

Lipidmusterscreening seneszenten Blätter von *Arabidopsis thaliana* Mutanten

Bericht für das Praktikum am MPI für Molekulare
Pflanzenphysiologie in Golm vom 18.06.07-13.07.07
von Hayatt Balke-Want

Inhaltsverzeichnis

	Seite
<u>1. Einleitung</u>	4
1.1. Persönliche Vorstellung	4
1.2. Das Praktikum	4
1.2.1. Praktikumsort und Arbeitsgruppe	4
1.2.2. Das Praktikumsprojekt	5
<u>2. Projektinformationen</u>	6
2.1. Grundlegende Informationen	6
2.2. Einordnung des Projekts	7
<u>3. Material und Methoden</u>	8
3.1. Aufzucht von Arabidopsis thaliana Mutanten	8
3.2. Lipidisolierung	8
3.3. Gaschromatographie/Massenspektrometrie	9
<u>4. Versuchsergebnisse</u>	10
4.1. Typisches Lipidmuster im Wildtyp	10
4.2. Umweltbedingte Lipidmustervariationen	10
4.3. Beispiele für besondere Mutanten	11
4.3.1. Beispiel für erhöhte Akkumulation bereits vorkommender Lipide	11
4.3.2. Beispiel für Akkumulation neuer Lipide	11

5. Diskussion	12
5.1. Analyse und Interpretation	12
5.2. Deutung	13
6. Fazit/Rückblick	14
6.1. Wissenschaftliches Arbeiten	14
6.2. Betreuung	14
6.3. Danksagungen	15
7. Literaturverzeichnis	15
8. Anhang	16

1. Einleitung

1.1. Persönliche Vorstellung

Nachdem ich im letzten Schuljahr mein Abitur gemacht und am Auswahlverfahren zur 18. Internationalen Biologie-Olympiade (IBO) teilgenommen habe, hatte ich vom 18.06.07 bis zum 13.07.07 die Möglichkeit, am Max-Planck-Institut für Molekulare Pflanzenphysiologie in Golm ein Praktikum zu absolvieren, als Auszeichnung für meine Leistungen im Rahmen der 3. Runde, insbesondere im Bereich der Botanik.

Zwar hatte ich schon vor zwei Jahren ein dreiwöchiges Praktikum am Institut für vegetative Physiologie der Universität zu Köln absolviert, um erste Einblicke in die Welt als „Forscher“ zu erlangen, aber dennoch sind die Unterschiede erheblich, was nicht zuletzt daran liegt, dass ich damals mit Mäusen gearbeitet habe.

Auch wenn ich bald mit dem Medizinstudium beginnen möchte, bin ich mit großer Vorfreude an das Praktikum getreten. Dies liegt u. a. auch daran, dass die Vorbereitung auf die IBO mein Interesse für die Botanik im Allgemeinen geweckt hat.

1.2. Das Praktikum

1.2.1. Praktikumsort und Arbeitsgruppe

Das Forschungsprofil des Max-Planck-Instituts für Molekulare Pflanzenphysiologie hat mit der Zeit einen Wandel durchgemacht. Während die Pflanzenphysiologie früher „eine eher beschreibende Wissenschaft“ war, werden nun modernste Methoden der Molekularbiologie und Genetik verwendet¹, um mehr über das komplexe System Pflanze² in Erfahrung zu bringen.

Nachdem zunehmend Stoffwechselwege aufgeklärt und die daran beteiligten Gene identifiziert und isoliert wurden, wird die Arbeit mittlerweile durch die Herstellung der Gen-Funktionsbeziehung bestimmt³. Schwerpunkte des Instituts bilden hierbei die Analyse von Primärstoffwechselwegen in höheren Pflanzen, die Speicherung von Stoffen und ihre Mobilisierung, die Signalwirkung von Stoffen, die Untersuchung des Transportsystems für Stoffwechselprodukte und der Nährstoffaufnahme durch die Wurzel. Darüber hinaus besteht

¹ siehe <http://www-de.mpimp-golm.mpg.de/profil/index.html>

² siehe <http://www-de.mpimp-golm.mpg.de/profil/ziele/index.html>

³ siehe <http://www-de.mpimp-golm.mpg.de/profil/index.html>

ein besonderes Interesse darin, Stoffwechselwege zu untersuchen und zu erfahren, wie die Steuerung des Stoffwechsels und der Wachstumsprozesse im Gewebe erfolgen. Daneben sind die Evolutionsforschung und die molekulare Ökophysiologie weitere Forschungsschwerpunkte. Seit 2004 wird nach dem Ausbau am Institut die Plastidenforschung durch eine neue Abteilung angemessen vertreten⁴.

Die Arbeitsgruppe von Dr. Peter Dörmann (*Abb. 1*), in der ich mein Praktikum absolviert habe, beschäftigt sich mit pflanzlichen Lipiden. Dabei bilden Galaktolipide und das Vitamin E die beiden Forschungsschwerpunkte der Arbeitsgruppe Dörmann.

