Täglich blüht vom Rand her eine kreisförmige Zone von Knospen auf. Wenn wir nur die drei letzten Blütenzonen für unsere Zwecke benötigen, können wir den

Zeitpunkt der Beurteilung der Pflanzen vor der Bestäubung um etwa 7 Tage verschieben. Zu diesem Zeitpunkt ist es aber bereits möglich, folgende züchterisch wertvollen Merkmale der Sonnenblume mit Sicherheit zu beurteilen: Zentrumanteil des Korbes, Schalenanteil der Früchte, Länge der Vegetationsperiode, Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten, Wuchstyp und Höhe, Verzweigung, Ausgeglichenheit, Korbform, Korbgröße, Neigung des Korbes, Besatzdichte im Korb, Samenfarbe und Größe, Phytomelanschicht und Nektarproduktivität.

Unter Zentrumanteil verstehen wir den Anteil der tauben und minderwertigen Früchte im zentralen Teil an der Gesamtzahl der Früchte des Korbes. Die Verringerung des möglichen Ertrages infolge des Auftretens tauber und minderwertiger Früchte im Zentrum schwankt in den einzelnen Jahren zwischen 10 und 25%. Zu dem oben genannten Zeitpunkt ist man in der Lage, Mißbildungen im Zentrum, die Anlage der Knospen im Zentrum und die Möglichkeiten der Ausbildung der Früchte (aus der Korbform) zu erkennen.

Der Schalenanteil bzw. die Stärke der Schalen wird visuell geprüft. Man kann auf diese Weise sehr gut Formen mit grober und feiner Schale unterscheiden.

Da Blüte und Reife in einem unmittelbaren zeitlichen Zusammenhang stehen, ist es auch möglich, zu dem genannten Zeitpunkt eine Beurteilung der Länge der Vegetationsperiode zu geben. Ein umfangreiches Material, welches aus Versuchen in Krasnodar gewonnen wurde, bestätigt diese Feststellung.

An Krankheiten lassen sich zur Zeit der Blüte in der Nähe des Zentrums natürlich nur diejenigen feststellen, welche bis zu diesem Moment aufgetreten sind. Zum Beispiel *Botrytis* an Stengeln, Blättern und am Korb sowie Rost, *Sclerotinia*, *Phoma*, *Plasmopara* und *Verticillium*.

Verzweigungen der Stengel treten meist vor dem Zeitpunkt der Behandlung auf, so daß auch diese unerwünschte Eigenschaft verhältnismäßig gut erkannt werden kann.

Der Wuchstyp und die Höhe der Pflanzen lassen sich mit großer Sicherheit ebenfalls früh bestimmen, da die Pflanzen zu dem uns interessierenden Zeitpunkt ihr Höhenwachstum weitgehend abgeschlossen haben. Das gleiche gilt auch für die Ausgeglichenheit des Bestandes.

Korbform und -größe können ebenfalls mit großer Sicherheit zur Zeit der Blüte in der Nähe des Zentrums beurteilt werden, da das Breitenwachstum des Korbes fast beendet und die Form des Korbes in den wesentlichsten Zügen ausgeprägt ist. Ähnlich verhält es sich mit der Neigung des Korbes.

Die Besatzdichte und somit die Produktivität der Körbe läßt sich durch Auszählen der Blüten und Blütenanlagen sehr einfach bestimmen. Man ermittelt die Zahl der Spiralen in der Mitte des Korbes und die auf einer Spirale befindlichen Blüten und Blütenanlagen. Eine Multiplikation dieser beiden Werte ergibt die Zahl der Früchte pro Korb (SCHUSTER, 1951). Über die Möglichkeit des Ausfalles der Früchte bei der Reife gibt der Sitz der Randfrüchte in den Spreuschuppen Auskunft.

Auch die Samenfarbe und -größe läßt sich anhand der Randfrüchte erkennen, die zur genannten Zeit bereits genügend entwickelt sind.



Abb. 6. Ausbildung der Früchte im zentralen Korbteil nach Entfernung des Randes.

Das Vorhandensein der Phytomelanschicht wird durch Schaben an den scharfen Kanten der Früchte mit Hilfe eines Messers festgestellt.

Die Nektarproduktivität, die unter deutschen Verhältnissen zwischen 0,1 und 0,4 Milligramm Zucker pro Blüte schwankt, läßt sich mit Hilfe der Mikropipetten-Methode (LIWENZÉWA, 1954) sehr einfach an den Randblüten feststellen.

