jugend forscht

Wettbewerbsjahr:	**2013**
Bundesland:	**Berlin**
Sparte:	**Jugend forscht**
Fachgebiet:	**Biologie**
Betreuer:	**Gabriele Herzberg-Hollender, Friedensburg-Oberschule** **Grit Markschies, Lise-Meitner-Schule (OSZ Chemie, Physik und Biologie)**

Grapefruitkernextrakt- ein neues Antibiotikum?

(Projekttitel)

1. Teilnehmerin

Vorname:	**Sabrina-Viola**
Name:	**Langner**
Geb.-Datum:	**19.03.1997**
E-Mail:	**sabbii2010@hotmail.de**
Schule/Betrieb/Uni:	**Friedensburg-Oberschule**

2. Teilnehmer

Vorname:	**Michèl**
Name:	**Rünger**
Geb.-Datum:	**25.03.1995**
E-Mail:	**michel_ruenger@web.de**
Schule/Betrieb/Uni:	**Friedensburg-Oberschule**

Der/die Teilnehmer versichere/n, dass er/sie die Teilnahmebedingungen des Wettbewerbs unter www.jugend-forscht.de und die Vorgaben des Veranstalters anerkenne/n. Er/Sie hat/haben die Arbeit selbstständig angefertigt und alle verwendeten Quellen sowie alle unterstützenden Unternehmen, Institutionen und Personen und die Art der Unterstützung in der Arbeit genannt. Bei Forschungsarbeiten mit Tieren wurden alle Vorgaben der Tier-, Natur- und Artenschutzgesetze eingehalten und insbesondere das "Formular für Forschungsarbeiten mit Tieren" unterschrieben eingereicht.

Grapefruitkernextrakt-
ein neues Antibiotikum?

Michél Rünger

Sabrina-Viola Langner

10. Klasse

Berlin, den 31.01.2013

OSZ LISE MEITNER

Inhaltsverzeichnis

Nummer	Thema	Seite
1	Einleitung	3
2	Allgemeines zu Grapefruitsaft und zu den von uns verwendeten Bakterien	3
3	Beschreibung der Durchführung	5
4	Ergebnisse	9
5	Diskussion	10
6	Danksagung	11
7	Quellen	11

1 Einleitung

Wir haben im Internet einen Artikel gelesen über einen Bauern, der seine Grapefruitreste auf den Komposthaufen geworfen hat. Es wurde - bis auf die Grapefruitkerne - alles zersetzt.
Daher wollen wir untersuchen, ob Grapefruitkernextrakt auf die Vermehrung von unterschiedlichen Mikroorganismen Auswirkungen hat.

Daher wollen wir untersuchen, ob Grapefruitkernextrakt die Vermehrung von unterschiedlichen Bakterien aufhalten kann oder sogar dafür sorgt, dass Bakterien absterben. Da wie auch Bakterien in unserem Körper haben, z.B. für die Verdauung, wollen wir untersuchen, ob das Grapefruitkernextrakt diese Bakterien bekämpfen wird oder resistent ist.

Wir versuchen folgende Fragen zu beantworten:

Wirkt Grapefruitkernextrakt antibakteriell?
Kann man diesen Extrakt als Antibiotikum einsetzen?

2 Allgemeines zu Grapefruitsaft und zu den von uns verwendeten Bakterien

Grapefruitkernextrakt:
Es ist ein hochkonzentrierter und rein pflanzlicher Extrakt der aus den Kernen und aus der Schale gewonnen wird. Die Kerne und Schale werden getrocknet und zum feinen Pulver gemahlen. Anschließend wird das Pulver mit autoklaviertem Wasser gereinigt und destilliert. Bei niedriger Temperatur entsteht nun ein konzentriertes Pulver(Citricidal®), welches jetzt in pflanzliches Glycerin aufgelöst wird.

Citricidal® und Glycerin sind die Hauptbestandteile des Grapefruitkernextrakts. Weitere Inhaltstoffe des Grapefruitkernextrakts sind Ascorbin-Säure, Bioflavonide, Vitamine, Amino-Säuren, Fettsäuren, etc. Grapefruitkernextrakt ist ungiftig sollte aber dennoch immer unverdünnt angewendet werden.

