

Die Erzeugung von Fett in den Pflanzen, Fett in der Hefe.

Von

Th. Bokorny.

Das Pflanzenreich ist der ursprüngliche Erzeuger von Fett. Denn nur die grüne Pflanze vermag organische Stoffe wie Fett, Eiweiß, Kohlehydrate aus Kohlensäure zu fabrizieren, während die Tiere bloß aus schon fertiger organischer Nahrung Fett in ihrem Inneren ansammeln.

Man kann das Pflanzenfett durch seinen nie fehlenden Phytosterin Gehalt von dem Tierfett unterscheiden; die tierischen Fette enthalten diesen Stoff (einen hochmolekularen aromatischen Alkohol) nicht, weisen dafür aber stets etwas Cholesterin auf.

Wir ersehen aus diesem kleinen Umstand, daß der Stoffwechsel im Tier einen anderen Verlauf nimmt als in der Pflanze, wenn auch die Fettstoffe beider im Großen und Ganzen übereinstimmen.

Im Pflanzenreich sind Ansammlungen von Fett, also hochprozentige Fettvorkommnisse, sehr verbreitet.

Sogar die Hefe soll manchmal Fett speichern.

Die gegenwärtig viel erörterte Fetthefe, von der man sich eine teilweise Deckung des inländischen Ölbedarfes erhofft, ist eine Hefe, welche durch besondere Ernährung und wohl auch durch spezifische Veranlagung zur Fettproduktion reicher an Fett ist als die Hefe sonst zu sein pflegt.

Der Fettgehalt der Hefe beträgt meist 2—5 Proz. der Trockensubstanz, nur ausnahmsweise steigt derselbe bis 10 sogar 20 Proz., und in einzelnen Fällen, bei sehr alten Hefen und bei Involutionsformen hat man bis 50 Proz. Fett in der Trockensubstanz vorgefunden.

Die alten Hefen sind praktisch von keiner Bedeutung; denn man kann eine Hefe nicht 10—15 Jahr (z. B. in Bier liegend) alt werden lassen, um dann daraus das Fett zu gewinnen.

Es gibt natürlich verschiedene Wege, um zu einer fettreichen Hefe zu gelangen. Hier sei nur angedeutet, daß zur Fettbildung in normaler Hefe 1) Sauerstoff hinzutritt, 2) eine nicht unter 15° herabgehende Temperatur, 3) reichliche Ernährung mit Kohlehydrat (Zucker) und Stickstoffsubstanzen.

Daß die Hefe immer etwas Fett enthält, ist schon lange bekannt, es wurde das schon vor 35 Jahren von Naegeli und Loew wie auch von anderen Forschern festgestellt. Die genannten Herren haben auch schon auf den gelegentlichen abnormen Gehalt der Pilze an Fett hingewiesen.

Im Übrigen ist die Hefe bis jetzt nicht als fetterzeugende Pflanze berühmt gewesen; eher als Eiweißfabrikant.

Die Hefe ist ein Pilz; wir werden sie also am besten zunächst mit anderen Pilzen vergleichen.

In Bakterienzellen sind häufig Fetttropfen zu beobachten. Doch führen nicht alle Bakterien Fett als Reservestoff.

Man fand durch quantitative Untersuchung, daß z. B. Fäulnisbakterien 6—7 Proz. Fett in der Trockensubstanz enthalten. Sie sind darin der Hefe gleich oder überlegen.

Ebenso pflegen die Schimmelpilze, *Penicillium* etc., eine größere Menge von Fett zu produzieren als die Hefepilze.

Aus begreiflichen Gründen wird man aber weder Spaltpilze noch Schimmelpilze behufs Fettgewinnung züchten wollen.

Auch bei höheren Pilzen ist die Eigenschaft, Fett als Reservahrung abzulagern in Fruchtkörpern, Dauermyzelien, Sklerotien, Sporen, sehr verbreitet. Fruchtkörper sind es meistens, was von den Pilzen gegessen wird. Doch ist der Fettgehalt nicht hoch.

Der Eierschwamm (*Cantharellus cibarius*) enthält 1,15 Proz. Fett in seinem Trockengewicht.

