

Projekttitle: Die Auswirkung verschiedener natürlicher antibiotischer Substanzen auf ausgewählte Bakterienstämme

Kurzfassung: Ich möchte in diesem Forschungsprojekt herausfinden, wie natürliche antibiotische Substanzen auf die Bakterien E. Coli und M. Luteus auswirken. Dafür habe ich mir insgesamt vier antibiotisch wirkende natürliche Substanzen herausgesucht: Essig, Manukahonig, Konzentriertes Oreganoöl und Mikrosilber. Auf Agarplatten möchte ich die beiden Bakterienkulturen anzüchten und dabei herausfinden, wie die antibiotischen Substanzen bei einer Konzentration von 1% eine Auswirkung auf das Wachstum der Bakterien haben. Die verschiedenen Substanzen mit einer Konzentration von 1% gieße ich in die Agarplatten ein. Anschließend streiche ich die zwei Bakterienstämme jeweils auf den Agarplatten aus und inkubiere diese anschließend. Über das Wachstum und die Größe der Kolonien möchte ich anschließend die Wirkung der verschiedenen antibiotischen Substanzen feststellen.

Teilnehmer (mit Alter): Frederik Schumann (14)

[REDACTED]

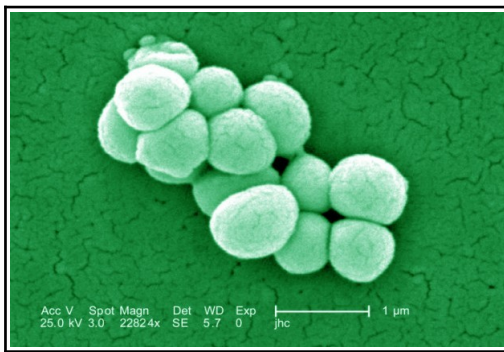
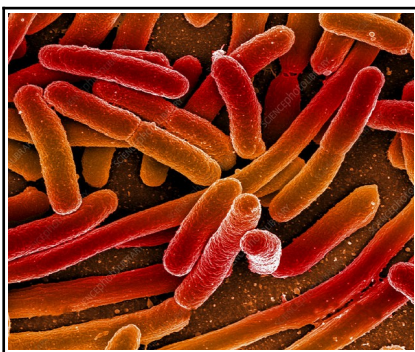
[REDACTED]

Fachgebiet: Biologie

Wettbewerbssparte: Schüler experimentieren

[REDACTED]

Wettbewerbsjahr: 2022



Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| 1. Einleitung..... | 3 |
| 1.1 Anlass meiner Forschungsarbeit..... | 3 |
| 1.2 Was sind Bakterien?..... | 3 |
| 1.3 Gram + und Gram - Bakterien..... | 3 |
| 1.4 Die natürlichen antibiotischen Substanzen..... | 4 |
| 1.5 Die verwendeten Bakterienstämme..... | 5 |
| 2. Vorgehensweise, Materialien und Methode..... | 6 |
| 2.1 Die verwendeten Materialien..... | 5 |
| 2.2 Vorgehensweise und Methode..... | 5 |
| 3. Ergebnisse..... | 8 |
| 3.1 Escheria Coli..... | 8 |
| 3.1.1 Orgeanoöl..... | 8 |
| 3.1.2 Mikrosilber..... | 8 |
| 3.1.3 Manukahonig..... | 9 |
| 3.1.4 Essig..... | 9 |
| 3.1.5 Übersicht der Wirkung der Substanzen auf das Bakterium Mikrokokkus Luteus..... | 10 |
| 3.2 Mikrokokkus Luteus..... | 10 |
| 3.2.1 Oreganoöl..... | 10 |
| 3.2.2 Mikrosilber..... | 11 |
| 3.2.3 Manukahonig..... | 11 |
| 3.2.4 Essig..... | 12 |
| 3.2.5 Übersicht der Wirkung der Substanzen auf das Bakterium Mikrokokkus Luteus..... | 13 |
| 4. Ergebnisdiskussion..... | 13 |
| 5. Dankessagung..... | 13 |
| 6. Quellenverzeichnis..... | 13 |

