

DER EINFLUSS VON LICHTENTZUG AUF DEN  
TROCKENSUBSTANZGEHALT, DEN ÖLGEHALT UND DIE  
FETTSÄUREZUSAMMENSETZUNG DES ÖLES  
VON REIFENDEN RAPSSAMEN

G. Rakow und D. I. McGregor

Einführung

Der Einfluß von Umweltbedingungen auf die genannten Merkmale von Rapsamen ist schon vielfach untersucht worden. Dabei wurde vor allem die Wirkung von Temperatur und Photoperiode auf die Fettsäurezusammensetzung des Öles der Samen untersucht. Die Versuche ergaben, daß insbesondere der Gehalt an ungesättigten Fettsäuren durch Umwelteinflüsse modifiziert wird (RAKOW, 1973; RAKOW und MCGREGOR, 1973). Diese Umweltabhängigkeit erschwert Versuche zur züchterischen Selektion von Genotypen mit einem veränderten Gehalt an diesen Fettsäuren.

Wir haben den Einfluß völligen Lichtentzuges zu verschiedenen Zeiten der Schotenentwicklung und für verschieden lange Zeitabschnitte auf den Gehalt an Fettsäuren untersucht. Es handelt sich also nicht um photoperiodische Untersuchungen.

Material und Methoden

Pflanzen von zwei erucasäurefreien Linolensäure-Mutanten mit Linolensäuregehalten von 7 % bzw. 20 % (RAKOW, 1973) und einer Sorte mit normal hohem Erucasäuregehalt (Target) wurden einzeln in Töpfen in einer Klimakammer bei einer konstanten Temperatur von 18° C bei 18 Std. Photoperiode angezogen. Die von Hand bestäubten Blüten wurden mit Selbstklebeetiketten markiert. Die Verdunklung der Schoten wurde durch Aufstecken von aus Aluminiumfolie selbstgefertigten Hülsen durchgeführt. Aluminiumfolie wurde auf Schotenlänge geschnitten, über einen Bleistift zu einer Hülse gewickelt und seitlich mit Tesafilm verklebt. Es wurde sichergestellt, daß ein Gasaustausch mit der umgebenden Luft stattfinden konnte. Je drei Pflanzen der drei untersuchten Formen dienten als Parallelen. Zu jedem Erntezeitpunkt wurde von jeder Pflanze 1 Schote von den jeweils entsprechenden Behandlungen geerntet, so daß jede Analyse auf der Untersuchung der Samen von 3 Schoten (mindestens 30 Samen) beruht. Um Positionseffekte weitgehend auszuschließen (BECHYNE und KONDRA, 1970), wurden nur Samen von innerhalb von drei Tagen aufgeblühten und bestäubten Blüten von der Mitte des Haupttriebes und den ersten drei Seitentrieben für die Untersuchungen herangezogen.

Die Versuchsanordnung wird aus Abbildung 1 erkenntlich.

Die Untersuchung der geernteten Samen erfolgte nach Feststellung der Frisch- und Trockengewichte gaschromatographisch. Der Ölgehalt der Samen wurde mit Hilfe eines Internen Standards (C<sub>21:1</sub>) bestimmt. Einzelhei-

Abbildung 1

Versuchsanordnung

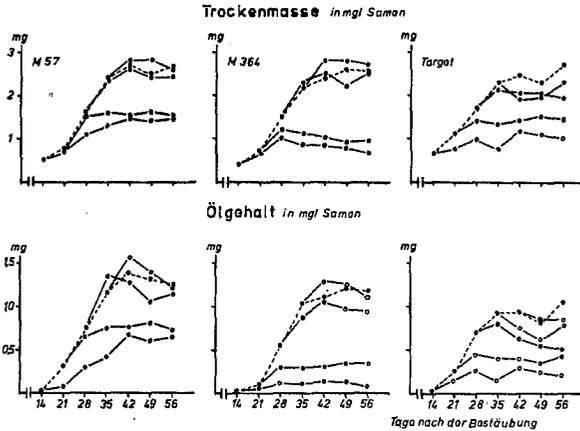


ten der gaschromatographischen Untersuchungstechnik sind bereits andernorts beschrieben worden (RAKOW und MCGREGOR, 1974). Die Ergebnisse werden graphisch dargestellt. Dunkelbehandlungen ohne nennenswerten Effekt auf die untersuchten Merkmale im Vergleich zur Kontrolle sind zur Wahrung der Übersichtlichkeit nicht in die Abbildungen aufgenommen worden.