Der Extrakt soll gegen diverse Bakterien, Viren, Pilzen und Parasiten anschlagen.

Escherichia coli
Das Bakterium kommt im menschlichen und tierischen Darm, besonders im Kolon, vor und sind Prokaryoten. Die Eigenschaft lange im Darm zu verweilen ist nur möglich, wegen der Fähigkeit sich an den Schleimhäuten anzuhaften. Es ist ein stäbchenförmiges und säurebildendes Bakterium. Sie kommen paarweise oder einzeln vor. Sie sind sowohl aeroben also auch anaeroben.

Die Zellen bestehen etwa 70-fünfundachtzig aus Wasser. Durch die Pili sind die Ecoli in der Lage, durch hubschrauberartige Bewegungen, sich fortzubewegen. Dieses Bakterium ist normalerweise nicht krankheitsauslösend, jedoch existieren auch zahlreiche verschiedene pathogene (krankmachende) Stämme, die zu den häufigsten Verursachern von menschlichen Infektionskrankheiten zählen und gehören zu den grammnegativen Bakterien und zählt zu einer der häufigsten Erreger bakterieller Infektionen des menschlichen Körpers.

Lactobacillus plantorum:
Lactobacillus plantorum oder auch Milchsäurebakterien genannt, ist ein grammpositives Bakterium. Es ist meist stäbchenförmig, aber auch gekrümmte und schraubenförmige Arten können auftreten. Viele Arten bilden Bacteriocine. Dies sind giftige Proteine die von Bakterien abgegeben werden und andere Bakterienarten töten oder beim Wachstum behindern können.
Zu einer großen Gruppe nützlicher Bakterien gehören die Milchsäurebakterien. Diese kommen im

menschlichen Verdauungstrakt vor und sind in der Natur weit verbreitet. Eine wichtige Rolle spielen sie bei der Herstellung fermentierter Milchprodukte z.B. Joghurt, zur Haltbarkeitmachung von Gemüse, beim Backen, bei der Weinherstellung, beim Pökeln von Fisch, Fleisch oder Wurstwaren. Sie sind aber auch Schädlinge in der Bierbrauerei.
Durch fermentierte Milchprodukte wie z.B. Actimel oder Käse gibt es verschiedene Möglichkeiten probiotisch wirksame Kulturen zu nutzen, die einen positiven Einfluss auf unsere Darmflora haben, weil sie Fehlbesiedlung durch Darmkeime verhindern. Die Lactobacillen fügen dem Menschen also keinen Schaden zu. Sie bilden keine Sporen und sind meist unbeweglich. Viele Arten dulden nur einen geringen Sauerstoffanteil, manche aber vertragen überhaupt keinen Sauerstoff.

Kocuria rhizophila:
Kocuria rhizophila zählt zu den grammpositiven Bakterien. Sie sind Organismen, die in toter, sich zersetzender organischer Substanz leben. Die Bakterien sind aerob und kommen auf der Hautflora von Säugetieren, Schleimhäuten und den oberen Atemwegen vor. Für längere Zeit können *Kocuria rhizophila* in sauerstoffreichen und nährstoffarmen Gewässer leben. Sie sorgen für Infektionen beim menschlichen Körper.

Pseudomonas flourescens:

Pseudomonas fluorescens ist ein grammnegatives, oxidasepositives, stäbchenförmiges Bakterium mit polständigem Geißelbüschel. *Pseudomonas fluorescens* sondert einen Eisenträger namens Pyoverdin ab, der unter UV-Licht anfängt zu leuchten (fluoresziert). Die Keime sind aerob und kommen im Boden, im Wasser und auf Pflanzen vor. Sporen werden nicht gebildet. *Pseudomonas fluorescens* kann proteinauflösende und fettlösende Enzyme ausscheiden. Deshalb ist *Pseudomonas fluorescens* ein kälteliebender Keim.