Der Champignon enthält frisch ca. 0,15 Proz. Fett, lufttrocken 1,45 Proz. Fett.

Die Speisemorchel enthält ebenfalls frisch 0,15 Proz. Fett, lufttrocken etwa 1,23 Proz.

Der Steinpilz enthält lufttrocken ca. 1,72 Proz. Fett.

Noch mehr Beispiele sind überflüssig. (Weitere Zusammenstellungen siehe in König, N. und G. M., sowie Czapek, Biochemie.) Wir sehen schon jetzt, daß die sogenannten Hutpilze meist keinen nennenswerten Fettgehalt haben. Praktisch kommen sie für Fettgewinnung nicht in Betracht. Denn wie die eßbaren Hutpilze, die ja zu teuer wären, sind auch andere Hutpilze nicht fettreich.

Ebenso ist bei den untersuchten Meeresalgen nur ein geringer Fettgehalt festgestellt worden. Er beträgt $\frac{1}{2}$ bis 2 Proz. in der Trockensubstanz.

Bei Flechten wurde sehr wechselnder Fettgehalt gefunden, manchmal sehr hoch, so bei der Kalkflechte *Verrucaria calciseda* zu 80 Proz. der Trockensubstanz. Doch bedarf das noch weiterer Untersuchung. Isländisches Moos enthält ca. 1,40 Proz. Fett in der Trockensubstanz.

Unsere Süßwasseralgen enthalten meist auch nicht viel Fett (ausgenommen die mikroskopischen Diatomen). Verf. und Loew fanden aber doch bei *Spirogyra* 5—9 Proz. Fett in der Trockensubstanz vor.

Manche Moosarten haben bei der Untersuchung ansehnliche Fettmengen ergeben, so das *Bryum roseum* bis 18 Proz. Fett.

Bärlappsporen (Bärlappsamen) enthalten bis 50 Proz. Fett.

Damit kommen wir an die hohen Fettgehalte, welche Phanerogamensamen oft aufweisen; größtenteils liefern sie das Pflanzenfett des Handels. Eine kurze Zusammenstellung mag zeigen, wie ausgiebig die Fettablagerung oft bei Samen ist (andere enthalten Stärke, selten ist beides zugleich in erheblicher Menge da):

Fichtensamen	enthalten ca. 35 Proz. Fett
Kiefersamen	„ „ 30 „ „
Lärchensamen	„ „ 11 „ „
Zirbelkiefersamen (geschält)	„ „ 49 „ „
	(darunter 1,6 Proz. freie Fettsäure)
Ölrapssamen	enthalten bis 49 Proz. Fett
Mohnsamen	„ „ 40 „ „
Birnen- und Apfelkerne	„ „ 12—15 Proz. Fett.
Zwetschgensamen	„ „ 20 Proz. Fett
Pfirsichsamen	„ „ 32—35 Proz. Fett
Kirschsamen	„ „ 25—30 „ „
Leinsamen	„ „ 20—40 „ „
Lindensamen	„ „ 58 „ „
Kürbissamen (ungeschält)	„ „ 33,6 „ „
Kürbissamen (geschält)	„ „ 52 „ „
Erdmandeln	„ „ 51,39 „ „
Sonnenrosensamen	„ „ 26—28 „ „
Buchensamen (geschält)	„ „ 21—26 „ „
Samen der Ölpalme	„ „ 47,5—50 „ „

Die meisten der genannten Fette enthalten auch etwas freie Fettsäure neben dem „Neutralfett“. Beim Aufbewahren von Fetten nimmt übrigens der Gehalt an freier Fettsäure zu. Im „Neutralfett“ sind die Fettsäuren hauptsächlich an Glycerin gebunden. Durch Verseifung wird letzteres gewonnen; daher stammt das Glycerin des Handels.

Auch das Fruchtfleisch enthält manchmal beträchtliche Fettmengen, so das der Oliven.

Kurz, es zeigt sich in Samen und Früchten der Blütenpflanzen oft eine so bedeutende Fettmenge, daß die gewöhnlichen Fettgehalte der Hefe daneben verschwinden.

Auf die Pflanzensamen hat daher die praktische Fettgewinnung von jeher zurückgegriffen.

Das Fett kann daraus zum Teil durch Auspressen gewonnen werden.