Anwendung der Methode

Eine der wesentlichsten Voraussetzungen für das Gelingen der beschriebenen Methode ist die Aussaat des zu beurteilenden Materials zu einem Zeitpunkt und an einem Ort, welche garantieren, daß sich alle Pflanzen gemäß ihrem Erbwert normal entwickeln können.

Bei Neuzüchtungen werden die Elitekörbe, die sich auf Grund der vorangegangenen, schon beschriebenen Beurteilung in ihren Eigenschaften ähneln, von den unkontrolliert befruchteten Samen durch Abschneiden derselben im bereits geschilderten Zeitpunkt befreit und mit Stoffbeuteln isoliert. (Bei Vorhandensein verschieden gefärbter Beutel lassen sich auf diese Weise gleich mehrere Gruppen mit verschiedenen Merkmalen isolieren). Bei dem Schnitt ist darauf zu achten, daß der Korbboden möglichst breit bleibt, während die Knospenregion so eng beschnitten werden



Abb. 7. Blütenkorb am Ende der Behandlung.

muß, daß keine aufgeblühten Knospen zurückbleiben (Abb. 7). Diese lassen sich im Notfalle auch mit einer Pinzette entfernen, was jedoch zu einer Verzögerung der Arbeit führt. An den folgenden Tagen werden dann die verschiedenen Gruppen unter sich bestäubt. Nach der Befruchtung werden die Beutel entfernt, in der Zeit der Reife jedoch wieder angebracht, um die Elitekörbe vor Vogelfraß zu schützen.

In der Erhaltungszüchtung, bei der das Bestreben im Vordergrund steht, eine möglichst große Anzahl von Blütenkörben gerichtet zu bestäuben, beschneidet man die Körbe ebenfalls nach entsprechender Beurteilung und beutelt sie daraufhin ein. Hierfür eignet sich am besten der Zeitpunkt, an dem bei den meisten Pflanzen die Blüte im Zentrum der Körbe beginnt. Das Einbeuteln der beschnittenen Körbe, deren Zahl vom Vorhandensein des Isoliermaterials abhängt¹, wird 4 Tage lang durchgeführt, ohne daß die eingebeutelten Körbe bestäubt werden. Bis zu diesem Zeitpunkt behalten die entfaltenen Narben der am ersten Tag behandelten Körbe ihre volle Fertilität, während sie später verloren geht. Am fünften Tag wird dann noch einmal eine entsprechende Anzahl von Körben beschnitten, die noch vorhandenen unbehandelten beseitigt und die Beutel von den, an den ersten vier Tagen behandelten Körben entfernt. Auf diese Weise ersparen wir uns die zeitraubende Arbeit des Bestäubens und überlassen sie den Insekten.

Vorteile der Methode

Einen wesentlichen Vorteil der neuen Methode stellt die gerichtete Bestäubung in bezug auf züchterisch erwünschte Merkmale dar. Besonders dürften hierdurch die Arbeiten zur Schaffung der benötigten frühreifen Sorten gefördert werden. Bisher war es infolge des langsamen Abblühens der Blüten im Korb möglich, daß späte Blüten einer frühen Form von frühem Pollen einer späten Form befruchtet wurden. Mit der beschriebenen Methode ist es möglich, eine scharfe Trennung zwischen allen diesen in einer Population befindlichen Typen in bezug auf die Länge der Vegetationsperiode durchzuführen. Daß durch die gerichtete Bestäubung eine starke Beschleunigung des Zuchterfolges eintritt, ist zu erwarten.

Weiterhin ist zu beachten, daß der Umfang der als Ausgangsmaterial benutzten Elitekörbe infolge der gerichteten Bestäubung geringer sein kann und dadurch der Arbeitsaufwand vermindert wird.

In der Richtung der Verringerung des Arbeitsaufwandes liegt auch die Einfachheit der vorgeschlagenen Methode, die bei entsprechender Einarbeitung zu großer Arbeitsproduktivität führt.