1. Einleitung

1.1 Anlass meiner Forschungsarbeit

In Europa erkranken und sterben immer mehr Menschen an Infektionen mit Antibiotika-resistenten Bakterien. Pro Jahr gibt es inzwischen 33.000 Todesfälle durch solche multiresistenten Keime. Die Krankheitslast ist höher als durch Grippe, Tuberkulose und HIV zusammen, wie die europäische Seuchenbehörde ECDC berichtet. Besonders alarmierend ist, dass 39 Prozent der Betroffenen mit Bakterien infiziert sind, die selbst gegen Notfall-Antibiotika immun sind. Daher ist es mir ein großes Anliegen bei der Forschung für ein Medikament gegen multiresistente Bakterien zu helfen. Ich setze auf ätherische Öle und andere natürliche Alternativen mit antibakteriellen Eigenschaften, welche vollkommen natürlich sind und z.B. von Pflanzen abstammen oder natürliche Elemente sind. Sie zeigten bereits in verschiedenen Forschungen große Wirkung gegen verschiedene Bakterien. In dieser Arbeit möchte ich herausfinden, welche natürliche antibakterielle Substanz gegen ausgewählte Bakterien am wirksamsten ist. Dazu werde ich die verschiedenen natürlichen antibiotischen Substanzen in Agarplatten eingießen und bestimmte Bakterienstämme züchten. Anhand der Größe des Vorhofes oder der Konsistenz der Bakterien werde ich dann erschließen, welche natürlichen Antibiotika am wirksamsten gegen diese ausgewählten Bakterienstämme sind.

1.2 Was sind Bakterien?

Bakterien bilden die einfachste Lebensform auf unserem Planeten. Zwischen ihnen und anderen Zellen erfolgt eine grundlegende Unterscheidung. Bakterien fehlt im Gegensatz zu Organismen, wie Alge, Pilz, Pflanze, Tier und Mensch, ein Zellkern. Wissenschaftler bezeichnen sie als "Prokaryonten". Ihnen gegenüber stehen die "Eukaryonten", die alle anderen Zellen umfassen. Bakterien sind Einzeller. Zwar leben einige in Haufen zusammen, doch sind dies keine echten Verbände, die einen Austausch von Substanzen pflegen würden. Meist hängen sie rein physisch aneinander, weil sich ihre Wände nach der Teilung nicht richtig abgeschnürt haben. Im Allgemeinen bilden die Bakterien, welche winzig kleine Organismen sind, die kleinste Lebensform, welche auf der Erde zu finden ist. Bakterien sind in der Natur fast überall zu finden. Manche von ihnen können sehr gefährlich sein und Krankheiten auslösen, andere wiederum sind lebensnotwendig für den Menschen. Es gibt eine Vielzahl von unterschiedlichen Bakterien, welche ebenfalls unterschiedlich aussehen. Man kann sie in Stäbchen, Kokken, Spirillen und noch viele mehr einordnen.

1.3 Gram + und Gram - Bakterien

Bei Bakterien gibt es Unterschiede im Aufbau der Zellwand, die sich durch die sogenannte Gramfärbung, welche nach dem dänischen Arzt H. C. J. Gram benannt wurde, sichtbar machen lassen. Je nach Färbeverhalten unterscheidet man grampositive und gramnegative Bakterien. Die unterschiedlichen Färbungen beruhen auf dem unterschiedlichen Murein-Gehalt der bakteriellen Zellwand. Bakterien, die sich in der Gramfärbung blau anfärben, bezeichnet man als grampositiv. Diese besitzen im Gegensatz zu gramnegativen Bakterien eine sogenannte ca. 15 bis 80 Nanometer dicke Peptidoglykanschicht aus Murein und haben keine zusätzliche äußere Lipidmembran. Gramnegative Bakterien hingegen färben sich in der Gramfärbung rot an und besitzen nur eine dünne Peptidoglykanschicht aus Murein, aber besitzen zudem eine äußere Lipidmembran. Meist werden die Bakterien nach der Gramfärbung mit Ethanol gereinigt, und ihre Färbung verschwindet. Zusammenfassend kann man sagen, dass die Gramfärbung ein wertvolles Diagnostik-Werkzeug in der naturwissenschaftlichen und medizinischen Mikrobiologie ist. Mit ihr können auf einfache Weise Bakterien nach dem Aufbau ihrer Zellwand unterschieden werden. Auch ich werde in meiner Forschungsarbeit jeweils einen grampositiven (*M. Luteus*) und einen gramnegativen (*E. Coli*) Bakterienstamm verwenden.