Mit mehreren oder einer polaren Geißel können sie sich motil bewegen. Um zu wachsen brauchen Pseudomonaden Sauerstoff für ihren Energiestoffwechsel. Deswegen sind sie aerob. Manche Pseudomanen sind in der Lage Natriumatmung zu betreiben. *Pseudomonas fluorescens* ist dazu nicht in fähig.

Bodenbiologie
Manche Bakterien sind wichtige Bodenorganismen, weil sie eine Reihe von pflanzenpathogenen Keimen unterdrücken können. Dieser Effekt entsteht dadurch, dass *Pseudomonas fluorescens* ein sekundäres Stoffwechselprodukt (Antibiotika) produzieren, die durch Besiedelung der Wurzeln dafür sorgen, dass die Pflanze resistent gegen gewisse Keime wird.

Klinische Bedeutung
Die Gattung ist klinisch besonders wichtig, weil die Mehrheit ihrer Mitglieder Resistenzen gegen Antibiotika aufweist. Sie sind in der Lage, bei höherer Zelldichte Biofilme (Schleime) zu bilden, die sie gegen Fresszellen und Antibiotika schützen. Die Gattung *Pseudomonas* löst bei Menschen mit intaktem Immunsystem selten Krankheiten aus, jedoch können sie bei Menschen mit einer Immunschwäche Infektionen verursachen.

Pathogenität
Die Pseudomonaden sind physiologisch hoch flexibel und können auch bei bereits geschwächten Pflanzen und Tieren auftreten. Von vielen *Pseudomonas*-Arten existieren pflanzenpathogene Stämme, die man in verschiedene Gattungen einteilen kann.

Für die starke Giftigkeit verschiedener Kugelfische werden *Pseudomanen* verantwortlich gemacht. Der

Fisch nimmt die Bakterien vermutlich durch die Nahrung (z. B. verschiedene Krebstiere, Würmer und Rotalgen) auf. Man geht hierbei von einer Symbiose zwischen dem Kugelfisch und den Bakterien aus. Der Kugelfisch setzt das Gift für die Verteidigung bzw. Abschreckung von Räuber ein und liefert den Bakterien wiederum ein geeignetes Habitat.

Ökologie

Pseudomonaden sind so genannte „Pfützenkeime“ und kommen überall in der Umwelt vor. Man findet sie im Boden, Wasser sowie in oder auf Pflanzen und Tieren. Sie kommen oft im organisch abgestorbenen Material vor. Sie kommen auch häufig in der Rhizosphäre vor. Gegen spezielle Abwehrstoffe der Pflanzen sind sie resistent. Obwohl einige pflanzenpathogen sind, tragen viele Arten auch zum Schutz der Pflanzen bei, indem sie in der Rhizosphäre (Bereich um die Wurzel 40mm) andere Mikroorganismen verdrängen.

3 Beschreibung der Durchführung

Vorüberlegung/Vorversuche

Wie sind wir auf das Thema gekommen?

Viele Menschen leiden unter Krankheiten und müssen ihr ganzes Leben lang Medikamente zu sich nehmen. Einige von ihnen bekommen eine Erkältung oder Gürtelrose und wissen gar nicht, welche Nebenwirkungen diese Medikamente haben, welche sie konsumieren. Wir haben beide schon selber schlechte Erfahrungen mit Medikamenten gemacht. Deswegen dachten wir uns, ob es nicht einen Wirkstoff geben könnte, der keine Nebenwirkungen auslöst und unser Immunsystem nicht schwächt. Eine Beobachtung von Dr. Jay Gordon brachte uns auf das Thema. Nun wollen wir forschen, ob Grapefruitkernextrakt als Medikament geeignet wäre.

Welche Kulturen haben wir ausgewählt und warum?

Wir haben uns Kulturen rausgesucht, die kein besonderes Medium benötigen und schnell wachsen können. Wir haben zwei grammpositive und zwei grammnegative Kulturen ausgewählt, welche in der Umwelt in menschlichen und tierischen Körper vorkommen. Bei der Auswahl der Bakterien hat uns Frau Lankeit unterstützt und uns beraten, welche am besten für unsere Experimente geeignet sind.

