LANDBAUFORSCHUNG VÖLKENRODE, 37. JAHRGANG (1987), HEFT 4, SEITE 219-223

Erstellung von Basispopulationen von zur Gewinnung von fetten Ölen geeigneten Pflanzenarten unter besonderer Berücksichtigung von Öllein, Leindotter und Mohn

REINHARD SEEHUBER und MANFRED DAMBROTH

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

Einleitung

Nach vierjähriger, für ein Züchtungsprogramm kurzer Laufzeit wurde bei den drei Ölpflanzenarten Lein, Leindotter und Mohn

- eine Genotypensammlung mit Beschreibung aufgebaut,
- ein- und mehrortige Ertragsprüfungen durchgeführt,
- in Kreuzungsexperimenten zuchtmethodische Probleme wie die der Elternwahl und der Heterosis untersucht,
- schließlich in umfangreichen Kreuzungsnachkommenschaften Ertragsselektionen vorgenommen und genetisch unterschiedlich zusammengesetzte Basispopulationen erstellt.

Die Ergebnisse können für die einzelnen Arten wie folgt dargestellt werden:

1. Öllein

Das sich durch einen hohen Gehalt an der dreifach ungesättigten Linolensäure (C 18 : 3) auszeichnende Leinöl wird seit Jahrtausenden im Nichtnahrungsmittelbereich genutzt.

Die Abbildung 1 gibt die Variabilität in der Fettsäurezusammensetzung von Lein in einem Anbaujahr wieder. Die Linolensäuregehalte der verschiedenen Herkünfte reichen von 50 % bis knapp 70 %.

Aus Leinöl kann die Linolensäure mit einer technischen Reinheit von mehr als 95 % gewonnen werden und wird somit in den verschiedensten Bereichen eingesetzt.

Die Evaluierungsdaten der über 1 000 Herkünfte umfassenden Genotypensammlung wurden veröffentlicht. Die Abbildung 2 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Wuchshöhe. Die Spannweite in diesem Merkmal ist enorm. In Zukunft soll der Anteil frühreifer und kurzer Formen erhöht werden.

Tabelle 1: **Vergleich der Ergebnisse 1982–1985 für Öllein**

Jahr	Anzahl Prüfgl.	Samenertrag (dt/ha, ATM) Min.	Max.	Mittel
1982	169	7,1	19,5	13,7
1983	49	8,5	19,9	15,9
1984	36	3,1	18,4	12,7
1985	25	18,0	31,0	25,1
		Ölgehalt in %		
1982		34,3	42,1	39,2
1983		34,9	40,7	37,6
1984		34,6	43,0	39,2
1985		39,5	43,0	41,0
		Ölertrag (dt/ha)		
1982		2,77	7,75	5,44
1983		3,35	7,33	5,99
1984		1,24	7,52	4,99
1985		7,26	13,32	10,31

Die Ergebnisse der jährlichen Leistungsprüfungen im Samengehalt, Ölgehalt und Ölertrag der vier Versuchsjahre 1982, 1983, 1984 und 1985 vergleicht Tabelle 1.

Das letzte Versuchsjahr weicht mit seinen hohen Erträgen deutlich von den anderen Jahren ab. Der Durchschnitt der maximalen Samenerträge über die vier Jahre liegt bei über 20 dt/ha.

Die Ergebnisse der mehrortigen Ertragsprüfungen faßt die Abbildung 3 zusammen. DSV steht für Thüle bei Lippstadt, KWS für Einbeck und NPZ für Hohenlieth bei Eckernförde.