Bei der Hefe ist ein Extraktionsverfahren (mit Äther etc.) und eine darauffolgende Verdunstung des Lösungsmittels nötig, um das Fett zu erhalten.

Die Fettproduktion durch die Pflanzen ist gegenwärtig eine Sache allgemeinen Interesses. Wo bekommen wir das nötige Fett her? Es ist zur Ernährung, zur Seifen- und Kerzenfabrikation, als Schmiermittel usw. vonnöten.

Angesichts dessen dürfte noch ein Hinweis auf bisher weniger bekannte Fettvorkommnisse von Nutzen sein.

In weiten Kreisen unbekannt ist wohl das Vorkommen von Fett im Holz der Bäume.

Wenn der rauhe Herbst einsetzt, geht in dem Holze unsrer Forst-, Obst- und Zierbäume eine merkwürdige chemische Verwandlung vor sich.

Die Stärke, die bis dahin in den Parenchymzellen des Holzes abgelagert war, um später zum Zellaufbau in den austreibenden Knospen zu dienen, verwandelt sich allmählich in Fett, wenn man so sagen darf. Faktisch findet man im Spätherbst Fetttropfen an Stelle der Stärke vor. Es soll ja nicht behauptet werden, daß die Umwandlung eine direkte sei.

In diesem fetthaltigen Zustand, der bis Mitte Dezember perfekt geworden ist, verharret das Holz bis Ende Februar.

Dann beginnt eine Rückverwandlung. An Stelle der Fetttropfen treten dann wieder Kohlehydrate, welche bald eine Wanderung (als Zuckerstoff) zu den austreibenden Knospen und Wurzeln anzutreten haben. Mit dem Frühjahr ist der Fettgehalt des Holzes wieder verschwunden.

Im Winter haben wir also fetthaltiges Holz.

Der Fettgehalt ist freilich recht schwankend, je nach der Art des Holzes. Der Wald birgt immerhin in dieser Zeit eine große Menge Fett.

A. Fischer unterscheidet die Fettbäume, wie die Birke, Kiefer, Linde, in denen beträchtliche Fettmengen während des Winters auftreten, von den Stärkebäumen, in welchen gegen den Winter zu die Stärke nur wenig schwindet und dem Fette Platz macht. Erstere sind gewöhnlich weichholzig, letztere hartholzig.

Lindenzweige enthalten im Winter in der Trockensubstanz 9—10 Proz. Fett.

Das Fett der Pflanzen ist aber durchaus nicht immer das gleiche.

Meist sind die Pflanzenfette bei 15—20 °C Flüssigkeiten, im Gegensatz zu den Tierfetten, welche bei 15 ° salbenartige bis feste Beschaffenheit haben.

Das hängt mit dem reichen Gehalt der Pflanzenfette an ungesättigten Säuren zusammen.

Immerhin gibt es noch Pflanzenfette, welche bei 15 ° fest sind (meist tropische Pflanzenfette).

Der Kohlenstoffgehalt der Pflanzenfette schwankt von 74—78 Prozent. Es handelt sich dabei also um sehr kohlenstoffreiche Körper. Der Wasserstoffgehalt liegt zwischen 10 und 13 Proz., der Sauerstoffgehalt von 9—15 Proz.

Es sind die Pflanzenfette in der Hauptsache Verbindungen von Fettsäuren mit Glycerin.

Wie schon erwähnt, sind in den Pflanzenfetten fast immer auch freie Fettsäuren vorhanden.

Das Glycerin kann aus den Fetten leicht gewonnen werden, indem man nach Versteifung des Fettes die Seife aus der wässrigen Lösung aussalzt, vom Niederschlage die Flüssigkeit durch Filtrieren

trennt, das Filtrat eindampft und den Rückstand mit Ätheralkohol extrahiert. Das Glyzerin bleibt nach dem Verdunsten des Extraktionsmittels als Syrup zurück.

Die Fettsäuren der Pflanzenfette sind: Ölsäure, Palmitinsäure, Stearinsäure, Linolsäure, Linolensäure, Laurinsäure, Eruksäure, Margarinsäure etc.

Kurz, das Gesamtbild der chemischen Zusammensetzung der Pflanzenfette ist ein sehr mannigfaltiges.