Galaktolipide tauchen normalerweise nur in der Thylakoidmembran der Chloroplasten auf. Bei Phosphatmangel während des Wachstums können sie allerdings auch anstelle von Phospholipiden in die extraplastidäre Membran



eingebaut werden und stellen somit eine *Abb. 1 Die Arbeitsgruppe Dörmann*

Möglichkeit dar, Phosphat einzusparen, das nun z.B. für die DNA-

oder RNA-Synthese verwendet wird. Die Untersuchung von Vitamin E konzentriert sich vor allen Dingen auf die Funktion als Radikalfänger in der Pflanze⁵.

1.2.2. Das Praktikumsprojekt

Das Projekt, an dem ich während meines Praktikums gearbeitet habe, diente der Identifizierung von *Arabidopsis thaliana* Mutanten, die ein neuartiges Lipidmuster in seneszenten Blättern aufgrund von Mutationen aufweisen.

Bis diese Mutanten jedoch gefunden werden können, müssen drei Arbeitsschritte bewerkstelligt werden: Aufzucht der Pflanzen, Isolierung der Lipide und Lipidmusteranalyse mittels GC-MS (Gaschromatograph/Massenspektrometer).

⁴siehe <http://www-de.mpimp-golm.mpg.de/profil/ziele/index.html>

⁵siehe http://www-de.mpimp-golm.mpg.de/profil/gruppen/1_mp/01_mpPL/index.html

2. Projektinformation

2.1. Grundlegende Informationen

Während meiner Arbeit habe ich versucht, Mutanten der Pflanze *Arabidopsis thaliana* zu finden, deren in der Seneszenz (Alterungsprozess) befindlichen Blätter ein neuartiges Lipidmuster aufweisen. Grund für diese als Screening bezeichnete Suche war die Tatsache, dass bestimmte Lipide erst während der Seneszenz gebildet bzw. vermehrt produziert werden. Denn während der Seneszenz wird Chlorophyll abgebaut, sodass Phytol freigesetzt wird, welches für Zellmembranen allerdings schädlich ist. Da Phytol jedoch nicht sofort abgebaut wird, sondern u .a. zum Aufbau der untersuchten Lipide dient, liegt es nahe, dass die Funktion der pflanzlichen Lipide in der Speicherung des Phytols liegen könnte.⁶⁾

Um für diese Vermutung Nachweise liefern zu können, bedarf es jedoch noch Jahre langer Arbeit. Denn zuvor müssen Mutanten, die ein vom Wildtyp abweichendes Lipidmuster aufweisen, isoliert und dann einzeln untersucht werden, um mehr über die Stoffwechselwege während der Seneszenz von Blättern zu erfahren. Meine Aufgabe bestand darin, solche Mutanten ausfindig zu machen.

Ich möchte in diesem Abschnitt jedoch noch einmal meinen Fokus auf die verschiedenen Lipide richten, die ich beim Lipidmusterscreening entdecken konnte.

Zunächst ist klarzustellen, dass in seneszenten Blättern Membran-schädigenden freies Phytol sowie verschiedene Fettsäure-Phytolester (9:0, 10:0, 14:0 und 16:3 Phytol) vorkommen.

Phytol gehört zu der Gruppe der Isoprenoide (*Abb.2*).

Daneben gab es noch einige Sterole (Camposterol, Stigmasterol und gamma-Sitosterol), die ebenfalls zur Gruppe der Isoprenoide zählen (*Abb.2*). Sterole spielen eventuell eine Rolle bei der Temperaturanpassung von Membranen, da sie die Fluidität der Membranen erniedrigen, sodass sich eine höhere Hitzetoleranz für Pflanzen mit größerem Sterolanteil in den Membranen ergibt.⁷⁾

Die letzte relevante und regelmäßig auftretende Gruppe der analysierten Lipide waren die Lipidvitamine (*Abb.2*), vertreten durch alpha-Tocopherol (Vitamin E) und gamma-Tocopherol. Diese schützen zum einen Lipide aus der photosynthetischen Membran von Pflanzen und Samen und sind zum anderen im primären Kohlenstoffwechsel eingebunden.⁸⁾

⁶⁾ vgl. Dörmann P. et al. (2006), Functional diversity of tocochromanols in plants, *Planta*:

⁷⁾ vgl. Heldt, Hans, Pflanzenbiochemie, Heidelberg (Spektrum Akademischer Verlag), 2003, S. 375

⁸⁾ vgl. Dörmann P. et al. (2006), Functional diversity of tocochromanols in plants, *Planta*:

Eine besonders häufig vorkommende Gruppe von Lipiden war die der Wachse (Abb.2), zu denen die Alkane gehören. Wachse kommen in der Cuticula vor. Sie schützen die Blätter vor der Austrocknung, wurden allerdings im Rahmen dieses Screenings nicht berücksichtigt.