Escherichia coli haben wir benutzt um herauszufinden, ob Grapefruitkernextrakt Bakterien in unserem Körper angreifen, obwohl diese nicht bedrohlich für uns sind. *Pseudomonas fluorescens* haben wir ausgewählt um zu gucken, ob Grapefruitkernextrakt resistent ist wie bei anderen Antibiotika der Fall ist. *Lactobacillus plantorum* haben wir verwendet, weil Grapefruitkernextrakt angeblich gut anschlagen sollte und diese Kultur giftig ist. *Kocuria rhizophila* wählten wir aus, weil sie Infektionen hervorrufen können.

Was war das Ziel?

Wir wollen nun herausfinden, ob der flüssige Grapefruitkernextrakt gegen die Bakterien *Escherichia coli, Lactobakterien, Pseudomonas flourescens und Kocuria rhizophila* anschlägt, indem wir eine geometrische Verdünnungsreihe des Grapefruitkernextraktes aufstellen und die antibakterielle Wirkung der einzelnen Stufen auch mit Wasser und mit einem Antibiotikum vergleichen und gucken, ob Grapefruitkernextrakt als Antibiotikum geeignet wäre.

Durchführung

Vorbereitung des Arbeitsplatzes
Der Arbeitsplatz wurde mit Ethanol (75 %-ig) desinfiziert, der Bunsenbrenner aufgestellt und die Agarplatten mit Standard I Agar sowie steriles Wasser bereitgestellt.
Sterile Reagenzgläser füllten wir mit jeweils 10ml Wasser.
Die Nährmedien mit Standard I – Agar kamen bei 37°C 24 h in den Trockenschrank zur Bebrütung.

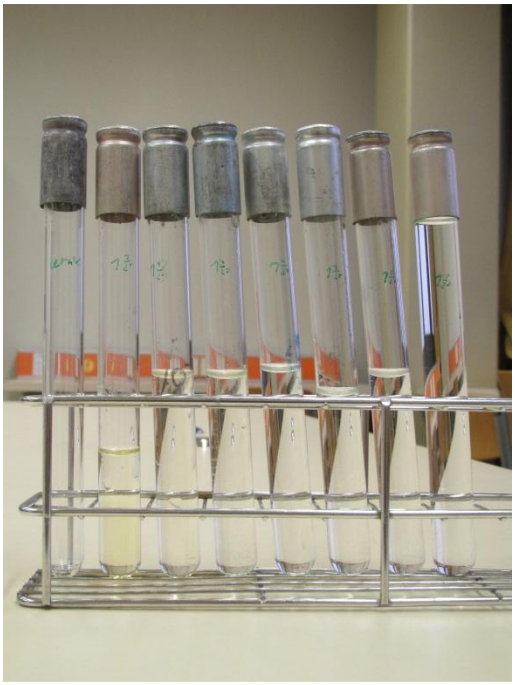
Herstellung der Agarplatten mit Standard Nähragar I
Zubereitung:
(Herstellerangaben: 37g Trockenmedium in 1l autoklavieren (15min bei 121°C)
pH: 7,5 ± 0,2)
(37:4)g des Mediums werden in einem viertel Liter destilliertem Wassers suspendiert. Dann sterilisiert man 15 Minuten lang bei 121 °C und lässt auf 45 – 50 °C abkühlen. Gut mischen und in Petrischalen gießen.
Man benötigt 37g Standardagar 1 auf 1l autoklaviertes Wasser. Es werden 27 Platten zu zwei Dritteln der Fläche mit dem 55°C heißem Agar begossen. Drehen dient der gleichmäßigen Verteilung. Danach muss der Agar abkühlen bis er fest ist. Den Rest kann man als Vorrat aufbewahren.

Geometrische Verdünnungsreihe

Sterile Reagenzgläser füllten wir mit jeweils 10ml Wasser.
Material für die geometrische Verdünnungsreihe:
Grapefruitkernextrakt, 8x sterile Reagenzgläser, Standard 1 Agar, autoklaviertes Wasser, sterile serologische Pipetten, Reagenzschüttler, Peleusball.