Die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Pflanzenfette sind demgemäß recht verschieden.

Was nun nochmal die neu aufgetauchte Fettheferen anbelangt, so erscheint ihr Fettgehalt vorläufig noch wenig untersucht und recht bescheiden.

O. Loew fand hauptsächlich Ölsäure in dem Fett der Hefe.

Es muß jedenfalls abgewartet werden, was neue Untersuchungen über das Hefefett und seine praktische Brauchbarkeit zutage fördern.

Das Fett der Hefe findet sich zum Teil in den Vakuolfett-Eiweißkörpern, die von Will auch geradezu Ölkörper genannt werden, vor.

Sie färben sich mit Jod gelb wie das Plasma, mit Überosmiumsäure braunschwarz.

Henneberg nimmt aber an, daß sie nur bisweilen einen Oleingehalt besitzen, oder daß sie sich mit anderen auf Osmiumzusatz braunfärbenden Vakuoleinschlüssen vereinigen können (Bakt. C.-Bl., 26. Febr. 1916).

Diese Gebilde sind runde, in der Vakuole hin- und herschwingende Körper mit mäßig starkem Lichtbrechungsvermögen, die für manche Heferassen (z. B. Weißbierhefe) sehr charakteristisch sind.

H. unterscheidet zwischen typischen Vakuolkörpern (diese sollen Fermente wie Zymase enthalten) und Vakuolfettkörpern; beide liegen oft dicht nebeneinander.

Die Vakuolfettkörper sind rund oder rundlich, von starker Lichtbrechung, bisweilen beweglich (in sogen. Molekularbewegung begriffen), nach Methylenblaulösungszusatz ungefärbt, dagegen nach Zusatz von Sudan oder Alkauer rotgefärbt.

„Wie die Versuche zeigen, ist das Fett manchmal zum größten Teil zunächst im Zelleneiweiß in sehr feiner Verteilung („Lösung“ vorhanden. Bei langsamem Absterben (z. B. durch sehr dünnen Formaldehyd) wird es (wie auch zuweilen das Glykogen) aus dem Plasma in die Vakuole als Tropfen eingepreßt, die einzelnen Wasser fließen dann nicht selten zu einem größeren Tropfen zusammen.“

Nach H. Will (Zeitschr. allg. Brauwesen 1895, 27, 28; Centralbl. f. Bakt. 11, Bd. II, p. 766, 1895) sollen die Fetttropfen in den Dauerzellen der Hefe nicht homogene Öltropfen sein, sondern ein Eiweißgericht besitzen.

Kräftig vegetierende und alternde Hefe ist meist ziemlich reich an Fett, das häufig, aber nicht immer, in Form von Tropfen im Zytoplasma liegt.

Der Fettgehalt beträgt in lebhaft wachsender etwa 2—5 Proz. der Trockensubstanz.

Woraus entsteht das Fett in der Hefezelle? Vielleicht aus dem Eiweiß?

Es hat die Vorstellung, daß Fett aus dem Protoplasmaeiweiß gebildet wird, gewiß viel vor sich. Denn das Eiweißmolekül ist so kompliziert gebaut und mit so verschiedenartigen Atamkomplexen und Atomgruppen versehen, daß auch Fett daraus abgespalten werden kann, ebenso wie Körper, welche einer ganz anderen Körperklasse als die Fette angehören, Kohlehydrate.

Wir sehen oft, wie das Protoplasma, wenn es freigelegt wurde, an seiner neuen Oberfläche eine neue Zellulosehaut abscheidet. Derartige Vorgänge sind bei manchen Pflanzenobjekten leicht zu beobachten. Die Hautbildung geht so rasch vor sich, daß man sich des Eindrucks, als sei die Zellulose unmittelbar aus Protoplasma entstanden, nicht erwehren kann.

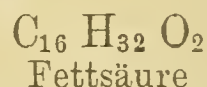
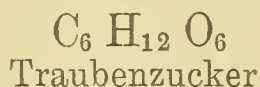
Gewöhnlich nimmt man in pflanzen-physiologischen Kreisen an, daß an der Stelle der Zelluloseneubildung Zucker anwesend (von selbst oder durch Transport). Dann würde dem Protoplasma nur die Rolle eines synthetisierenden Enzymes zukommen, welches die Verwandlung von Zucker in Zellulose bewirkt.