Ergebnisse

Das Trockengewicht (T.G.) der Samen beträgt 14 Tage nach der Bestäubung (T. n. d. B.) bei allen drei untersuchten Formen ungefähr 0,5 mg/Samen. Es steigt mit zunehmender Reife kontinuierlich an und erreicht zur Reife mit 2,7 mg/Samen seinen Höchstwert. Nach einem zunächst langsamen Anstieg von 14 T. n. d. B. folgt die Phase intensiver Trockenmassebildung (21 bis 35 T. n. d. B.), an die sich die eigentliche Reifephase mit nur geringer Zunahme der Trockenmasse anschließt. Die drei untersuchten Formen unterscheiden sich nicht in ihrer Fähigkeit, Trockensubstanz in die Samen einzulagern (Abb. 2). Das Trockengewicht der Samen steigt bei M 57 bei der Behandlung: Dunkel

Abbildung 2



von 14 T. n. d. B. bis zur Reife von 0,5 mg/Samen auf 1,5 mg/Samen an; es verdreifacht sich und erreicht 55 % des Wertes der Kontrolle (18 Std. Photoperiode). Die Dunkelbehandlung: Dunkel von 21 T. n. d. B. bis zur Reife zeigt einen ähnlichen Effekt wie die vorgenannte. Im Dunkeln reifende Schoten von M 364 sind dagegen kaum in der Lage, in nennenswerten Mengen Trockensubstanz in die Samen einzulagern. Die sich entwickelnden Samen (Dunkel von 14 T. n. d. B. bis zur Reife) nehmen in ihrem Trockensubstanzgehalt bis zum 28 T. n. d. B. etwas zu, der Gehalt fällt zur Reife hin fast wieder auf den der 14 Tage alten Samen ab. Das Trockengewicht der im Dunkeln gereiften Samen beträgt zur Reifezeit 26 % des Trockengewichtes der Samen der Kontrolle und ist nur halb so hoch wie dasjenige der Samen von M 57. Die Trockensubstanzbildung bei der Dunkelbehandlung: Dunkel von 21 T. n. d. B. bis zur Reife unterscheidet sich wenig von der beschriebenen. Sich im Dunkeln entwickelnde Schoten der Sorte Target sind ebenfalls nicht zu wesentlicher Trockensubstanzeinlagerung in die Samen befähigt. Die entsprechenden Gehaltswerte liegen zwischen denjenigen von M 57 und M 364, wobei die Behandlungen: Dunkel von 14 T. n. d. B. bis zur Reife und Dunkel von 21 T. n. d. B. bis zur Reife sich stärker als bei M 57 und M 364 voneinander unterscheiden. Bei allen drei Linien haben später einsetzende Dunkelphasen (28, 35 T. n. d. B.) keinen Einfluß mehr

auf die Trockensubstanzeinlagerung in die Samen im Vergleich zur Kontrolle (Abb. 2).

Die Zunahme des Ölgehaltes der Samen im Verlauf ihrer Reife zeigt die gleiche typische Form einer Wachstumskurve wie die Zunahme des Trockensubstanzgehaltes. M 57, M 364 und Target lagern bei 18 Std. Photoperiode etwa die gleichen Mengen Öl in ihren Samen ein (Abb. 2).