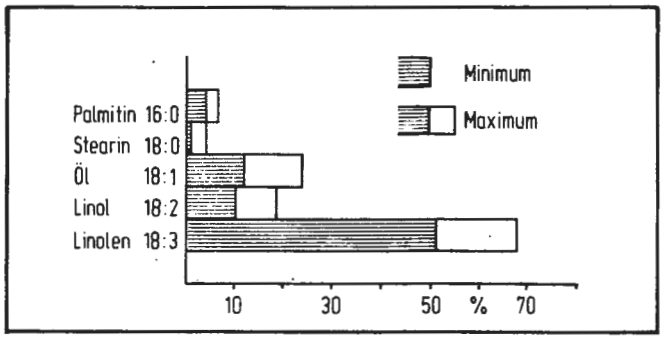

Abb. 1: **Variabilität in der Fettsäurezusammensetzung von Lein (n = 169)**

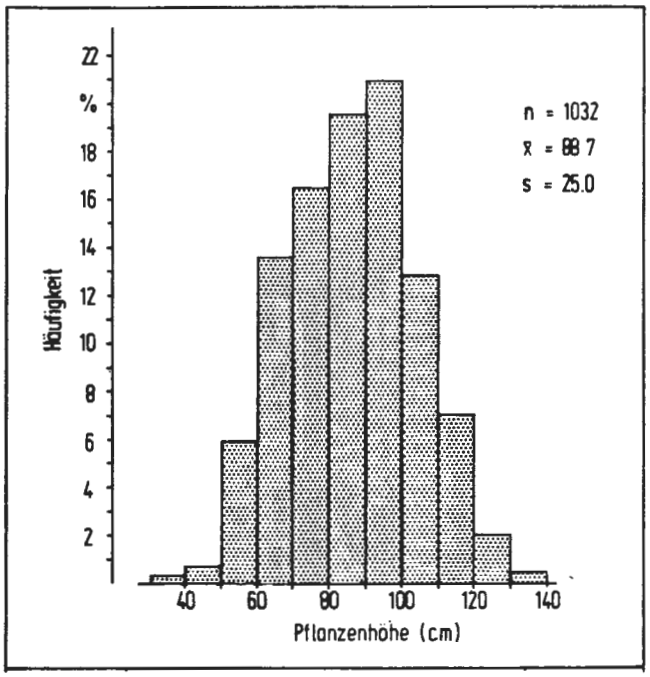

Abb. 2: **Häufigkeitsverteilung der Pflanzenhöhe bei Lein**

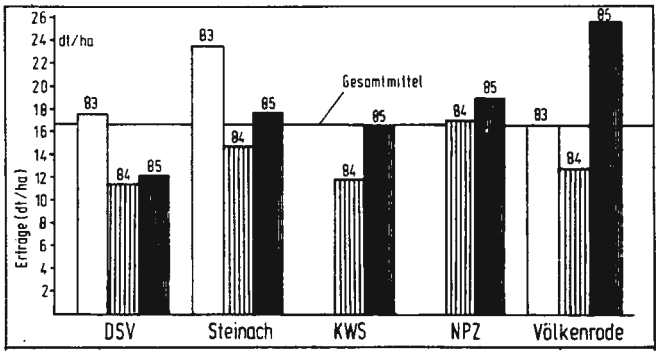

Abb. 3: **Samenerträge bei Lein in den Jahren 83, 84, 85 an verschiedenen Standorten**

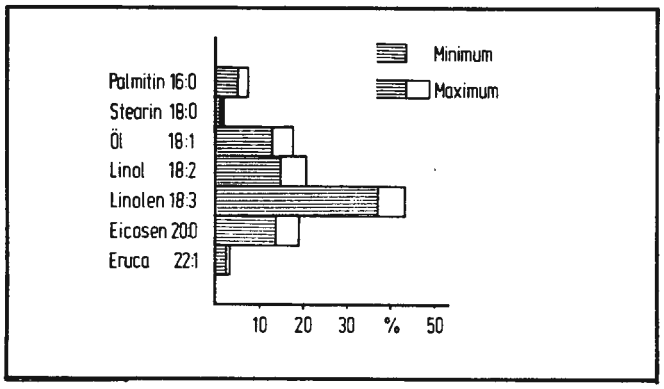

Abb. 4: **Variabilität in der Fettsäurezusammensetzung von Leindotter (n = 36)**

Der Durchschnittssamenertrag (ATM) von fünf ausgewählten Sorten, an fünf Standorten über drei Jahre hinweg, beträgt knapp 17 dt/ha. Die Schwankungen zwischen den Umwelten sind beachtlich.

Kreuzungsexperimente zur Abschätzung der Heterosis bei Lein zeigten, daß die Heterosis unter fast üblichen Aussaatstärken etwa gleich hoch ist wie bei anderen Selbstbefruchtern (Tab. 2).