Durchführung, geometrischen Verdünnungsreihe:
Für die geometrische Verdünnungsreihe haben wir acht Reagenzgläser verwendet. Mit einer sterilen Pipette haben wir in sieben Reagenzgläsern 10ml autoklaviertes Wasser gegeben. Das achte Reagenzglas enthält nur 10ml unverdünnten Grapefruitkernextrakt.

Skizze:



Man gibt in das erste Reagenzglas mit dem enthaltenem autoklaviertem Wasser 10ml Grapefruitkernextrakt. Das ist die erste Verdünnung $\frac{1}{2^1}$. Danach gibt man 10ml der ersten Verdünnung in das zweite Reagenzglas. Das ist die zweite Verdünnung $\frac{1}{2^2}$ .Dies macht man so lange bis man den Extrakt sieben Mal verdünnt hat $\frac{1}{2^7}$.

Anlegen der Bakterien-Kulturen in Weichagar
Material: 16 sterile Reagenzgläser, Weichagar (Herstellung wie Agarplatten, er enthält nur weniger Agar) je Reagenzglas
Wasserbad (etwa 65°C, für Weichagar), Bakterien (siehe oben Zielsetzung),

Durchführung, angelegte Kultur:
Nun benötigt man je Reagenzglas 4ml Weichagar, den man in der Mikrowelle oder in einem Wärmebad verflüssigt und mit einer sterilen Pipette den flüssigen Weichagar in die Reagenzgläser pipettiert.

Tipp: Es ist hilfreich erst alle Reagenzgläser mit dem enthaltenen Weichagar in einem 55°C warmen Wärmebad aufzubewahren, damit man eine bessere Übersicht hat und damit die Arbeit einem leichter fällt.

Jetzt nimmt man mit der Mikropipette 400µl des Bakteriums und gibt diese in das abgekühlte Reagenzglas mit dem enthaltenen Weichagar (etwa 45°C warm). Ganz wichtig ist dabei, dass man für jedes Bakterium eine neue sterile Spitze benutzt. Damit sich das Bakterium und der Weichagar miteinander vermischen, reibt man das Reagenzglas zwischen seinen Händen. Bevor man das Gemisch auf die Petrischale gießt, sollte man den Standardagar 1auf etwa 40°C vorwärmen. Jetzt muss man nur noch das Gemisch in die Petrischale mit dem festen Standardagar 1 geben und abkühlen lassen bis die angelegte Kultur fest ist.
Die Zeit, in der die Kultur sich verfestigt, kann man nutzen, um die restlichen Materialien zurechtzulegen.

Auflegen der Plättchen
Material für die angelegten Kulturen:
Filterpapierblättchen, Antibiotikum, Ethanol, Messschieber, autoklaviertes Wasser, sterile Pinzette, sterile serologische Pipetten, Petrischale, bunte CD-Marker zum Beschriften der Kulturen.

Wir haben jede Kultur in vier Abschnitte geteilt, wovon die ersten beiden Abschnitte aus Wasser und dem Antibiotikum bestehen. Mit einer sterilen Pinzette tunkt man ein steriles Filterpapierblättchen ins Wasser und legt es auf die entsprechende Fläche. Um die Pinzette weiterhin steril zu halten, taucht man die Pinzettenspitze in Ethanol und flammt sie unter dem Gasbrenner ab. Dann nimmt man wieder ein steriles Filterpapierblättchen, tunkt es diesmal in das Antibiotikum enthaltene Eppi und legt diese auf die zweite Flächenseite. Bei jedem neu angefangenen Filterpapierblättchen muss man immer vorher die Pinzettenspitze in Ethanol halten und wieder unter dem Gasbrenner abflammen. Danach muss man ein Filterpapierblättchen in jede Verdünnungsstufe tauchen und wieder auf die gekennzeichnete Ebene legen.

Tipp: Mit der kleinsten Verdünnungsstufe beginnen.

Die fertig angelegten Kulturen lässt man im Brutkasten bei einer Temperatur von 37°C 24h wachsen und misst danach den Durchmesser der nicht bewachsenen Fläche.