M 57 ist zur Einlagerung von Öl in Samen von verdunkelten Schoten befähigt. Der Ölgehalt reifer Samen der Kontrolle (18 Std. Photoperiode) beträgt 45 % des Trockengewichtes, derjenige reifer Samen der Behandlung: Dunkel von 14 T. n. d. B. bis zur Reife 44 %. M 364 dagegen lagert bei der Behandlung: Dunkel von 14 T. n. d. B. bis zur Reife keine nennenswerten Öl-mengen in den Samen ein. Der Ölgehalt reifer Samen der Kontrolle beträgt bei M 364 wie bei M 57 ebenfalls 46 % des Trockengewichtes, die reifen Samen der Dunkelbehandlung: Dunkel von 14 T. n. d. B. bis zur Reife enthalten aber nur 14 % Öl. Bei der zweiten Dunkelbehandlung: Dunkel von 21 T. n. d. B. bis zur Reife beträgt der Ölgehalt der im Dunkeln gereiften Samen 34 %. Er liegt aber auch hier deutlich unter dem vergleichbaren Wert von M 57. Bei Target liegen die entsprechenden Werte für die Ölgehalte der Samen aus den Dunkelbehandlungen zwischen denen von M 57 und M 364. Hervorzuheben ist, daß hier auch Dunkelbehandlungen, die erst am 28. und 35. T. n. d. B. vorgenommen werden, die Einlagerung von Öl in die Samen im Vergleich zur Kontrolle beeinträchtigen, während diese Dunkelbehandlungen bei M 57 und M 364 keinen Einfluß mehr auf die Ölgehalte der Samen ausüben. (Abb. 2).

Die relativen (prozentualen) Mengenanteile der einzelnen Fettsäuren an der Gesamtfettsäurezusammensetzung des Öles der Samen verändern sich im Verlauf der Reife der Samen. Der prozentuale Gehalt an den gesättigten Fettsäuren Palmitin- und Stearinsäure nimmt im Verlauf der Reife der Samen ab. 14 T. n. d. B. enthalten Samen von M 57, M 364 und Target etwa 20 % Palmitinsäure (16:0). Bei allen drei Formen erniedrigt sich dieser Gehalt im Verlauf der Reife der Samen auf 1/4 dieses Wertes und beträgt zur Reifezeit etwa 5 % (18 Std. Photoperiode). 14 T. n. d. B. beträgt der Anteil an Stearinsäure (18:0) etwa 6 % der Gesamtfettsäuren, reife Samen enthalten etwa 1,5 % Stearinsäure (18 Std. Photoperiode) und somit ebenfalls nur 1/4 der ursprünglichen Menge. Das gilt für M 57, M 364 und Target in gleicher Weise (Abb. 3).

Die Dunkelbehandlungen bewirken, daß die Abnahmen der prozentualen Palmitin- und Stearinsäuregehalte im Verlauf der Reife der Samen gegenüber der Kontrolle verringert sind. Deshalb sind die Palmitin- und insbesondere Stearinsäuregehalte dieser Samen höher als diejenigen der Kontrolle. Dabei ist interessant, daß insbesondere die Samen aus den Dunkelbehandlungen: Dunkel von 21 T. n. d. B. bis zur Reife hohe Stearinsäuregehalte aufweisen, während die Dunkelbehandlung: Dunkel von 14 T. n. d. B. bis zur Reife nicht diesen starken Effekt zeigt. Weiterhin bestehen Unterschiede zwischen den drei untersuchten Linien (Abb. 3).

Der prozentuale Gehalt an Ölsäure (18:1) nimmt bei M 57 und M 364 im Verlauf der Reife der Samen zu (18 Std. Photoperiode). Der Ölsäuregehalt reifer Samen von M 57 beträgt 64 %, derjenige reifer Samen von M 364 49 %. Bei der Sorte Target erfolgt zunächst ebenfalls eine Zunahme des Ölsäuregehaltes der Samen im Verlauf ihrer Reife (14 T. n. d. B. bis