Die chemische Umwandlung, die hierbei vor sich geht, ist nun vielleicht doch keine allzu große, als daß man sie einem Enzym zutrauen könnte.

Anders ist es bei Fett, wenn dasselbe, wie Physiologen annehmen, aus den verschiedenartigsten Stoffen, die von außen zugeführt wurden gebildet werden kann.

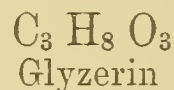
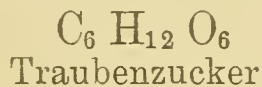
Fett aus Kohlehydrat!

Das ist eine gewaltige Verwandlung.



Ein synthetisierender und ein weitgehender Reduktionsvorgang zugleich müßten hier Platz greifen.

Wenn Neutralfett gebildet wird, müßte außerdem noch Glycerin erzeugt werden, das sich mit der Fettsäure zu einem Salz verbindet.



Das wäre ja eine geringere Differenz.

Die Fettsäure müßte mit dem entstandenen Glycerin verbunden werden, was auch für Enzyme erreichbar ist.

Aber die erste Umwandlung, von Traubenzucker zur Fettsäure!

Da nun auch noch andere Ausgangsmaterialien in Betracht kommen als Kohlehydrate, so dürfte wohl die Annahme, daß zuerst Protoplasma-Eiweiß gebildet wird, aus welchem die Fettsäure abgespalten wird, manches für sich haben.

In der Hefezelle werden nicht leicht größere Fettmengen abgelagert.

¹⁾ O. Loew und Th. Bokorny, chem. Kraftquelle. S. 27.

Es wurde in den vom Verf. angestellten Versuchen nur einmal eine nennenswerte Anhäufung von Fett erreicht. (Versuche mit Fuselöl oder vielleicht Alkohol enthaltenden Flüssigkeiten, Biochem. Zeitschr. 16).

Schon der erste Blick auf die Platinschälchen mit dem Fett lehrte mich, daß ein Erfolg vorlag.

Während sonst winzige Tröpfchen Fett bei der Ätherverdunstung zurückblieben, resultierte diesmal eine auffallend größere Menge von Fett, die Wägung bestätigte das.

Dabei war die Trockensubstanz in diesen Versuchen nicht gestiegen, was wohl auf das Auftreten der rascher wachsenden Bakterien zum Teil zurückzuführen war, die ja immer einen großen Teil der Nahrung vergasen.

Die Untersuchung ergab zum Teil pathologische Hefezellen.

Es scheint demnach der Erfolg dieser Fettbildungsversuche auf einer krankhaften Veränderung der Hefe zu beruhen, die nun zu einer normal nicht auftretenden stärkeren Fettanhäufung in ihren Zellen schritt.

Weitere Versuche über die Fettbildung in der Hefen sind beabsichtigt.

Bemerkt sei nur noch, daß die Temperatur bei all den bisher gemachten Versuchen nur Zimmertemperatur war, ferner, daß der Sauerstoff infolge der Gärung ziemlich ausgeschlossen war, was vielleicht ungünstig auf den Fettbildungsprozeß gewirkt hat.

Soviel kann immerhin schon gesagt werden, daß die Hefe kein für die Fettbildung recht günstiger Pilz ist.

Leichter und reichlicher kommt eine Anhäufung von Glykogen zustande.

Dasselbe wurde zuerst von Errera (c. r. 101) nachgewiesen und später von Cremer (Chem. Ber. 32), Clatriau etc. studiert. Es vertritt bei den Pilzen die Stärke.

Die Anwesenheit von Glykogen ist z. B. bei reichlicher Zufuhr von Zucker zu konstatieren. Nach Cremer tritt schon 3—4 Stunden nach Darbietung eines geeigneten Kohlehydrates eine intensive Glykogenspeicherung in der (vorher Glykogen freigemachten) Hefezelle ein.

Außer Traubenzucker wirkt noch d-Mannose, d-Galaktose und d-Fruktose glykogenspeichernd.