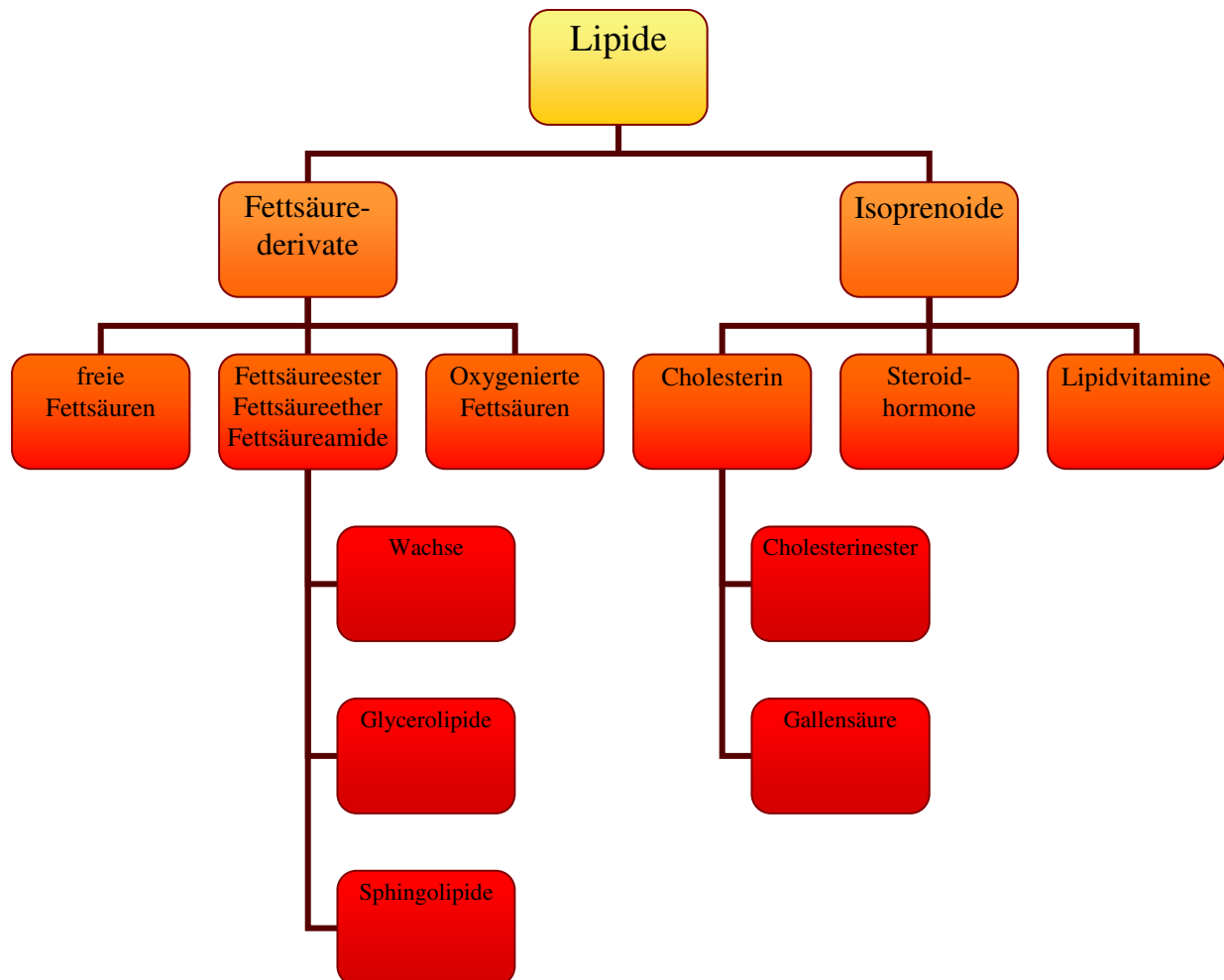


Abb. 2 Klassifizierung einiger biologisch relevanter Lipide.⁹⁾

2.2 Einordnung des Projekts

Die Mutanten von *Arabidopsis thaliana* dienen dazu, mehr über die Bedeutung von Lipiden während der Seneszenz von Blättern herauszufinden, ebenso wie man umgekehrt versucht, durch Lipide und ihre Bedeutung mehr über Stoffwechselwege während der Seneszenz von Blättern- insbesondere den Abbau von Chlorophyll - herauszufinden. Somit ist das Projekt klar in den Bereich der molekularen Pflanzenphysiologie einzuordnen.

⁹⁾ aus Lottspeich, Friedrich und Zorbas, Haralabos, Bioanalytik, Heidelberg (Spektrum Akademischer Verlag), 1998, S. 538

3. Material und Methoden

3.1. Aufzucht von Arabidopsis thaliana Mutanten

Arabidopsis Samen wurden durch Behandlung mit 0,5 % EMS (Ethylmethansulfonat) in Wasser über Nacht mutagenisiert. Die Samen wurden auf Erde ausgesät, und die Samen der nächsten Generation (M2) geerntet. Diese M2 Samen wurden wiederum ausgesät, und die entsprechenden Pflanzen zum Screening eingesetzt. EMS wird verwendet, um Punktmutationen hervorzurufen, indem es Nucleotide in den DNA-Doppelsträngen verändert.¹⁰⁾

Die Samen der M2-Generation wurden vor Aussaat 15 Minuten lang mit 6 %-igem Natriumhypochlorit Oberflächen-sterilisiert und auf sterilen 2MS-Platten ausgebracht. Bei den 2MS-Platten handelt es sich um Petri-Schalen mit einem speziellen Pflanzennährmedium. Auf diesen Platten wachsen die Pflanzen zwei Wochen lang im Phytotron unter Langtag-Bedingungen mit zwölf hellen und zwölf dunklen Stunden. Nach den zwei Wochen im Phytotron unter Langtag-Bedingungen werden die Pflanzen auf Erde pikiert. Daraufhin werden die Pflanzen in den Langtag-Phytotron gebracht, in dem sie vier bis fünf Wochen verweilen.