1.4 Die natürlichen antibiotischen Substanzen

In meinen verschiedenen Forschungen verwende ich unterschiedliche natürliche antibiotische Substanzen um ihre Wirksamkeit später zu vergleichen. Im Folgenden werde ich die verschiedenen Substanzen näher erläutern. Bei diesen Substanzen wurde schon in vielen Forschungen eine antibakterielle Wirkung festgestellt, darum werden diese auch teilweise als antibiotisches Ersatzmittel verwendet werden.

1.4.1 Oreganoöl

Die erste verwendete Substanz ist Oreganoöl, welches ein natürliches ätherisches Öl ist. Ätherische Öle weisen im Allgemeinen eine starke antibakterielle, antivirale und fungizide Wirkung auf. Oreganoöl ist vor allem wegen seiner stark entzündungshemmenden Wirkung sehr geschätzt. Es weist sogar eine wirksame Unterstützung beim Kampf gegen MRSA, dem gefürchteten Krankenhauskeim, auf. In meinem Forschungsprojekt, jedoch, verwende ich einen stark konzentrierten Oreganoölextrakt, aus der Pflanze "*Origanum Vulgare L. ssp. hirtum*", die einen besonders hohen Gehalt an ätherischen Ölen besitzt und dadurch eine besonders gute antibakterielle Wirkung erzielt. Inhaltsstoffe des Oreganoölextraktes sind ätherische Öle (Thymol und Carvacrol), P-Cymol (ein stark schmerzlindernder Stoff), Vitamin C, B und K sowie Mineralstoffe, wie Eisen, Kalium, Calcium, Magnesium und Zink. Außerdem wird durch die durchblutungsfördernde Wirkung des Oreganoöls die Produktion von Magensäure und Verdauung angeregt.

Es kann festgehalten werden, dass Oreganoöl eine sehr vielfältig anwendbare und sehr wirksame natürliche und antibakterielle Substanz ist und nicht nur als Pizzagewürz Verwendung finden sollte.

1.4.2 Mikrosilber

Mikrosilber ist ein antibakteriell wirkendes Element aus der 9. Nebengruppe des Periodensystems und ist eine innovative physikalische Form von metallischem Silber. Auch Mikrosilber wird stets aufgrund seiner antibakteriellen Eigenschaften geschätzt. Es kann ein wirksames Mittel gegen Bakterien, die eine Resistenz gegen Antibiotika entwickelt haben, sein. Bei äußerlicher Anwendung verbleibt die Substanz auf der Haut und kann nicht von der Haut aufgenommen werden. Mikrosilber gibt allerdings kleine Mengen Silberionen ab, die sich auf die Hautoberfläche legen und dort lokal antibakteriell wirken. Dieser antibakterielle Effekt der Silberionen kann die Zellstruktur von Bakterien und anderen Mikroorganismen schädigen oder sogar zerstören und so ihre Ausbreitung verhindern. Außerdem ist Mikrosilber besonders gegen Neurodermitis geeignet. Für die bakterienabtötende Wirkung ist der sogenannte oligodynamische Effekt einiger Metalle verantwortlich, der bei Silber besonders ausgeprägt ist. Silber ist zwar ein Edelmetall, das chemisch sehr beständig ist und kaum mit Sauerstoff reagiert, bei Kontakt mit Feuchtigkeit werden jedoch Silberionen freigesetzt, die die Bakterien angreifen. Silberionen besitzen die Fähigkeit, sich an unterschiedliche Strukturen der Bakterienzelle zu binden und deren lebenswichtige Atmungskette zu behindern.