Abbildung 3

Abbildung 4

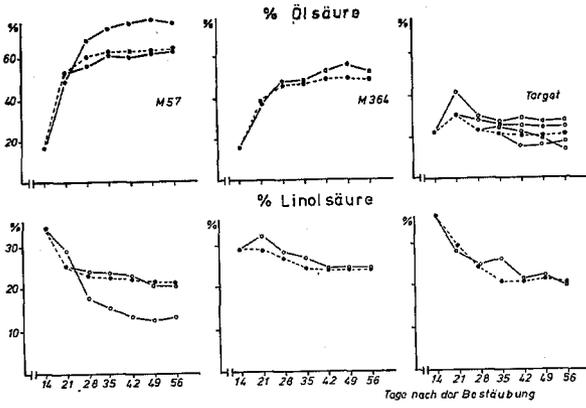
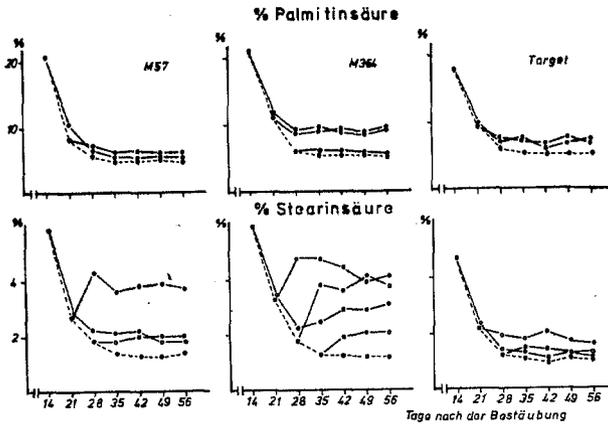
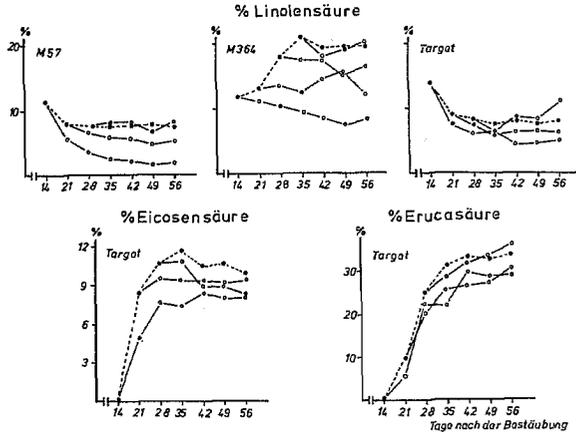


Abbildung 5



21 T. n. d. B.), danach jedoch eine stetige Abnahme bis zur Reife hin. Er beträgt zur Reife 21 % der Gesamtfettsäurezusammensetzung des Öles der Samen (Abb. 4). Der Ölsäuregehalt reifer Samen der Dunkelbehandlung: Dunkel von 14 T. n. d. B. bis zur Reife beträgt bei M 57 76 % und liegt somit um 12 % höher als derjenige reifer Samen der Kontrolle, bei M 364 liegt er nur um etwa 3 % höher. Bei der Sorte Target ist ebenfalls eine Erhöhung zu verzeichnen, die aber durch entsprechende Zu- und Abnahmen zustande kommt. Hier wirken sich auch später einsetzende Dunkelbehandlungen noch auf den Ölsäuregehalt der Samen aus (Abb. 4).

Der Linolensäuregehalt (18:2) der Samen nimmt im Verlauf ihrer Reife ab (18 Std. Photoperiode). Nur bei M 57 wirkt sich die Dunkelbehandlung: Dunkel von 14 T. n. d. B. bis zur Reife in einer Verringerung des Linolensäuregehalts der Samen im Vergleich zur Kontrolle aus. Reife Samen dieser Dunkelbehandlung enthalten etwa 8 % weniger Linolensäure als diejenigen der Kontrolle. Alle anderen Dunkelbehandlungen wirken sich praktisch nicht auf den Linolensäuregehalt aus (Abb. 4).