3.2. Lipidisolierung

Nach diesen vier bis fünf Wochen im Langtag-Phytotron werden von den Pflanzen Blattproben entnommen. Wichtig dabei ist, dass die Blätter der verwendeten Blattproben gelb geworden sind, da nur in diesen die Seneszenz eindeutig erkennbar begonnen hat.

Der eigentlichen Lipidisolierung, die im folgenden näher erläutert werden soll, liegt das Lipidisolierungsverfahren nach Bligh & Dyer aus dem Jahr 1959 zu Grunde.

Dabei werden zunächst alle Proben gefroren und mit einem Laborrührer zerrieben bis die Proben pulvrig geworden sind. Danach fügt man 200 µl Chloroform/Methanol im Verhältnis 2:1 und 100 µl Phosphorsäure/Kaliumchlorid im Verhältnis 1:5 hinzu und vermischt das Ganze mit einem Vortexer gemischt.

Als nächstes werden die Proben 1 Minute lang bei 14000 g zentrifugiert. Dabei bilden sich drei Phasen bei jeder Probe: Die untere Phase ist grün und lipidhaltig, die mittlere fest und die obere wässrig. Da für das Screening allerdings nur Lipide betrachtet werden, wird nur die

¹⁰⁾ aus <http://de.wikipedia.org/wiki/Ethylmethansulfonat>

grüne Phase jeder Probe in ein Reagenzglas pipetiert. Im Anschluss wird aus jeder Probe mit Luft die Flüssigkeit abgeblasen, sodass am Reagenzglas nur noch ein grüne Rest übrig bleibt. Nachdem man in jede Probe 100 µl Hexan hinein pipetiert und die Probe mit Hilfe eines Vortexers gemischt hat, wird sie in ein Röhrchen pipetiert, das speziell für die Gaschromatographie/Massenspektrometrie geeignet ist.

3.3. Gaschromatograph/Massenspektrometer

Die GC-MS besteht aus zwei Komponenten: Dem Gaschromatographen (GC) und dem Massenspektrometer (MS). Der Gaschromatograph ist ein äußerst sensibles Gerät, das zur Auftrennung von unzersetzt verdampfenden Stoffgemischen in ihre einzelnen Komponenten verwendet wird.¹¹⁾ Im Fall des Experiments, das ich durchgeführt habe, diente der Gaschromatograph zur Auftrennung der Lipidproben in die einzelnen Lipidkomponenten. Das Massenspektrometer hingegen diente der qualitativen und quantitativen Analyse der einzelnen Komponenten im Lipidgemisch, sodass neben der Strukturaufklärung auch der Massenanteil der Substanz in der Probe bestimmt werden konnte (das Maß hierfür war das Integral des Peaks jedes einzelnen Lipids).¹²⁾

Durch die Kombination des Gaschromatographen mit dem Massenspektrometer in einem Gerät ist es also möglich gewesen, in einem Durchgang zu erfahren, aus welchen Lipidkomponenten sich die Lipidproben zusammensetzten und in welchem Verhältnis die Mengen der einzelnen Komponenten zu einander standen.

¹¹⁾ aus <http://de.wikipedia.org/wiki/Gaschromatographie/Begriffe>

¹²⁾ aus <http://de.wikipedia.org/wiki/Gaschromatographie>

4. Versuchsergebnisse

Da ich im Laufe meines Praktikums ein paar hundert Proben analysiert habe, kann ich selbstverständlich nicht alle Versuchsergebnisse im Rahmen dieses Berichts präsentieren. Jedoch möchte ich in diesem Teil exemplarisch besondere Beispiele hervorheben, um später in **5. Diskussion** die Tendenz meiner Ergebnisse festhalten zu können.

4.1. Typisches Lipidmuster im Wildtyp

Die unten aufgeführte Abbildung (*Abb.3*) zeigt auf welche Lipidmuster in den allermeisten Fällen nach einer Lipidmusteranalyse auftraten. Hervorzuheben hierbei sind folgende Lipide, die konstant in etwa demselben Massenverhältnis zueinander auftraten (von links nach rechts erkennbar an den deutlichen Peaks): freies Phytol (bei 8,6 min) 10:0 Phytol (bei 20,8), gamma-Tocopherol (bei 22,0), alpha-Tocopherol (bei 23,0), 12:0 Phytol (bei 23,2), Campesterol (bei 24,0), Stigmasterol (bei 24,4), gamma-Sitosterol (bei 25,2), 14:0 Phytol (bei 25,6) und 16:3 Phytol (bei 27,8). Darüber hinaus kamen immer wieder auffällige Peaks von Alkanen vor, die aber wie schon (unter **2.1. Grundlegende Informationen**) erwähnt für mein Projekt unberücksichtigt blieben. Zur Orientierung die deutlicheren Alkan-Peaks kamen vor bei 17,2, bei 20, bei 22,6 und bei 24,9.