1.4.3 Manukahonig

Manukahonig ist ein spezieller Honig, der von Honigbienen aus dem Blütennektar der Südseemyrte erzeugt wird. Er gilt im Allgemeinen als Naturheilmittel und antibakterielle Eigenschaften konnten diesem speziellen Honig bereits nachgewiesen werden. Er unterstützt die Heilung von Wunden und Entzündungen und kann gegen Erkältungen, Blaseninfektionen sowie andere Infektionskrankheiten helfen. Inhaltsstoffe des Manukahonigs sind neben des Zuckers Methylglyoxal und Dihydroxyaceton. Beide Stoffe können antibakteriell wirken, besonders gegen das Bakterium Escheria Coli. In meinem Forschungsprojekt verwende ich einen Manukahonig, der 300mg/kg Methylglyoxal enthält.

1.4.3 Essig

Essig ist ein typisches Haushaltsmittel, das eine stark antibakterielle Wirkung aufweist. Die antibakterielle Wirkung von Essig ist den Menschen bereits seit der Antike bekannt. Er gilt als eine der ältesten Naturarzneien, die wir kennen. Essig ist ein kostengünstiges Mittel zur Desinfektion und ist daher eine bewährte Alternative zum teuren Ethanol. Essig wirkt antibakteriell, wundheilend, regt den Kreislauf an und hilft beim Abnehmen. Der antibakteriell wirkende Inhaltsstoff von Essig ist hauptsächlich die Ethansäure (Essigsäure). In meinem Forschungsprojekt verwende ich Essigessenz, die 25% Essigsäure enthält.

1.5 Die verwendeten Bakterienstämme

In meiner Forschungsarbeit werde ich insgesamt zwei Bakterienstämme auf die oben beschriebenen antibakteriellen Substanzen testen. Das erste verwendete Bakterium ist *Escherichia coli* (*E. coli*). *Escherichia coli* ist ein gramnegatives Bakterium, das häufig im menschlichen und tierischen Darm zu finden ist. In der Darmflora ist *Escherichia coli* besonders für die Produktion von Vitamin K bekannt. *E. coli* Bakterien zählen zu den häufigsten Verursachern von menschlichen Infektionskrankheiten und haben die Form gerader, zylindrischer Stäbchen mit runden Enden. *Escherichia coli* zählt zudem mit einer Länge von 2,0 bis 6,0 μm zu den durchschnittlich großen Bakterien. Des Weiteren gehört es der Familie der Enterobacteriaceae und der Klasse der Gammaproteobacteria an. *Escherichia coli* ist für den Menschen weitestgehend ungefährlich und verursacht oftmals keine Symptome beim Menschen. Der Nobelpreis für Medizin wurde bereits an zahlreiche Forscher verliehen, die sich mit der Biologie dieses Bakteriums beschäftigt haben. Hinzu kommt, dass *E. coli* zu den am besten untersuchten Prokaryoten zählt und in der Molekularbiologie eine wichtige Rolle als Wirtsorganismus einnimmt. Das zweite verwendete Bakterium ist *Micrococcus luteus*, ein grampositives Bakterium. Als Luftkeim ist er in der Luft vorhanden, ist jedoch auch Teil der menschlichen Hautflora und gilt als nicht krankheitserregend. Auf Nährböden wächst er als gelb gefärbte Kolonie. Das Bakterium ist rund bis oval und gilt als Kokke. Eine Zelle hat einen Durchmesser von etwa 0,5 bis 3,5 μm und ist demnach etwas kleiner als *Escherichia coli*. *Micrococcus luteus* gehört der Familie der Micrococcaceae und der Gattung *Micrococcus* an. Diese Spezies umfasst, wie auch *E. coli*, zahlreiche Stämme. Das Bakterium ist zudem aerob, sie können sich nur vermehren, wenn Sauerstoff vorhanden ist.