Nach E. Laurent wirkt auch Milchzucker glykogenspeichernd.

Auch bei Darbietung von Nichtzuckern, wie Glyzerin, kann nach E. Laurent Glykogen gespeichert werden.

Nimmt während der Gärung der Zuckergehalt bis zu einem gewissen Grade ab, so geht auch der Glykogengehalt herunter (Euler, H. 89), er steigt auf neuen Zuckerzusatz wieder an.

Bei höherer Temperatur tritt das Glykogen schneller auf als bei niederer.

Durch Luftzutritt wird die Glykogenbildung gefördert.

Je weniger sauer die Lösung ist, desto besser geht die Glykogenbildung vor sich (Duclaux).

Wird die Hefe gelagert, so verliert sie Glykogen, besonders bei höherer Temperatur (bei 37° am meisten).

Nach der Natur der Hefe und der Zusammensetzung der Nährlösung wechselt der Glykogengehalt der Hefe stark.

Schönfeld und Krampf fanden in der obergärigen Hefe A der V. Z. B. in Berlin 39 Proz. Glykogen!

Dagegen enthalten nach Lindner und Henneberg gewisse Heferassen überhaupt kein Glykogen!

Das sind Dinge, die auch bezüglich des Fettgehaltes der Hefe möglicherweise gelten können und jedenfalls bei Untersuchungen über Fett in der Hefe ins Auge gefaßt werden müssen.

Ferner wird angegeben, daß Glykogen- und Eiweißgehalt der Hefe in umgekehrtem Verhältnis stehen.

Das erinnert einigermaßen an den Naegeli-Loew'schen Befund, wonach das Eiweiß bei der „Involution“ von Pilzen schwindet, während das Fett angehäuft wird.

Man kann in diesem Falle von dem Fett dasselbe behaupten, was von dem Glykogen behauptet wurde, nämlich, daß das Eiweiß abnimmt, wenn das Fett zunimmt.

Untersuchungen über diese wichtigen Dinge sind von hohem Interesse.

Vielfach wird an eine direkte Umwandlung von Kohlehydrat in Fett geglaubt, was zwar chemisch durchaus nicht wahrscheinlich ist (siehe oben), aber in manchen Beobachtungen eine Stütze findet.

So hat man im Holz der Bäume scheinbar Fettbildung aus Stärke beobachtet.

Wie das Fett aus den Ölsamen verschwindet, hat J. Sachs bei der Keimung von *Cucurbita*, deren Rotyladomen hierzu (wie auch die von *Helianthus*) gute Studienobjekte darstellen, mikroskopisch beobachtet.

Am 4.—5. Keimungstage bemerkt man deutliche Veränderungen im Zellinhalte des fettführenden Gewebes.

Das Plasma ist grobschaumig geworden und in seinen Strängen und Platten sind zahlreiche Öltropfen sichtbar.

Es macht den Eindruck, als ob das Fett anfänglich in kolloidaler Lösung im nicht vakuolisierten Plasma vorhanden gewesen wäre und bei Erreichung eines bestimmten Quellungszustandes des Protoplasten eine Entmischung erfolgen würde.

Die Öltropfen nehmen nun an Zahl allmählich deutlich ab, je weiter die Keimung fortschreitet.

Es nimmt also das Fett im keimenden Samen die Form einer Emulsion an.

Das Fett nimmt dabei stetig ab und verschwindet schließlich:

	Fett in Proz.
Ricinussamen ungekeimt (nach Maquenne)	51,40
*Ricinussamen nach 6 Tagen	33,71
Ricinussamen nach 10 Tagen	5,74
Ricinussamen nach 12 Tagen	6,48
Ricinussamen nach 18 Tagen	3,08

Es ist für die Erkenntnis der physiologischen Verwandlungsfähigkeit des Fettes von Belang, daß es Sachs schien, als ob das Fett zuerst kolloidal gelöst gewesen sei im Protoplasma, welches dann Öltropfen ausschied. Daß das Fett als solches kolloidal wird und sich auflöst, ist natürlich ausgeschlossen.

Es muß eine chemische Umwandlung stattgefunden haben, eine Art Verseifung oder auch eine vorübergehende Umwandlung in Lezithin oder sogar in Protoplasmaeiweiß.