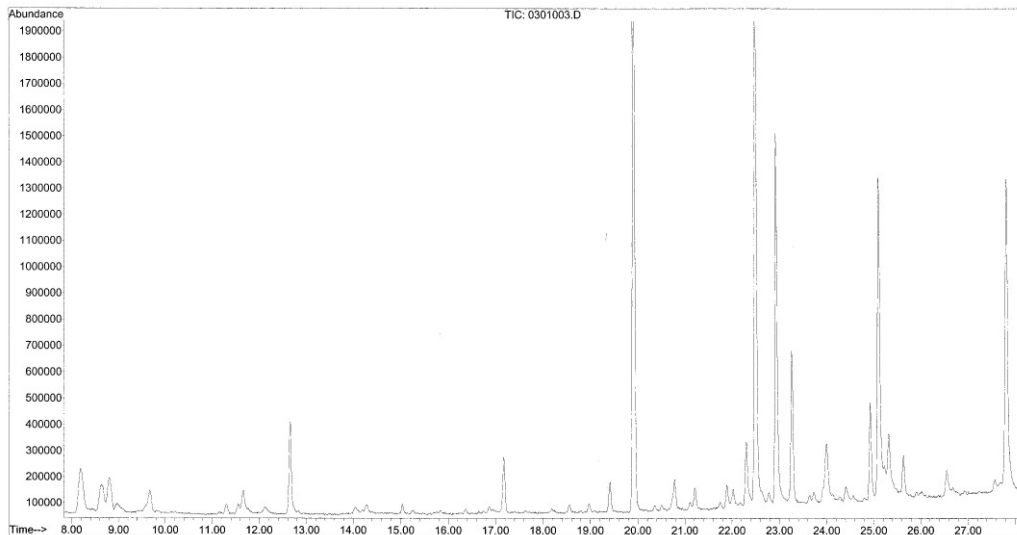


Abb.3 typisches Lipidmuster nach Lipidmusteranalyse

4.2. Umweltbedingte Lipidmustervariationen

Das in *Abb.4* (siehe Anhang) aufgeführte Beispiel eines Lipidmusters soll exemplarisch verdeutlichen, dass innerhalb des „*typischen Lipidmusters*“ noch ein gewisser Spielraum vorhanden ist, sodass sich die *Abbildungen 3* und *4* auf den ersten Blick kaum voneinander unterscheiden. Bei genauerer Betrachtung fällt jedoch auf, dass sich manche Peaks in den Beispielen aus *Abb. 3* und *4* in ihrer Höhe – also Abundanz – unterscheiden. Die Tabelle (*Tab. 1*) fasst einige auffällige Beispiele relevanter Lipide zusammen:

Lipide	Abundanz (<i>Abb.3</i>)	Abundanz (<i>Abb.4</i>)
freies Phytol (bei 8,6)	180.000	100.000
gamma-Tocopherol (bei 22,0)	140.000	250.000
alpha-Tocopherol (bei 23,0)	1.470.000	1.960.000
12:0 Phytol (bei 23,2)	660.000	1.320.000
Stigmasterol (bei 24,4)	140.000	60.000
14:0 Phytol (bei 25,6)	240.000	450.000
16:3 Phytol (bei 27,8)	1.300.000	840.000

Tab.1 auffällige Beispiele einiger relevanter Lipide

4.3. Beispiele für besondere Mutanten

4.3.1. Beispiel für erhöhte Akkumulation bereits vorkommender Lipide

Das Beispiel aus *Abbildung 5* (siehe Anhang) zeigt bei 8,6 den Peak eines freien Phytols, der eine Abundanz von mehr als 1.200.000 besitzt - ein Wert, der in keinem Verhältnis zu den Werten für freies Phytol aus den Beispielen in *Abb. 3* und *4* (siehe *Tab.1*) und den Werten der Peaks der übrigen Lipide in *Abb. 5* steht.

4.3.2. Beispiel für Akkumulation neuer Lipide

Am nächsten Beispiel aus *Abbildung 6* (siehe Anhang) soll verdeutlicht werden, dass z.T. auch völlig neue Lipide synthetisiert wurden. In diesem Beispiel handelt es sich bei den neu synthetisierten Lipiden um Palmitinsäure (bei 6,6) und Ölsäure (bei 9,0). Beide Lipide kamen in den anderen Proben nicht vor.