Tabelle 2: **Mittel- und Extremwerte des Samenertrages und der Heterosis im Merkmal Samenertrag (g/Reihe) bei Öllein**

	Samenertrag	Heterosis (%)
$\bar{P}$ (n = 20)	111,7	
P_{min}	79	
P_{max}	141	
$\bar{F}_1$ (n = 195)	118,8	7,2
$F_{1\,min}$	77,8	– 26
$F_{1\,max}$	177	53

Jedoch ist eine praktische Nutzung der erstmals bei Lein entdeckten cytoplasmatisch-männlichen Sterilität aufgrund der geringen Fremdbefruchtungsrate kaum möglich.

Für eine erfolgreiche Wiedereinführung des Ölleinanbaues ist vor allem eine züchterische Ertragssteigerung gefragt. Daher wurden die Kreuzungsnachkommenschaften der Jahre 82/83, 83/84 und 84/85 zu Ramschpopulationen des frühreifen und normalreifen Typs zusammengestellt und in den Folgejahren Einzelpflanzenertragsselektionen durchgeführt. Derzeit stehen fünf Basispopulationen als Ausgangsmaterial für Pflanzenzüchter zur Verfügung, die aufgrund der Verteilung der Einzelpflanzengewichte und durch die Beschreibung der Elternlinien charakterisiert sind.

2. Leindotter

Leindotter ist eine wenig bekannte Ölpflanze, obwohl sie schon vor 2 000 Jahren und bis in die fünfziger Jahre als Kulturpflanze in Deutschland angebaut wurde. Heute wird sie vermutlich nur noch in Ostblockländern landwirtschaftlich genutzt. Das Leindotteröl zeichnet sich wie das Leinöl durch einen hohen Gehalt an Linolensäure aus, der allerdings 45 % nicht überschreitet (Abb. 4).

Aufgrund des hohen Eicosensäuregehaltes und des relativ niedrigen Erucasäuregehaltes unterscheidet sich Leindotteröl sehr von anderen Cruciferenölen. Als Speiseöl taugt es wenig, in früheren Zeiten wurde es vorwiegend mit Leinöl verschnitten oder etwa zur Herstellung von Seifen benutzt.

Als Kulturpflanze besticht Leindotter jedoch durch den hohen Samenertrag, den er in einer Wachstumszeit von höchstens vier Monaten bei der Sommerform erzielt.

Die Ergebnisse der jährlichen Leistungsprüfungen werden in Tabelle 3 miteinander verglichen.

Der mittlere maximale Samenertrag liegt bei über 22 dt/ha bei einem ausreichenden Ölgehalt von 41 %. Auch die mehrortigen Ertragsprüfungen belegten das hohe Ertragsniveau, wenn auch die Versuchsbedingungen zum Teil sehr ungünstig waren (Abb. 5).

Wegen der blütenbiologischen Eigenschaften von Leindotter – er ist ein absoluter Selbstbefruchter – konnte problemlos ein Single-Seed-Descent-Experiment durchgeführt werden.

Tabelle 3: **Vergleich der Ergebnisse 1982–1985 für Leindotter**

Jahr	Anzahl Prüfgl.	Samenertrag (dt/ha, ATM) Min.	Max.	Mittel
1982	36	4,2	22,1	15,6
1983	49	12,3	16,5	14,5
1984	21	16,7	22,7	19,4
1985	7	22,0	27,6	25,0
		Ölgehalt (%)		
1982		32,1	42,3	40,3
1983		37,0	40,5	38,1
1984		38,8	41,8	40,5
1985		39,2	40,8	39,5
		Ölertrag (dt/ha)		
1982		1,36	8,98	6,33
1983		4,75	6,42	5,52
1984		6,78	9,03	7,94
1985		8,20	11,25	9,89

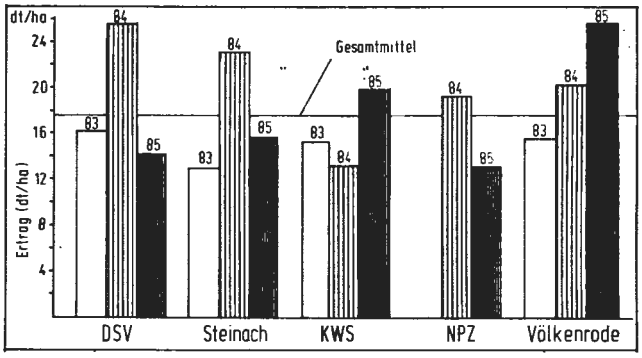

Abb. 5: **Samenerträge bei Leindotter in den Jahren 83, 84, 85 an verschiedenen Standorten**