Abbildung 1: *Escherichia coli*

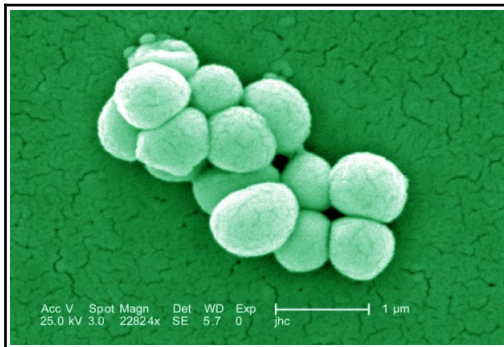


Abbildung 2: *Micrococcus luteus*

2. Vorgehensweise, Materialien und Methode

2.1 Die verwendeten Materialien

In meiner Forschungsarbeit verwende ich verschiedene Materialien, um verschiedene Zwischenschritte für die Forschungsarbeit durchführen zu können. Im Folgenden liste ich die verwendeten Materialien auf und erkläre deren Funktion. Mein am häufigsten verwendetes Gerät ist der Autoklav. In der Biologie dienen Autoklaven vor allem zur Dampfdrucksterilisierung von Nährmedien, biologischen Instrumenten und Ähnlichem. Hierbei verwende ich einen Autoklaven des Stömungs- und Gravitationsverfahrens (S-Klasse). Dieses Verfahren funktioniert nach dem Dampfkochtopf-Prinzip, sodass die Luft in dem Autoklaven durch Sattdampf verdrängt wird. Ich benutze den Autoklaven einerseits, um steril die Nährmedien für die Bakterienstämme herzustellen und andererseits um verschiedene Einwegmaterialien wie beispielsweise Pipetten oder Pipettenspitzen zu sterilisieren, um so die Kontamination mit anderen Bakterien zu verhindern. Außerdem kann ich mit Hilfe des Autoklaves die Bakterien nach der Forschung sicher unschädlich machen, indem sie durch die heißen Dämpfe des Autoklaven, abgetötet werden.

Ein weiteres wichtiges Gerät, ohne welches dieses Forschungsprojekt nicht möglich wäre, ist der Inkubator. Er dient der Schaffung und Erhaltung eines Mikroklimas mit geregelten Luftfeuchtigkeits- und Temperaturbedingungen. Durch den Inkubator können die Wachstumsprozesse der Bakterien kontrolliert werden. Nur dadurch kann das Wachstum der verschiedenen Bakterien untereinander verglichen werden, da alle Bakterienstämme dieselben Wachstumsbedingungen besitzen. In meiner Forschungsarbeit inkubiere ich die Bakterien jeweils bei einer Temperatur von 38°C, die eine Optimaltemperatur für das Wachstum der Bakterien darstellt. Des Weiteren verwende ich für meine Forschungsarbeit Materialien und Chemikalien wie Eppendorfpipetten, Pipettenspitzen, Einwegpipetten, Petrischalen, Gramfärbungsmaterial, einen Bunsenbrenner, verschiedene Pinzetten, destilliertes Wasser, Nähragar, Mikroskope, Ethanol, Streichhölzer, Laborgewindeflaschen und die Bakterien. Als Arbeitsplatz, um die Versuche durchführen zu können, dient ein Biologieraum in der Jürgen-Fuhlendorf-Schule. Des Weiteren benutze ich insgesamt zwei verschiedene Nährmedien für die Bakterien. Für die Petrischalen fungiert der Standard-Agar, der ein festes Nährmedium darstellt. Für die Erhaltung und Vermehrung der Bakterien benutze ich ein flüssiges Nährmedium, das im Kühlschrank aufbewahrt wird.