5. Diskussion

5.1. Analyse und Interpretation

Durch die Aufzucht von *Arabidopsis thaliana* auf EMS sind Mutanten entstanden. Da sich die Mutationen jedoch überall im Genom der Pflanzen ereignen können, gibt es auch eine Vielzahl an *Arabidopsis thaliana* Mutanten, deren Lipidmuster dem einer Wildtyp Pflanze gleichen (dafür weisen diese Mutanten andere phänotypische Unterschiede auf), sodass die Ergebnisse aus dem ersten Beispiel (**4.1. Typisches Lipidmuster im Wildtyp**) als normal oder eben typisch zu werten sind. Denn eine Wildtyp-Pflanze wird ein ähnliches Lipidmuster aufweisen. Gleiches gilt auch für das zweite Beispiel (**4.2. Umweltbedingte Lipidmustervariationen**), denn die hier aufgetreten Unterschiede lassen sich noch durch Umwelteinflüsse erklären. Immerhin bietet ein Genotyp immer eine Ansatzstelle für Umwelteinflüsse, die wiederum dem Phänotypen durch ihr Zusammenwirken einen gewissen Spielraum eröffnen, sodass im Fall des Lipidmusters gewisse Unterschiede trotz des gleichen wildtypartigen Genotyps nicht auf Mutationen, sondern auf unterschiedliche Umwelteinflüsse zurückzuführen sind. Beispiel für einen solchen Umwelteinfluss im Fall der *Arabidopsis thaliana* Mutanten ist die unterschiedlich starke Lichteinwirkung, wenn eine Pflanze z.B. eine andere bedeckt.

Bei den unter **4.3. Beispiele für besondere Mutanten** vorgestellten Pflanzen handelte es sich um Beispiele zweier verschiedener Gruppen von Mutanten. Im ersten Beispiel synthetisiert die vorgestellte Pflanze übermäßig viel freies Phytol. Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass durch die Mutation der Abbau von freiem Phytol behindert wird, z.B. weil ein Enzym, das das freie Phytol abbaut, durch die Mutation defekt ist, sodass sich im seneszenten Blatt freies Phytol anreichert und später in der Lipidmusteranalyse durch einen übergroßen Peak erkennbar wird. Würde eine solche Mutation ein Enzym treffen, das ein anderes Phytol abbaut, würde derselbe Mechanismus auch hier greifen, sodass man hier klar kategorisieren kann.

Im zweiten Beispiel wurden völlig neuartige Lipide synthetisiert (Palmitin- und Ölsäure). Diese freien Fettsäuren entstehen möglicherweise durch vermehrte Hydrolyse durch Phospholipasen.

5.2. Deutung

Die Ergebnisse der Lipidmusteranalysen haben gezeigt, dass ein Screening von *Arabidopsis thaliana* Mutanten durchaus sinnvoll ist, um Mutanten zu finden, deren seneszenten Blätter ein neuartiges Lipidmuster aufweisen. Denn die Vielzahl der gescreenten *Arabidopsis thaliana* Mutanten weist ein Lipidmuster auf, das dem des Beispiels aus **4.1.** gleicht bzw. stark ähnelt. Diese Pflanzen weisen andere Mutationen auf, die jedoch für zukünftige Experimente uninteressant sind. Denn Ziel ist es, mehr über die Stoffwechselwege in seneszenten Blättern zu erfahren, d.h. vor allen Dingen herauszufinden, welche Funktion Lipide während der Seneszenz einnehmen, bzw. herauszufinden ob ihre Funktion eventuell allein in ihrer Existenz besteht.

Wenn sich die letzten beiden Beispiele wirklich als weiterhin verwendbare Mutanten herausstellen sollten und keine Verunreinigungen vorliegen, dann ist es durchaus von Interesse zu erfahren, inwiefern das übermäßige vorhanden sein von freiem Phytol bzw. das Auftreten von Palmitin- und Ölsäure sich auf das Auftreten der anderen Lipide auswirkt. Wäre z.B. das Enzym zum Abbau von freiem Phytol defekt, so müsste dies dazu führen das andere Lipide vermindert oder gar nicht mehr synthetisiert werden. Aus dieser Erkenntnis ließe sich wiederum ableiten, dass das entsprechende Lipid oder die entsprechenden Lipide Abbauprodukte des membranschädigenden freien Phytols sind. Natürlich wäre es weiterhin interessant mehr über das Enzym zu erfahren, das den Abbau von freiem Phytol katalysiert. Da die Mutanten jedoch noch nicht genauer analysiert wurden, lassen sich bis jetzt nur Vermutungen darüber anstellen, welche Funktion die Lipide in seneszenten Blättern wirklich erfüllen. Sicher ist jedoch, dass die *Arabidopsis thaliana* Mutanten helfen können mehr über ihre Funktion und ihre Stoffwechselwege in Erfahrung bringen zu können.

6. Fazit/Rückblick

6.1. wissenschaftliches Arbeiten

Das Praktikum hat mir gezeigt, dass die Arbeit im Labor nicht völlig isoliert und fern von jeglichem Kontakt zu anderen Menschen erfolgt. Denn auch wenn in einer Arbeitsgruppe z.T. an unterschiedlichen Projekten gearbeitet wird, so ist man bei seiner Arbeit trotzdem immer von Mitgliedern der Arbeitsgruppe umgeben.