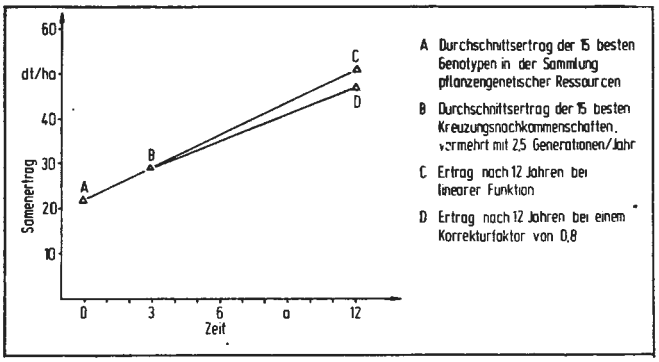

Abb. 6: **Projektion der Steigerung des Samenertrages bei Leindotter durch konventionelle Züchtung**

Fünfzehn Ausgangseltern wurden miteinander diallel gekreuzt, so daß 105 F_1en entstanden. Von jeder F_1 wurden 4 Samen als Einzelpflanzen mit 2,5 Generationen pro Jahr vermehrt, so daß 1985 414 F_6-Stämme geprüft werden konnten (Tab. 4).

Es traten erhebliche Transgressionen auch in den Ertragsmerkmalen auf. Auch wurde nicht nur eine neue Variabilität geschaffen, sondern es entstanden auch sehr vielversprechende Stämme, der beste mit einem Samenertrag von fast 31 dt/ha, 5 dt/ha mehr als der beste Elter. Diese Ertragsüberlegenheit konnte 1986 an mehreren Orten bestätigt werden.

Tabelle 4: **Vergleich der F_6-Nachkommenschaften mit den Eltern bei Leindotter**

	Blühbeginn (Tg. n. 1.6.)	Wuchshöhe (cm)	Samenertrag (dt/ha)	Ölgehalt (%)	Ölertrag (dt/ha)
Elternwerte					
Niedrigster Wert	5,5	83	19,0	37,1	7,5
Höchster Wert	11,5	100	26,0	40,6	10,2
Mittelwert	7,8	90	22,3	38,9	8,7
SSD-Werte					
Niedrigster Wert	3	75	8,2	34,3	2,8
Höchster Wert	16	108	30,9	42,4	12,1
Mittelwert	8,7	92	20,5	38,6	7,9

In Abbildung 6 wird die bereits erreichte Steigerung in die Zukunft projeziert. Es werden die 15 Ausgangseltern mit den 15 besten Kreuzungsnachkommenschaften verglichen. Der Ertragszuwachs von 7 dt/ha wurde in einem Zeitraum von nur 3 Jahren erreicht. Wenn der Zuwachs mit einem Korrekturfaktor von 0,8 anhält, würden bei gleicher intensiver züchterischer Bearbeitung in 9 Jahren Erträge von fast 50 dt/ha erzielt werden können.

Ein Beispiel für die Ertragshöhe von Winterleindotter gibt Tabelle 5.

Da die vier Herkünfte keinen sehr homogenen Eindruck besaßen, wurden daraus Einzelpflanzen selektiert und eine Linientrennung durchgeführt.

Auch bei Leindotter wurden die Kreuzungsnachkommenschaften der verschiedenen Jahre zu Ramschpopulationen zusammengestellt und in den Folgejahren Einzelpflanzenertragsselektionen durchgeführt. Es stehen drei Basispopulationen zur Verfügung neben einer beschriebenen Genotypensammlung von Sommer- und Winterleindotterformen.