Bei M 57 und Target nimmt der Linolensäuregehalt (18:3) der Samen bei 18 Std. Photoperiode im Verlauf der Reife kontinuierlich ab, während bei M 364 ein kontinuierlicher Anstieg zu verzeichnen ist, der zu den entsprechenden Linolensäuregehalten der Samen dieser Genotypen führt (Abb. 5). Der Linolensäuregehalt reifer Samen von M 57 beträgt bei der Kontrolle

7,4 %, derjenige der Dunkelbehandlung: Dunkel von 14 T. n. d. B. bis zur Reife 1,8 % und somit nur ca. 1/4 des Gehaltes der Kontrolle. Bei Target sind die entsprechenden Verhältnisse weniger stark ausgeprägt. Bei M 364 erfolgt bei völligem Lichtentzug ebenfalls eine Verringerung des Linolensäuregehaltes der Samen im Verlauf ihrer Reife. Dieser beträgt 8,5 % im Vergleich zu 19,7 % der Kontrolle. Auch durch die weiteren, zeitlich später einsetzenden Dunkelbehandlungen, verringert sich der Linolensäuregehalt der Samen im Vergleich zur Kontrolle. Je später diese Dunkelbehandlungen vorgenommen werden, um so geringer ist der entsprechende Einfluß (Abb. 5).

Die prozentualen Eicosen- (20:1) und Erucasäuregehalte (22:1) nehmen im Verlauf der Reife der Samen zu (hier nur für die Sorte Target angegeben, in M 57 und M 364 konnten nur geringe Mengen an Eicosensäure und keine Erucasäure nachgewiesen werden). Im Gegensatz zu allen anderen Fettsäuren enthalten 14 Tage alte Samen noch keinerlei Eicosen- und Erucasäure (Abb. 5).

Im Dunkeln reifende Samen nehmen im Verlauf ihrer Reife ebenfalls im Gehalt an Eicosen- und Erucasäure zu, jedoch erfolgt diese Zunahme mit geringeren Zuwachsraten je Zeiteinheit, weshalb die reifen Samen der Dunkelbehandlungen geringere Gehalte an Eicosen- und Erucasäure aufwiesen als reife Samen der Kontrolle. Zu frühen Entwicklungsstadien durchgeführte Dunkelbehandlungen verringern die 20:1- und 22:1-Gehalte stärker als die später vorgenommenen Behandlungen, wobei 35 T. n. d. B. oder später vorgenommene Behandlungen keinen Einfluß mehr auf die Gehalte an diesen Fettsäuren ausüben (Abb. 5).

In gleicher Weise wie der Ölgehalt der Samen im Verlauf ihrer Reife nimmt auch der Gehalt der Samen an den einzelnen Fettsäuren ( $\mu\text{g}/\text{Samen}$ ) zu und erreicht Werte, die sich in der Fettsäurezusammensetzung der reifen Samen widerspiegeln. Grundsätzlich erfolgt aber in jedem Fall eine Zunahme und niemals eine Abnahme. Die Zuwachsraten ergeben, gegen die Zeit aufgetragen, bei allen Fettsäuren eine typische Wachstumskurve (Abb. 6, 7 und 8).

Die Einlagerung von Palmitinsäure in die Samen erfolgt im Dunkeln (Dunkel von 14 T. n. d. B. bis zur Reife) im Vergleich zur Kontrolle mit geringeren Zuwachsraten. M 57 lagert unter den Bedingungen dieser Dunkelbehandlung noch beachtliche Mengen an Palmitinsäure in die Samen ein, während M 364 und Target hierzu nur in geringem Ausmaß befähigt sind. Bei der zweiten Dunkelbehandlung: Dunkel von 21 T. n. d. B. bis zur Reife ergeben sich ähnliche Effekte. Die Dunkelbehandlungen: Dunkel von 28 T. n. d. B. bis zur Reife und 35 T. n. d. B. bis zur Reife wirken sich bei M 57 und M 364 nicht mehr auf die Einlagerung von Palmitinsäure in die Samen aus. Bei Target zeigen auch diese Dunkelbehandlungen noch deutliche Einflüsse (Abb. 6).