Das „wissenschaftliche Arbeiten“ selbst habe ich als sehr spannend und aufregend empfunden, da ich das Gefühl hatte an einem Stück Erkenntnisgewinn teilzuhaben. Außerdem hat die Art und Weise, wie man an dieses Stück Erkenntnisgewinn gelangt, mir gezeigt, dass selbst die theoretischen Grundlagen, die man als Abiturient hat, reichen um Forschungsansätze zu verstehen.

Jedoch hat mir das Praktikum auch deutlich gezeigt, mit wie viel Zeitaufwand dieser Erkenntnisgewinn verbunden ist, da eine Dauer von mehreren Wochen und teilweise sogar Monaten keine Seltenheit bei der Bearbeitung eines Projekts ist.

Dies ist auch der Hauptgrund dafür, dass ich nicht als Forscher arbeiten werde. Wie schon bei meiner persönlichen Vorstellung unter 1.1. erwähnt, werde ich Medizin studieren, um später den Berufsweg als Arzt einzuschlagen, da mir der unmittelbare Dienst am Menschen besonders wichtig ist. Zwar könnte ich auch in der Forschung meinen Dienst am Menschen ausrichten, allerdings nur mittelbar und meiner Auffassung nach auch nur mit geringerer Effizienz, was nicht zu letzt auch an der enormen Dauer bei der Bearbeitung der einzelnen Projekte liegt.

Alles in allem hat mir die Arbeit im Labor natürlich sehr viel Spaß gemacht, was an dem netten und offenen Umgang in meiner Arbeitsgruppe und der Möglichkeit mit den neusten Geräten und an einem eigenen Projekt zu arbeiten lag.

6.6. Betreuung

Schon im Vorfeld des Praktikums habe ich mit dem Arbeitsgruppenleiter Herrn Dr. Dörmann Kontakt aufnehmen können, um mich über die aktuellen Arbeiten informieren zu können. Darüber hinaus hat man sich darum bemüht mir ein angemessenes Projekt zu zuteilen, was rückblickend auch in jedem Fall gelungen ist.

Abgesehen von der gelungenen Projektzuteilung muss ich insbesondere die zuvorkommende Art der gesamten Arbeitsgruppe hervorheben, die sich vor allen Dingen in den ersten Tagen sehr viel Mühe gegeben hat, den Einstieg in das Praktikum für mich so angenehm wie möglich zu gestalten. Und auch sonst hatte ich immer das Gefühl, um Rat fragen zu können, da die Arbeitsgruppe eine sehr offene und herzliche Art an den Tag legte.

6.7. Danksagungen

Ganz herzlich möchte ich mich natürlich beim Förderverein der Biologieolympiade e.V. bedanken, der mir das Praktikum vermittelt und finanziert hat. Hervorzuheben ist hierbei die Mühe, die sich der Vereinsvorsitzende Herr Matthias Griebner gemacht hat, um alle anfallenden Formalitäten zu regeln.

Ein besonderer Dank gilt auch Frau Kerstin Otto von der Personalabteilung des MPI für molekulare Pflanzenphysiologie Golm, die im Vorfeld und während des Praktikums alle steuerrechtlichen Formalitäten in die Hand genommen und mir die Unterkunft im Gästehaus ermöglicht hat.

Und natürlich möchte ich mich bei Herrn Dr. Peter Dörmann und seiner gesamten Arbeitsgruppe dafür bedanken, dass sie mir das Praktikum erst ermöglicht und mich während des Praktikums ausgezeichnet betreut haben.

7. Literaturverzeichnis

Dörmann P. et al. (2006), Functional diversity of tocochromanols in plants, Planta
 Heldt, Hans, Pflanzenbiochemie, Heidelberg (Spektrum Akademischer Verlag), 2003
<http://de.wikipedia.org/wiki/Ethylmethansulfonat>
<http://de.wikipedia.org/wiki/Gaschromatographie>
<http://de.wikipedia.org/wiki/Gaschromatographie/Begriffe>
http://www-de.mpimp-golm.mpg.de/profil/gruppen/1_mp/01_mpPL/index.html
<http://www-de.mpimp-golm.mpg.de/profil/index.html>
<http://www-de.mpimp-golm.mpg.de/profil/ziele/index.html>
 Lottspeich, Friedrich und Zorbas, Haralabos, Bioanalytik, Heidelberg (Spektrum Akademischer Verlag), 1998