Abbildung 3: Der verwendete Autoklav

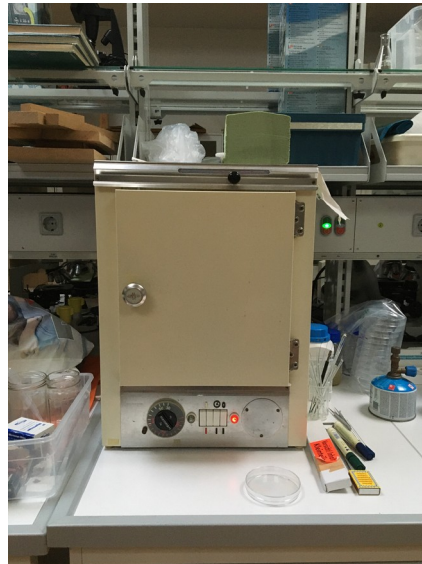


Abbildung 4: Der verwendete Inkubator

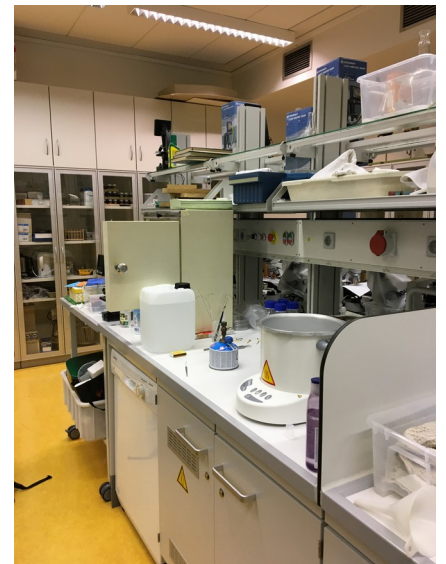


Abbildung 5: Mein Arbeitsplatz zur Durchführung der Versuche

2.2 Vorgehensweise und Methode

Im Folgenden erläutere ich die Vorgehensweise und Methode meiner Forschungsarbeit.

Die Bakterien züchte ich auf selbstgegossenen Agarplatten an. Dies ermöglicht eine schnelle Vermehrung der Bakterien und die Wachstumsbedingungen sind stets identisch. Ich benutze hierbei den standardisierten Nährbodenagar, der das Wachstum der Bakterien fördert. Um den Nährboden herzustellen, benutze ich den bereits beschriebenden Autoklaven. Dieser fungiert hierbei als Kochtopf. Für eine Petrischale benötige ich ungefähr 40ml Nährmedium. Durch die Zugabe von destilliertem Wasser und dem anschließenden Kochen, entsteht das Nährmedium, das nach einiger Zeit seine Konsistenz von flüssig zu fest ändert. Anschließend gebe ich eine antibakterielle Substanz in die 40 ml Nährmedium, sodass anschließend eine Konzentration von 1% der antibakteriellen Substanz im Nährmedium vorliegt. Für eine antibakterielle Substanz (z.B. Oreganoöl, Mikrosilber usw.) benötige ich insgesamt 6 Petrischalen mit dem Nährboden und der eingegossenen antibakteriellen Substanz. Ich benutze hierbei jeweils 3 Petrischalen für ein Bakterium. Die erste Petrischale besteht aus dem standardisierten Nährboden ohne die Zugabe von einer antibakteriellen Substanz, um einen Vergleich zu der zweiten und dritten Petrischale herstellen zu können. Die zweite Petrischale besteht aus dem standardisierten Nährboden mit der Zugabe von einer antibakteriellen Substanz in einer Dosierung von 1%. Die dritte Petrischale dient als Kontrollplatte, die wie die zweite Petrischale angefertigt wird. Durch die Kontrollplatte kann ein möglicher Fehler nahezu ausgeschlossen werden. Dazu wird das Wachstum der Bakterien auf beiden Petrischalen verglichen. Falls beide das gleiche Ergebnis aufweisen, ist es sehr wahrscheinlich, dass sauber gearbeitet wurde und die Ergebnisse korrekt sind.