Tabelle 5: **Mittelwerte von 4 Winterleindotter-Herkünften zu verschiedenen Saatterminen**

Saattermin	Blühbeginn	Wuchshöhe	Samenertrag	TKG	Ölgehalt	Ölertrag
04.09.84	9.5.	127	26,1	1,08	41,6	10,89
14.09.84	11.5.	128	23,0	1,04	42,0	9,68
24.09.84	13.5.	129	26,7	1,04	42,2	11,27
Durchschnitt	11.5.	128	25,6	1,05	41,9	10,61
Signifikanz $ MQ Saattermin	*	ns	+	+	ns	+
Signifikanz MQ Herkünfte	**	+	+	*	**	*

$ ns = nicht signifikant
+ = signifikant bei P = 10 %
* = signifikant bei P = 5 %
** = signifikant bei P = 1 %

3. Mohn

Mohn ist eine der ältesten Kulturarten und äußerst vielseitig nutzbar. In unserem Programm wurde Mohn nur als Ölpflanze bearbeitet, obwohl die pharmazeutische Nutzung der Alkaloide sehr vielversprechend wäre. Jedoch erfordert eine Selektion auf hohe Alkaloidgehalte einen hohen finanziellen Aufwand, und sie wird noch durch die sehr große Umweltabhängigkeit des Alkaloidgehaltes (Morphin und Codein) erschwert.

Die Variabilität in der Fettsäurezusammensetzung von Mohn ist sehr viel kleiner als bei Lein oder Leindotter (Abb. 7).

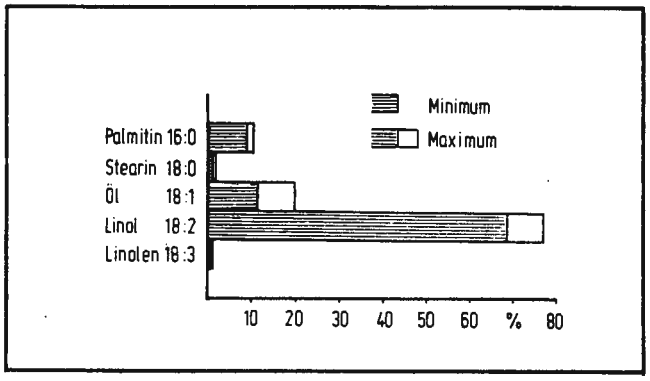

Abb. 7: **Variabilität in der Fettsäurezusammensetzung von Mohn (n = 97)**

Der hohe Gehalt an Linolsäure (C 18 : 2), eine essentielle Fettsäure, macht Mohnöl zu einem qualitativ hochwertigen Speiseöl. Da Linolsäure in einem sehr hohen Anteil vorkommt, ist auch eine Spaltung des Öls leicht möglich, so daß viele Einsatzmöglichkeiten der Linolsäure oder auch des ganzen Öls in der Oleochemie denkbar sind.

In Tabelle 6 werden die Ergebnisse der jährlichen Leistungsprüfungen im Samenertrag, Ölgehalt und Ölertrag der vier Versuchsjahre 1982, 1983, 1984 und 1985 miteinander verglichen.

Wenn das extrem schlechte Jahr 1983, es wurde ein Fehler in der Saatbettherrichtung gemacht, nicht berücksichtigt wird, ist der maximale Samen- und Ölertrag sehr beachtlich.

Tabelle 6: **Vergleich der Ergebnisse 1982–1985 für Mohn**

Jahr	Anzahl Prüfglieder	Samenertrag (dt/ha) Min.	Max.	Mittel
1982	100	2,5	19,4	14,5
1983	49	3,2	12,5	9,1
1984	36	5,8	22,0	16,2
1985	14	7,3	23,8	13,6
			Ölgehalt (%)	
1982		40,8	50,3	45,5
1983		41,6	51,1	45,2
1984		43,2	50,9	45,6
1985		41,3	48,4	44,7
			Ölertrag (dt/ha)	
1982		1,16	9,04	6,59
1983		1,43	5,71	4,17
1984		2,86	10,21	7,36
1985		3,51	11,07	6,05

Der maximale Ölertrag ist dann höher als bei Lein und Leindotter. Jedoch müssen die pflanzenbaulichen Probleme als noch ungeklärt angesehen werden. Es gibt kein Herbizid, welches das Unkraut ausreichend vernichtet und genug Mohn überleben läßt. Die Aussaat kann aber bereits durch pneumatisch arbeitende Einzelkornsämaschinen erfolgen, so daß keine Handvereinzelung mehr notwendig ist. Allerdings stellt dieses Verfahren höchste Ansprüche an die Bodenbearbeitung.