8. Anhang

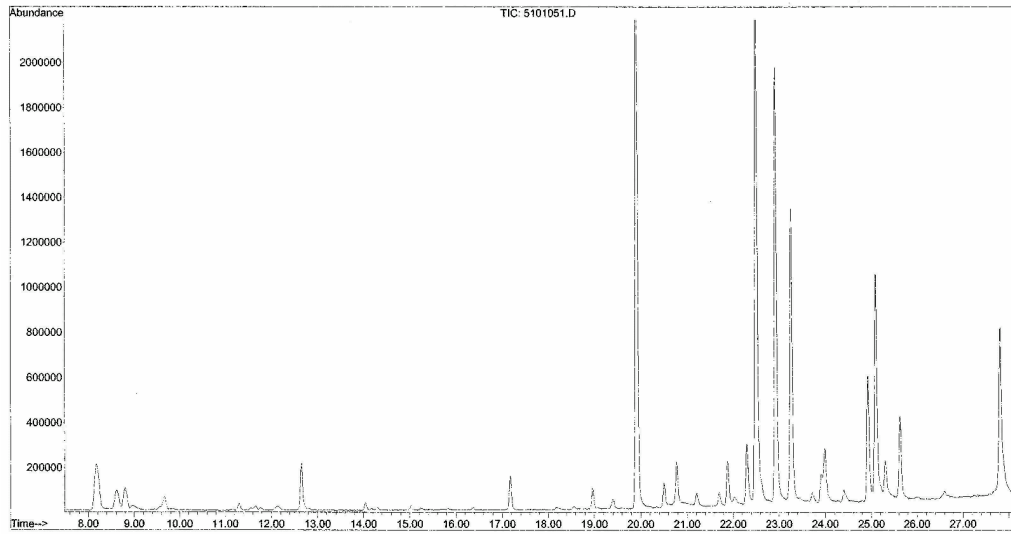


Abb.4 umweltbedingte Lipidmustervariationen nach Lipidmusteranalyse

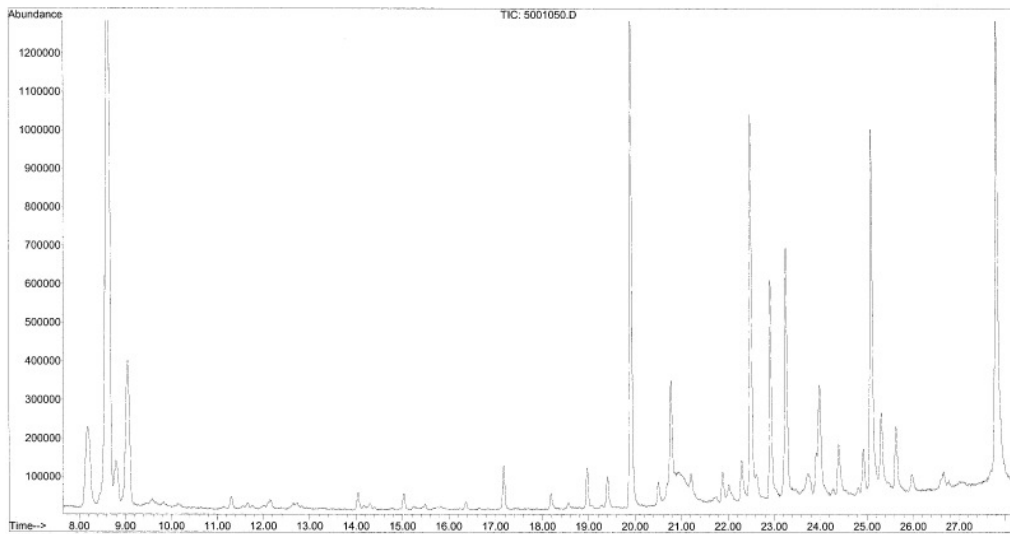


Abb. 5 Beispiel für die übermäßige Synthese von freiem Phytol (bei 8,6)

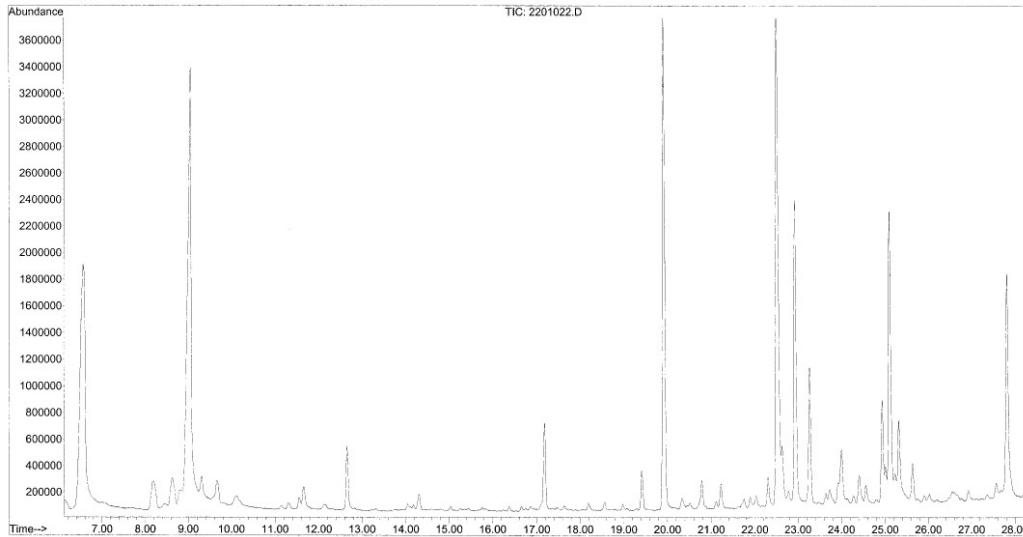


Abb. 6 Beispiel für die Synthese neuer Lipide, in diesem Fall Palmitinsäure (bei 6,6) und Ölsäure (bei 9,0)