Zum Schluß seien einige Versuche des Verfassers über Fettbildung in Hefe angeführt.¹⁾

Versuch D.

Hefe (Brauerei-Preß-) 0,1 g (mit 0,29 Proz. Tr.-S., wie auch in den folgenden Versuchen bis inkl. M)
 Rohrzucker 5 g (als 20proz. Lösung langsam binnen fünf Tagen aus einer Kurette tropfen gelassen.
 Harn (aufs dreifache verdünnt) 210 ccm.

Die Trockensubstanz wurde binnen 5 Tagen auf das 20fache vermehrt. Sie betrug am Schluß 0,58 g!

Hingegen ließ sich keine erhebliche Fettmenge erkennen.

Die Fettbestimmung ergab nur 1,4 Proz. der Trockensubstanz.

Somit wirkt Harn sehr gut ernährend, aber nicht fettbildend. Bemerkenswert ist, daß eine so geringe Aussaat eine so große Ernte ergab.

Versuch E.

Hefe (Brauereipreß-) 0,5 g
 Rohrzucker 10 g (als 10proz. Lösung langsam binnen 5 Tagen aus einer Kurette zutropfen gelassen)
 Harn (aufs dreifache verdünnt) 210 ccm.

Nach 5 Tagen war die Hefe abgesetzt.

Die Trockensubstanzbestimmung ergab 0,80 g, also eine Vermehrung auf ungefähr die sechsfache Menge.

Die Fettbestimmung ergab nur 1,3 Proz. der Trockensubstanz.

Auch hier zeigt sich die Ergiebigkeit des Harns als Stickstoffnahrung und Trockensubstanz, (Eiweiß)-bildner, andererseits die geringe Ergiebigkeit derselben in Bezug auf Fettbildung.

Versuch F.

Hefe (Brauereipreß-) 1 g
 Rohrzucker 10 g (als 10proz. Lösung langsam binnen 5 Tagen aus einer Burette zutropfen gelassen)
 Harn (aufs dreifache verdünnt) 210 ccm.

Auch hier ergab die Trockensubstanzbestimmung eine Vermehrung um ungefähr das achtfache.

Die Fettbestimmung ergab 1,2 Proz. der Trockensubstanz, also wiederum einen kleinen Betrag.

Die Steigerung der Aussaathefe bis zu 1 g hatte keinen günstigen Erfolg. Es ergab sich nicht mehr Trockensubstanz als bei nur 0,5 g Hefe-Aussaat.

¹⁾ A bis C sind für die in Rede stehende Frage belanglos.

Versuch G.

Hefe (Brauereipreß-)	1 g
Rohrzucker	5 g (als 10proz. Lösung langsam binnen 5 Tagen aus der Kurette zutropfen gelassen)

Harn (aufs dreifache verdünnt 210 ccm)

Phosphorsäure 0,21 g (also 0,1proz.)

Als nach 5 Tagen die Trockensubstanzbestimmung gemacht wurde, ergab sich 0,50 g. Dieselbe war um ungefähr 72 Proz. vermehrt worden. Offenbar hatte die Phosphorsäure im freien Zustande etwas ungünstig gewirkt.

Die Fettbestimmung ergab 1,2 Proz. Fett in der Trockensubstanz.

Also wiederum eine geringe Fettmenge!

Versuch H.

Hefe (Brauereipreß-)	1 g
Rohrzucker	5 g (als 10proz. Lösung während 5 Tagen langsam aus einer 50 ccm-Kurette zutropfen gelassen)

Harn (unverdünnt) 70 ccm)

Auch hier trat eine beträchtliche Vermehrung ein, doch etwas geringer als bei Versuch D, E und F. Die Bestimmung der Trockensubstanz ergab 0,7 g, also eine Vermehrung auf etwa das 2,4fache. Die Konzentration ist offenbar etwas zu groß gewesen, verdünnter Harn wirkt besser.

In dem unverdünnten Harn beträgt der Harnstoff 2 Proz., was wohl eine weniger günstige Konzentration sein dürfte.

Versuch J.