Die Einlagerung von Stearinsäure in die Samen wird durch Lichtentzug in einer besonders eigentümlichen Weise beeinflusst. Durch die Dunkelbehandlung: Dunkel von 14 T. n. d. B. bis zur Reife wird die Einlagerung von Stearinsäure in die Samen im Vergleich zur Kontrolle verringert. Bei M 364 und Target wird die Stearinsäuresynthese durch Lichtentzug fast vollständig unterdrückt, bei M 57 wird dagegen eine beachtliche Menge in die Samen eingelagert. Demgegenüber haben Samen der später durchgeführten

Abbildung 6

Abbildung 7

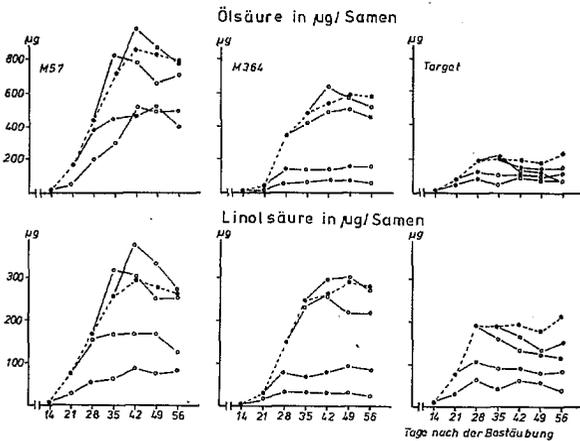
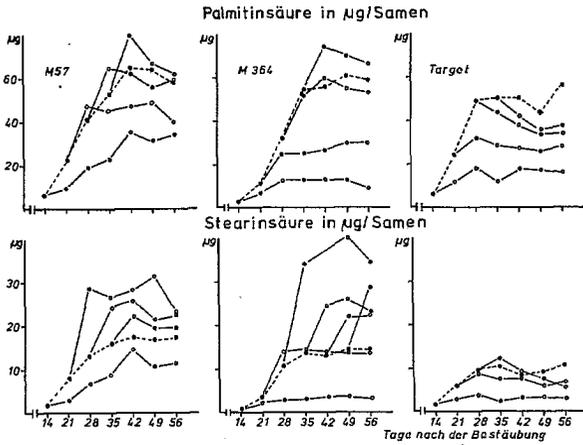
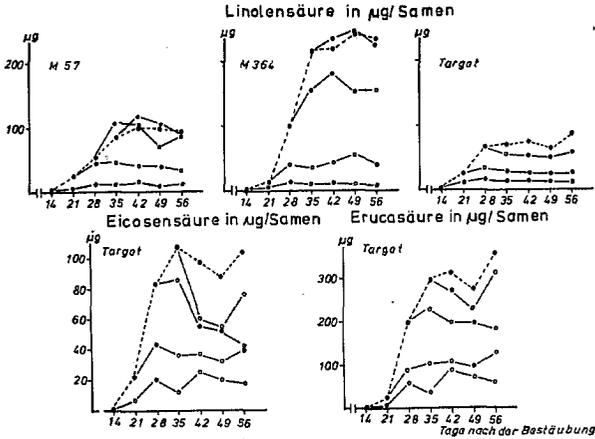