Ein weiterer Vorteil der neuen Methode sind die großen Möglichkeiten in der Anwendung der Kreuzbestäubung. Die Geschichte der Sonnenblumenzüchtung zeigt, daß dort, wo die Züchtung auf zu enger Basis oder lediglich unter Anwendung der Inzucht geführt wurde, niemals große Erfolge erzielt worden

¹ Beim Vorhandensein von 400 Beuteln läßt sich ein Samenertrag von 2 kg erzielen, der bei Nestsaat im Quadratverband 62,5 × 62,5 cm und 5 Samen pro Nest ungefähr für 1 ha ausreicht.

sind (MERFERT, 1956). Durch die beschriebene Methode ergibt sich die Möglichkeit, in vollem Maße die Erkenntnisse des zur Zeit erfolgreichsten Sonnenblumenzüchters W. S. PUSTOWITZ, die auf der Grundlage des schöpferischen Darwinismus gewonnen wurden, anzuwenden. Um ein Ausgangsmaterial von erhöhter Vitalität und bereicherter Erbgrundlage zu bekommen, schlägt W. S. PUSTOWITZ (1952) folgende Maßnahmen vor:

1. Auslese der Elitepflanzen aus Populationen, die im Resultat der freien, zwischensortlichen Kreuzbestäubung erhalten wurden.

2. Auslese unter Sorten und Linien, die in verschiedenen natürlichen und geschichtlichen Bedingungen entstanden sind.

3. Auslese auf Zuchtflächen mit gerichteter Kreuzbestäubung bei freier Blüte der besten Linien und Nummern.

4. Gerichtete Erziehung des Zuchtmaterials in allen Stadien der Vermehrung.

Zusammenfassung

Die vorgeschlagene Methode, die im wesentlichen auf einer Entfernung der Randfrüchte der Sonnenblumenkörbe zur Blütezeit der Knospen in der Nähe des Zentrums beruht, ermöglicht es:

1. den Zeitpunkt der Beurteilung von züchterisch wertvollen Merkmalen der Sonnenblume vor der Bestäubung im Durchschnitt um sieben Tage zu verschieben.

2. die Früchte des Korbzentrums denen des Randes in ihrem biologischen Wert gleichwertig zu machen.

3. eine gerichtete Bestäubung vorzunehmen und damit die Zuchtarbeit zu beschleunigen.

4. den wertvollen Einfluß der Kreuzbestäubung durch Verwendung eines Pollengemisches innerhalb der Selektionsgruppen mit gleichen Merkmalen voll nutzbar zu machen.

In ihrer Anwendung ist die vorgeschlagene Methode einfach und mit geringem Arbeits- und Materialaufwand verbunden.

Literatur

1. BOGUSLAWSKI, E. v.: Ölfruchtanbau. Handbuch der Landwirtschaft 2, 318—387, Berlin/Hamburg 1953. —
2. JAKUSCHKIN, I. W.: Pflanzenbau (russisch): Moskau 1953. —
3. LIWENZEW, E. K.: Über die Methodik der Bestimmung der Nektarproduktivität der Pflanzen (russisch), Ptschelowodstwo 11, 33—39, (Moskau 1954). —
4. MERFERT, W.: Methoden der Züchtung von Sonnenblumensorten und der heutige Stand der Sonnenblumenzüchtung im Allunionsinstitut für Ölkulturen Krasnodar (russisch), Diplomarbeit, Timirjasew-Akademie, Moskau 1956. —
5. MOROSOW, W. K.: Agrobiologische Grundlagen des Sonnenblumenanbaues (russisch). Saratow 1953. —
6. OMIROW, D. K.: Einfluß der Größe der verschiedenen Fraktionen des Sonnenblumensaatgutes auf den Ertrag. Kurzer Rechenschaftsbericht über die wissenschaftliche Forschungsarbeit im Jahre 1954 (russisch), 43—46, Krasnodar 1955. —
7. PUSTOWITZ, W. S.: Die Sonnenblumenzüchtung im Allunionsinstitut für Ölkulturen, Krasnodar. Arbeiten der Allunions-Wissenschaftlich-Praktischen Beratung für Ölfrüchte, 1951 (russisch). Krasnodar 1952. —
8. SCHUSTER, W.: Untersuchungen über die Blüh- und Befruchtungsverhältnisse der Sonnenblume. Dissertation. Gießen 1951. —
9. TARAN, I.: Die Keimfähigkeit der Sonnenblumensamen in Abhängigkeit von ihrem Reifegrad (russisch), Botanitscheski Shurnal 1657—1662 (1956).