Die beschriebene Genotypensammlung bei Mohn umfaßt derzeit 220 Herkünfte. Abbildung 8 charakterisiert die Sammlung im Merkmal Pflanzenhöhe, das eine enorme Spannweite aufweist.

Die Kreuzungsexperimente bei Mohn zeigten eine sehr hohe Heterosis in der F_1-Generation bei bestimmten Kreuzungen (Abb. 9).

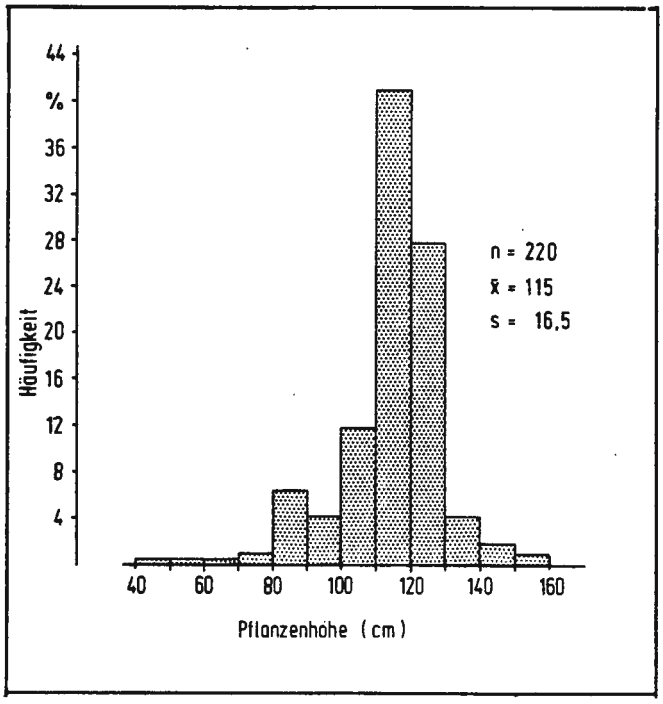

Abb. 8: **Häufigkeitsverteilung der Pflanzenhöhe bei Mohn**

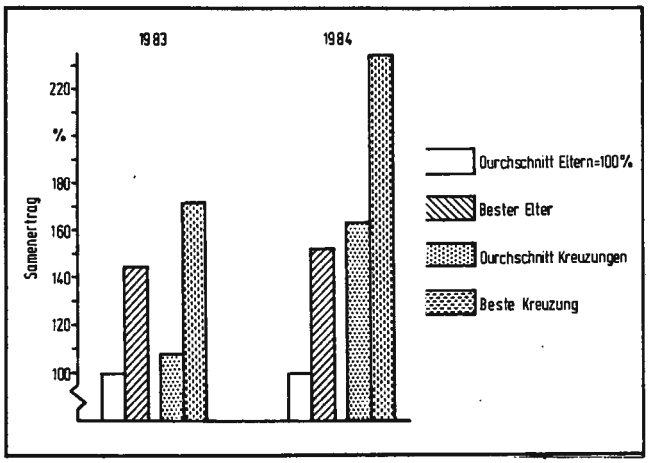

Abb. 9: **Mehrleistung der Kreuzungsnachkommenschaften im Samenertrag bei Mohn**

Die Heterosis ist so hoch, daß es lohnenswert erscheint, die Linienzüchtung bei Mohn aufzugeben und Hybridzüchtung zu versuchen. Voraussetzung für beide Zuchtstrategien sind gute Linien, die aus den Basispopulationen der verschiedenen Kreuzungsnachkommenschaften gezogen werden sollen. Für diesen Zweck wurden mehrere getrennte Basispopulationen aus europäischen und asiatischen Formen erstellt.

Zusammenfassung

Kurz zusammengefaßt soll betont werden, daß Öllein derzeit schon anbauwürdig ist, da er bei richtigem Anbau befriedigende Erträge und auch Deckungsbeiträge bringt. Der Leindotter ist vom Ertrag her die aussichtsreichste Kulturart, jedoch befriedigt sein Fettsäuremuster nicht vollständig, so daß hier eventuell eine Qualitätszüchtung basierend auf Auslösung von Mutationen erfolgen muß oder günstige industrielle Verwendungsmöglichkeiten des Öls gefunden werden müssen. Bei Mohn könnten noch wertvolle pharmazeutische Substanzen (Codein) zusätzlich zur Öl- und Eiweißproduktion gewonnen werden. Den Vorteilen stehen jedoch noch pflanzenbauliche Probleme (Herbizideinsatz) und legislative Beschränkungen gegenüber.