Abbildung 8



Dunkelbehandlungen höhere Stearinsäuregehalte als Samen der Kontrolle. Dies trifft allerdings nur für M 57 und M 364 zu, während bei Target kein derartiger Effekt zu beobachten ist. Hier gleichen die Stearinsäuregehalte der später durchgeführten Dunkelbehandlungen den entsprechenden Gehaltswerten der Kontrolle bzw. liegen nur wenig darunter (Abb. 6). Der Ölsäuregehalt reifer Samen der längsten Dunkelbehandlung: Dunkel von 14 T. n. d. B. bis zur Reife beträgt bei M 57 ca. 2/3 des entsprechenden Gehaltes reifer Samen der Kontrolle. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der Dunkelbehandlung: Dunkel von 21 T. n. d. B. bis zur Reife. Bei M 364 und Target wird die Einlagerung von Ölsäure in die Samen durch diese Dunkelbehandlungen viel stärker unterdrückt (Abb. 7). Das für den Ölsäuregehalt Gesagte trifft in ähnlicher Weise für den Linol- und Linolensäuregehalt zu. Die Dunkelbehandlungen wirken sich hier aber in einer noch stärkeren Beeinträchtigung (Verminderung) auf die Gehalte dieser Fettsäuren aus. Der Linolsäuregehalt reifer Samen der Dunkelbehandlung: Dunkel von 14 T. n. d. B. bis zur Reife beträgt bei M 57 ca. 1/3 des Gehaltes reifer Samen der Kontrolle, der Linolensäuregehalt dieser Samen aber nur 1/9 des entsprechenden Gehaltes der Kontrolle. Bei M 364 und Target dagegen wird die Einlagerung von Linol- und Linolensäure in die Samen durch Lichtentzug fast vollständig verhindert (Abb. 7 und 8).

Der Gehalt an Eicosen- und Erucasäure bei Target ist in reifen Samen der Dunkelbehandlungen niedriger als derjenige reifer Samen der Kontrolle. Reife Samen der Dunkelbehandlung: Dunkel von 14 T. n. d. B. bis zur Reife enthalten in ihren Samen ca. 1/5 des Gehaltes an Eicosen- und Erucasäure im Vergleich zur Kontrolle. Je später die Dunkelbehandlungen einsetzen, um so weniger wird die Bildung und Einlagerung dieser Fettsäuren in die Samen beeinträchtigt (Abb. 8).

### Diskussion

Da Rapssamen während ihrer Reife Chlorophyll enthalten, sind sie zu photosynthetischen Leistungen befähigt. Die Trockensubstanzproduktion kann deshalb durch Photosyntheseleistung der Samen direkt am Ort der späteren Speicherung erfolgen. Daneben können Substanzen, die aus der Photosyntheseleistung des Blattapparates, der Stengel und der Schoten stammen, in die Samen transportiert und zu Fett und Protein, den beiden Hauptbestandteilen der Trockensubstanz des Samens, aufgebaut werden. Durch die Dunkelbehandlungen wird die Photosyntheseleistung der Samen bzw. Schote und Samen selbst verhindert. Sich im Dunkeln entwickelnde Schoten, die Trockensubstanz in die Samen einlagern, sind daher auf die Photosyntheseleistung der Blätter und Stengel angewiesen. Betrachtet man die Trockensubstanzproduktion der Samen unter diesem Gesichtspunkt, so wird daraus ersichtlich, daß M 57 möglicherweise über ein besser ausgebildetes Attraktionszentrum für Photosyntheseprodukte aus Blättern und Stengeln verfügt als M 364 und Target. Dieses Ergebnis kann als Hinweis darauf gelten, daß es sich bei M 57 um eine Regulationsmutante und nicht um eine Defektmutante handelt. Die Mutante M 57 scheint daher neben der Linolensäurearmut im Öl ihrer Samen auch von diesem Gesichtspunkt züchterisch von Interesse zu sein.

Die Ölgehalte reifer Samen der Kontrolle und der Dunkelbehandlung: Dunkel von 14 T. n. d. B. bis zur Reife bei M 57 unterscheiden sich nicht (sie betragen jeweils ca. 45 %); dagegen sind die mengenmäßigen Anteile von Öl und den anderen Bestandteilen der Trockensubstanz der Samen bei M 364 und Target zueinander verschoben (siehe oben). Diese Veränderungen sind aus den vorliegenden Versuchsergebnissen nicht erklärbar.