Hefe	1 g
Rohrzucker	5 g (alle Tage 1 g zugesetzt)
Wasserstoffsperoxyd	ca. 1 g (50 ccm einer medizinischen 2—3proz. Superoxydlösung wurden in 5 Tagen langsam zutropfen gelassen)

Nach 5 Tagen erwies sich die Hefe unter dem Mikroskop als normal; sie sproßte.

Die Trockensubstanzbestimmung ergab 0,65 g, also eine Vermehrung auf das 2,24fache.

In der Trockensubstanz war 1,26 Proz. Fett enthalten, also wiederum eine auffallend geringe Menge.

Die Trockensubstanz hatte sich vermehrt, das Fett nicht.

Versuch K.

Hefe	1 g
Harn (unverdünnt)	70 cc
Rohrzucker	5 g (alle Tage 1 g zugesetzt)
Wasserstoffsperoxyd	ca. 1,5 g (75 ccm einer medizinischen 2—3proz. Superoxydlösung wurden in 5 Tagen langsam zutropfen gelassen)

Als nach 5 Tagen die mikroskopische Untersuchung gemacht wurde, ergab sich, daß die Hefe noch intaktes Aussehen hatte.

Die Trockensubstanzbestimmung ergab 0,55 g, also eine Vermehrung um 89 Proz.

In dieser Trockensubstanz ergab die Ätherextraktion 1,22 Proz. Fett; Erfolg also ebenso gering wie im vorigen Versuche.

In der geringeren Trockensubstanzvermehrung spricht sich eine ungünstige Wirkung der größeren H_2O_2 -Menge aus.

Versuch L.

Hefe	1 g
Harn unverdünnt	70 cc
Rohrzucker	5 g (alle Tage 1 g zugesetzt)
Wasserstoffsuperoxyd	ca. 3 g (150 ccm einer medizinischen 2—3 proz. Superoxydlösung wurden in 5 Tagen langsam zutropfen gelassen)

Nach 5 Tagen ergab die mikroskopische Untersuchung eine nicht mehr ganz intakte Beschaffenheit der Hefezellen. Offenbar war ein Teil derselben geschädigt.

Demgemäß erhielt ich bei der Trockensubstanzbestimmung nur 0,18 g, also eine beträchtliche Abnahme der Trockensubstanz; es waren Stoffe aus der Zelle ausgetreten. Die angewandte H_2O_2 -Menge war entschieden schädlich.

Die Fettbestimmung ergab 3,98 Proz., also beträchtlich mehr wie sonst.

Versuch M.

Hefe (Brauereipreß-)	1 g (von 0,30 gr Tr.-S.)
Harn (unverdünnt)	70 cc
Rohrzucker	5 g (alle Tage 1 g zugesetzt)
Wasserstoffsuperoxyd	ca. 6 g (300 cc einer 2 proz. H_2O_2 -Lösung allmählich binnen 5 Tagen zutropfen gelassen)

Auch hier schien mir die Hefe nach 5 Tagen geschwächt oder abgestorben zu sein.

Die Trockensubstanzbestimmung ergab nur 0,15 g; also eine noch stärkere Abnahme als bei Versuch L).

In der Trockensubstanz waren 4,1 Proz. Fett enthalten! Der vermehrte Fettgehalt bei L) und M) dürfte vielleicht zum Teil darauf beruhen, daß die Hefezellen durch den Austritt von Stoffen trockensubstanzärmer und damit prozentisch reicher an Fett wurden. Vielleicht hat auch infolge der ungünstigen Lebensbedingung ein Fettansatz stattgefunden.

Im Großen und Ganzen kann man sagen, daß die reiche Sauerstoffzufuhr bei den Versuchen J) bis M), wo durch Zersetzung des H_2O_2 in $H_2O + O$ reichlich Sauerstoff entstand, keinen Erfolg in Bezug auf Fettbildung hatte.

Möglicherweise ist auch die Versuchszeit eine zu kurze gewesen.

Jedenfalls ist der Fettansatz in der Hefe nicht leicht auf diese Weise zu vermehren.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Centralblatt](#)

Jahr/Year: 1918

Band/Volume: [BH_35_1](#)

Autor(en)/Author(s): Bokorny Thomas

Artikel/Article: [Die Erzeugung von Fett in den Pflanzen, Fett in der Hefe 171-181](#)