Des Weiteren benutze ich ein flüssiges Nährmedium, um die Bakterienstämme M. Luteus und E. Coli über einen längeren Zeitraum im Kühlschrank aufbewahren zu können. Ich benutze hierbei ein flüssiges Nährmedium, da sich die Bakterien in diesem schnell vermehren und nicht absterben. Zudem ist es für die Entnahme von den Bakterien geeignet. Insgesamt fertige ich vier Reagenzgläser mit dem flüssigen Nährmedium an. Zwei dienen für das Bakterium E. Coli und die anderen zwei für M. Luteus. Ich benutze hierbei zwei Reagenzgläser für ein Bakterium als Sicherheit, falls es zu Fehlern kommen sollte. Die zwei Bakterienstämme wurden in einer Glasampulle geliefert, die zerbrochen werden musste. Anschließend müssen die Bakterien jeweils in das Nährmedium gegeben werden. Nun habe ich insgesamt vier Reagenzgläser mit zwei unterschiedlichen Bakterienstämmen. Die Bakterien streiche ich außerdem mithilfe der 3-Strich-Technik und einer Impföse auf den jeweiligen Agarplatten aus, um möglichst authentische Ergebnisse zu erhalten.



Abbildung 6: Das 3-Ösen-Ausstrich-Verfahren; die Nummern 1, 2 und 3 zeigen die Reihenfolge der aufgetragenen Ausstriche

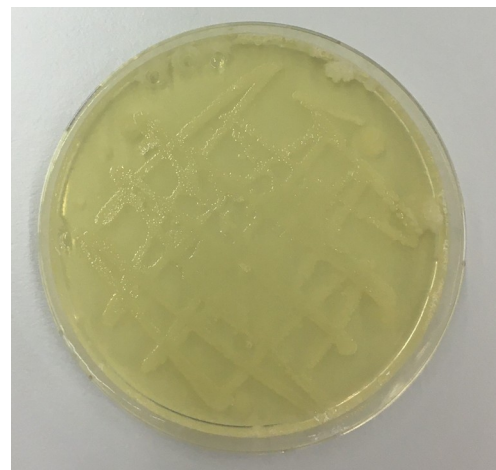


Abbildung 7: Das angewendete 3-Ösen-Ausstrich-Verfahren

3. Ergebnisse

3.1 Escheria Coli

3.1.1 Oreganoöl



Abbildung 8: Das Wachstum der Bakterien ohne Oreganoöl

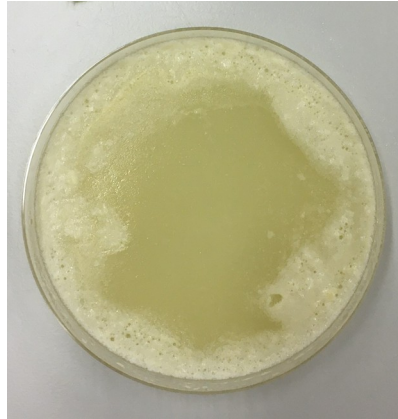


Abbildung 9: Das Wachstum der Bakterien mit Oreganoöl (1%)

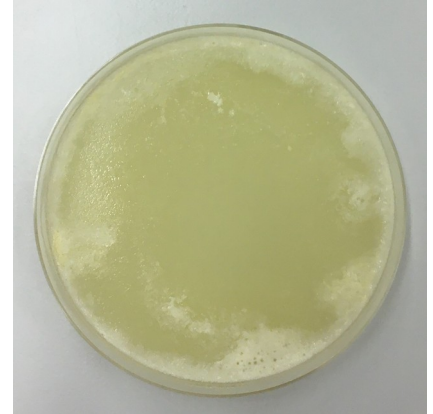


Abbildung 10: Das Wachstum der Bakterien mit Oreganoöl (1%), Kontrollplatte

Auf den Bildern sind die Ergebnisse zu sehen, wie Oreganoöl auf das Wachstum des Bakteriums Escheria Coli (E. Coli), Einfluss nimmt. Man erkennt deutlich eine starke Wirkung des Oreganoöls gegenüber der Bakterien. Es vermehren sich kaum mit dem bloßen Auge zu sehenden Bakterienkolonien, wie es in Abbildung 8 der Fall ist. Am Rande der Agarplatten, denen Oreganoöl zugegeben wurden, bildet sich ein weißer Niederschlag, der allerdings keine Bakterien darstellt. Da Oreganoöl ein Öl ist, ist es schwierig dieses im Agar gleichmäßig zu verteilen, da es eine Emulsion bildet. Dennoch erkennt man eine deutliche Wirkung des Öls auf das Bakterium. Es hat das Wachstum der Bakterien um ungefähr 98% verringert.