Die Veränderungen der prozentualen Mengenanteile der einzelnen Fettsäuren an der Gesamtfettsäurezusammensetzung des Öles der Samen aus den Dunkelbehandlungen im Vergleich zur Kontrolle lassen sich wie folgt charakterisieren:

1. Bei M 57 und M 364 ist die Erhöhung des Stearinsäuregehaltes mit einer entsprechenden Verringerung des Linolensäuregehaltes verbunden.
2. Zusätzlich dazu erfolgt bei M 57 eine Erhöhung des Ölsäuregehaltes und eine Verringerung des Linolsäuregehaltes (Dunkelbehandlung: Dunkel von 14 T. n. d. B. bis zur Reife).
3. Dunkelbehandlungen, die am 21 T. n. d. B. einsetzen, führen zu höheren Stearinsäuregehalten als früher einsetzende Dunkelbehandlungen (14 T. n. d. B.). Ungefähr 21 T. n. d. B. beginnt der Embryo intensiv zu wachsen, was möglicherweise hiermit in Zusammenhang stehen könnte.
4. Bei Target sind kaum entscheidende Veränderungen festzustellen.

Der tatsächliche Gehalt der Samen an den einzelnen Fettsäuren ( $\mu\text{g}/\text{Samen}$ ) der drei untersuchten Linien zeigt interessante Unterschiede. Trotz absolut geringem Gesamtölgehalt der Samen einiger Dunkelbehandlungen im Vergleich zur Kontrolle (18 Std. Photoperiode) ist der Gehalt an Stearinsäure der Samen dieser Dunkelbehandlungen ( $\mu\text{g}/\text{Samen}$ ) bei M 57 und M 364 höher als derjenige der Kontrolle. Die gefundenen höheren prozentualen Werte für Stearinsäure bedeuten tatsächlich höhere absolute Mengen ( $\mu\text{g}/\text{Samen}$ ). Offensichtlich funktioniert das Fettsäuresynthetasesystem auch im Dunkeln. Das Endprodukt dieser Biosynthesekette, die Stearinsäure (18:0), reichert sich sehr stark an (Abb. 6, M 57 und M 364). Bei Target ist diese Erscheinung nicht zu beobachten. Hier führt die Synthese im Gegensatz zu M 57 und M 364 weiter über Ölsäure zu Eicosen- und Erucasäure (DOWNEY und CRAIG, 1964). Auch diese Biogenesekette ist im Dunkel noch funktionsfähig. Dagegen wird das Desaturasesystem  $18:1 \rightarrow 18:2 \rightarrow 18:3$  durch Lichtentzug gehemmt. M 57 synthetisiert im Dunkel  $2/3$  der Ölsäure-,  $1/3$  der Linolsäure- und nur noch  $1/9$  der Linolensäuremenge der Kontrolle (Abb. 7 und 8). Das bedeutet, daß je mehr ungesättigt eine Fettsäure ist, umso mehr ist ihre Bildung und Einlagerung in die Samen von ausreichender Lichtzufuhr abhängig. Diese Beziehung besteht bei M 364 und Target nicht, weshalb hier weitere, bisher unbekannte Faktoren möglicherweise eine Rolle spielen (Abb. 7 und 8).

#### Literatur

1. BECHYNE, M. und Z. P. KONDRA (1970): Effect of seed pod location on the fatty acid composition of seed oil from rapeseed (*Brassica napus* and *B. campestris*).  
Can. J. Plant Sci. 50, 151-154
2. DOWNEY, R. K. und B. M. CRAIG (1964): Genetic control of fatty acid biosynthesis in rapeseed (*Brassica napus* L.).  
J. Am. Oil Chem. Soc. 41, 475-478
3. RAKOW, G. (1973): Selektion auf Linol- und Linolensäuregehalt in Rapsamen nach mutagener Behandlung.  
Z. Pflanzenzüchtung 69, 62-82
4. RAKOW, G. und D. I. MCGREGOR (1973): Opportunities and problems in modification of levels of rapeseed  $C_{18}$  unsaturated fatty acids.  
J. Am. Oil Chem. Soc. 50, 400-403
5. RAKOW, G. und D. I. MCGREGOR (1974): Oil, fatty acid and chlorophyll biogenesis in developing seeds of two "Linolenic Acid Lines" of "Zero Erucic Acid" rapeseed (in Vorbereitung)