Development of basic populations of plant species suitable for the production of fatty acids, especially considering linseed, false flax and poppy

Seed yields, oil contents and oil yields from experiments conducted over a four year period and at five locations are presented for linseed (Linum usitatissimum), false flax (Camelina sativa) and oilseed poppy (Papaver somniferum). The influence of year and location on the yields was very high, but oil contents have been relatively stable. The highest oil yields in kg/ha as mean for four years were for linseed 898, for false flax 892 and for poppy 901. Yields and oil contents of winter false flax were slightly higher than in summer false flax. The variability in the collections of plant genetic resources of the presented crops is demonstrated at the example of the frequency distributions of plant height. First results of yield trials of crossing progenies in false flax and poppy show the large possibilities of increasing seed yields.

Literatur

Seehuber, R. und Dambroth, M.: Die Erzeugung pflanzlicher Öle für die chemische Industrie eröffnet der Landwirtschaft eine Produktionsalternative – Bestandsaufnahme, Literaturübersicht und Zielsetzung. – Landbauforschung Völkenrode 32 (1982), S. 133–148.

Dambroth, M., Kluding, H. und Seehuber, R.: Pflanzliche Öle als Industriegrundstoffe – ein Beitrag der Landwirtschaft zur Rohstoffsicherung. – Fette, Seifen, Anstrichmittel 84 (1982), S. 173–178.

Seehuber, R. und Dambroth, M.: Untersuchungen zur genotypischen Variabilität der Ertragskomponenten bei Lein (Linum usitatissimum L.), Mohn (Papaver somniferum L.) und Leindotter (Camelina sativa Crtz.). – Landbauforschung Völkenrode 33 (1983), S. 183–188.

Seehuber, R.: Genotypische Variabilität in Ertrags- und Qualitätsmerkmalen bei Mohn und Leindotter. – Fette, Seifen, Anstrichmittel 86 (1984), S. 177–180.

Seehuber, R.: Die Ergebnisse einer Diallelkreuzungsserie und Möglichkeiten einer Hybridzüchtung bei Lein. – Vorträge Pflanzenzüchtung Heft 5 (1984), S. 117–127.

Seehuber, R.: Oilseed crops for cultivation in Middle Europe – survey and first results. – Proc. EC-Workshop „Old and new industrial crops – their processing and feasibility" in Wageningen, NL, 8th–10th Nov. 1983 Publication of IBVL (1984), S. 119–128.

Seehuber, R. und Dambroth, M.: Die Potentiale zur Erzeugung von Industriegrundstoffen aus heimischen Ölpflanzen und die Perspektiven für ihre Nutzbarmachung. – Landbauforschung Völkenrode 34 (1984), S. 174–182 und Raps 4 (1986), S. 150–157.

Seehuber, R.: The utilization of plant genetic resources for breeding purposes – concepts and pathways for oilcrops. – Proc. of a colloquium on „15 years collection and utilization of plant genetic resources", Braunschweig (1986), 3rd–6th Dec. 1985.

Seehuber, R. und Seidewitz, L.: Evaluierungsdaten von Öl- und Faserpflanzen, Teil I: Linum usitatissimum L. Braunschweig (1986).

Seehuber, R.: Wird Mohn in Zukunft wieder interessant? – Lohnunternehmer-Jahrbuch (1987), ASR-Verlag, Rheinbach, S. 161–168.

Seehuber, R., Vollmann, J. und Dambroth, M.: Anwendung der Single-Seed-Methode bei Leindotter (Camelina sativa (L.) Crantz.) zur Erhöhung des Ertragsniveaus. Landbauforschung Völkenrode 37 (1987), S. 132–136.

Verfasser: Seehuber, Reinhard, Dr. sc. agr.; Dambroth, Manfred, Prof. Dr. agr., Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), Institutsleiter: Prof. Dr. agr. Manfred Dambroth.