Ergebnis

Ergebnisse zum 1. Experiment:

Name des Bakteriums **Verdünnungsstufen**	***Escherichia coli***	***Lactobacillus plantorum***	***Kocuria rhizophila***	***Pseudomonas flourescens***
H_2O	K.W.	K.W.	K.W.	K.W.
Antibiotikum **Durchschnittsberechnung**	30,05mm	17,53mm	52,65mm	K.W.
Unverdünnter Grapefruitkernextrakt	K.W.	8,45mm	28,15mm	9,3mm
$\frac{1}{2^1}$	K.W.	5,5mm	11,85mm	7,7mm
$\frac{1}{2^2}$	K.W.	K.W.	12.45mm	K.W.
$\frac{1}{2^3}$	K.W.	K.W.	20,1mm	K.W.
$\frac{1}{2^4}$	K.W.	K.W.	17mm	6,1mm
$\frac{1}{2^5}$	K.W.	K.W.	10,65mm	9,85mm
$\frac{1}{2^6}$	15,75mm	K.W.	30,25mm	K.W.
$\frac{1}{2^7}$	K.W.	K.W.	21mm	K.W.

Einheit in mm
K.W. = Kein Wert. An dieser Stelle sind die Bakterien gewachsen

Ergebnis:

Bei der Kultur Escherichia coli schlug das Antibiotikum und die Verdünnungsstufe $\frac{1}{2^6}$ an, der Grapefruitkernextrakt mit den anderen Verdünnungsstufen jedoch nicht. Die stärkste Wirkung zeigte der Extrakt und das Antibiotikum bei *Kocuria rhizophila.* Die stärkste Wirkung ist bei der Verdünnungsstufe $\frac{1}{2^6}$. Die schwächste Wirkung ist bei der Verdünnungsstufe $\frac{1}{2^5}$.Die zweitstärkste Wirkung erkannte man bei der Kultur *Lactobacillus plantorum.* Die wirkungsvollste Verdünnungsstufe ist die unverdünnte Verdünnungsstufe. Die weniger wirkungsvollere Verdünnungsstufe ist $\frac{1}{2^1}$. Die Verdünnungsstufen $\frac{1}{2^2}$ - $\frac{1}{2^7}$ zeigen keine Wirkung. Das heißt, dass an dieser Stelle das Bakterium gewachsen ist.

Bei *Pseudomonas flourescens* zeigen das Antibiotikum und der Extrakt bei den Verdünnungsstufen $\frac{1}{2^2}$, $\frac{1}{2^3}$, $\frac{1}{2^6}$ und $\frac{1}{2^7}$ keine Wirkung. Eine Wirkung erkennt man jedoch bei der Verdünnungsstufe $\frac{1}{2^5}$, die auch die stärkste Wirkung zeigt. Die schwächste Wirkung erkennt man bei der Verdünnungsstufe $\frac{1}{2^4}$.

Problem:

Das erste Problem, welches wir hatten, war, dass das Grapefruitkernextrakt dickflüssig war und sich somit nicht richtig im Reagenzglas mit dem autoklavierten Wasser vermischen lies.
Dazu kam, dass wir später den Reagenzglasrüttler noch einmal verwenden mussten, da sich der Grapefruitkernextrakt am Boden des Reagenzglases abgesetzt hat.
Das zweite Problem war, dass der Agar nach einer Zeit fest wurde und sich deshalb beeilen musste die Bakterien hinein zu geben.
Das nächste Problem war das wir die Reagenzgläser auf 55°C erwärmen mussten, damit der Weichagar flüssig bleibt, um die Reagenzgläser danach auf 45°C abzukühlen. Die Bakterien fangen aber ab ca. 40-45°C abzusterben.

4 Diskussion

Unser Ziel war es, herauszufinden ob Grapefruitkernextrakt antibakteriell wirkt, was sich durch unsere Untersuchungen auch bestätigte. Bei einigen Verdünnungsstufen schlug der Extrakt allerdings nicht an. Das kann daran liegen, dass der Extrakt erst bei einer gewissen Verdünnungsstufe anschlägt (je nach Bakterium).

Wir gehen also davon aus, dass Grapefruitkernextrakt auch als Antibiotikum gut geeignet wäre, denn er erfüllt folgende Kriterien:

Grapefruitkernextrakt ist ungiftig, sollte jedoch nicht unverdünnt eingenommen werden.

Das Medikament sollte keine immunschwächende Wirkung zeigen.
Grapefruitkernextrakt kann und wird laut einer Studie bereits bei verschiedensten Immunschwächekrankheiten erfolgreich eingesetzt, weil man vermutet, dass er keine immunschwächende Wirkung zeigt.

Ein Medikament sollte ein möglichst breites Wirkungsspektrum besitzen. Dieses Kriterium trifft auch auf Grapefruitkernextrakt zu, da es gegen diverse Bakterien, Viren, Parasiten etc. helfen soll.

Ein Medikament sollte möglichst auf natürlicher Basis gewonnen sein, weil dies verträglicher für den Körper ist. Da Grapefruitkernextrakt ein rein pflanzlicher Extrakt ist, der nur auf natürlicher Basis gewonnen wird, erscheint er uns also auch unter diesem Gesichtspunkt geeignet.

Forschungen an der Freien Universität zeigten, dass Grapefruitkernextrakt keine Allergien auslöst und auch keine Nebenwirkungen zeigt. Auch deshalb ist zur Krankheitsbekämpfung geeignet.

Die nützlichen Bakterien sollten erhalten bleiben. Einige Forschungen von anderen Instituten zeigen, dass bei einer normalen Dosierung von dem Extrakt die wichtigen Bifidobakterien, die ein wichtiger Teil unserer Darmflora sind, nicht angegriffen werden. Die Milchsäurebakterien werden nur unbedeu-

tend verringert, obwohl die Wirkung von schädlichen Darmbakterien gehemmt wird. Also kann Grapefruitkernextrakt bedenkenlos verwendet werden.

Grapefruitkernextrakt kann man in vielen Ländern anpflanzen. Das heißt, dass er relativ kostengünstig ist und er in Mengen hergestellt werden kann, was sicherlich von Vorteil ist.

Ein Medikament sollte wirkungsvoll sein. Grapefruitkernextrakt wirkt auch bei manchen Kulturen auch in einer schwachen Verdünnungsstufe. Dies ist ebenso ein Vorteil

5 Danksagung

An dieser Stelle möchten wir uns bei Frau Markschies für die freundliche Unterstützung bei der Einführung in die mikrobiologische Arbeitsweise bedanken. Auch gilt unser Dank der technischen Assistentin im Fachbereich Biologie der Lise-Meitner-Schule Frau Lankeit für die Bereitstellung der notwendigen Arbeitsmaterialien.

6 Quellen

http://de.wikipedia.org/wiki/Escherichia_coli; Stand: 09.01.2013

http://flexikon.doccheck.com/de/Escherichia_coli; Stand: 09.01.2013

Albracht, Manfred; Arbeitsmaterialien für das Berufskolleg Olsberg des Hochsauerlandkreises; Höhere Berufsfachschule für Biologisch-Technische-Assistenten
Laborausbildung: Mikrobiologie/Bioverfahrenstechnik Olsberg (2007/2008)

http://www.rubliweb.ch/Weinbau/Weinlese/bsa.html

http://de.wikipedia.org/wiki/Oenococcus_oeni

http://de.wikipedia.org/wiki/Acidophilie_%28%C3%96kologie%29

http://de.wikipedia.org/wiki/Fermentation

http://www.rubliweb.ch/Weinbau/Weinlese/bsa.html

http://de.wikipedia.org/wiki/Lactobacillaceae

http://www.kaese-selber.de/infos-%C3%BCber-milch-und-_milchprodukte/extrahierte-und-fermentierte-milchprodukte-und-was-versteht-man-darunter/
http://de.wikipedia.org/wiki/Milcherzeugnis
http://www.allwellness.de/grapefruitseedextrakt.htm