3.1.2 Mikrosilber

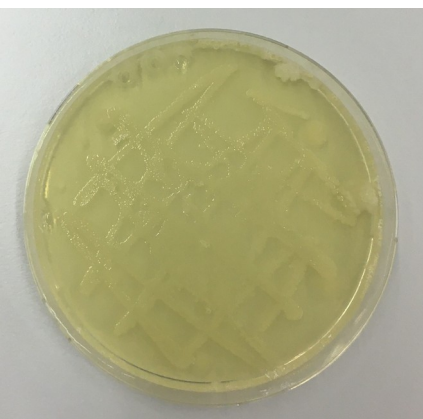


Abbildung 11: Das Wachstum der Bakterien ohne Mikrosilber

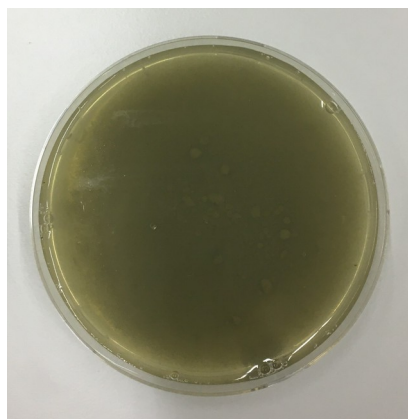


Abbildung 12: Das Wachstum der Bakterien mit Mikrosilber (1%)

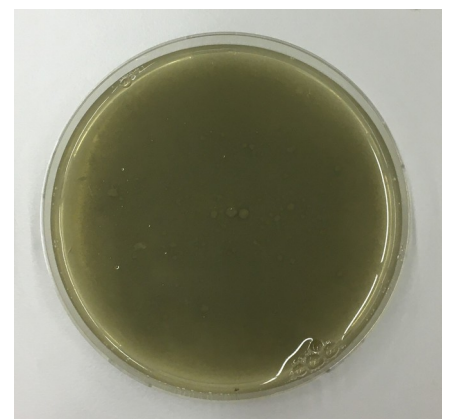


Abbildung 13: Das Wachstum der Bakterien mit Mikrosilber (1%), Kontrollplatte

Auf den Bildern sind die Ergebnisse zu sehen, wie Mikrosilber auf das Wachstum des Bakteriums Escheria Coli (E. Coli), Einfluss nimmt. Man erkennt deutlich eine sehr starke Wirkung des Mikrosilbers gegenüber den Bakterien. Es vermehren sich keine mit dem bloßen Auge zu sehenden Bakterienkolonien, wie es in Abbildung 11 der Fall ist. Durch die Zugabe von Mikrosilber verfärbt sich der Agar jedoch stark grünlich. Man erkennt eine deutliche Wirkung des Mikrosilbers auf das Bakterium. Es hat das Wachstum der Bakterien um ungefähr 99,9% verringert.

3.1.3 Manukahonig

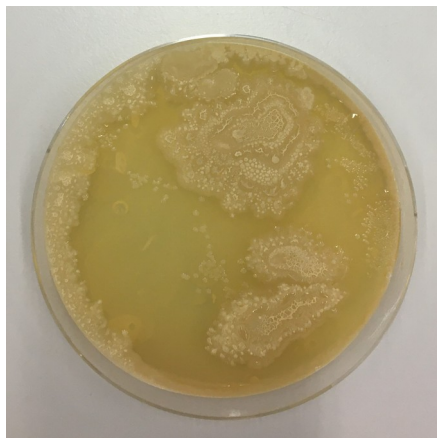
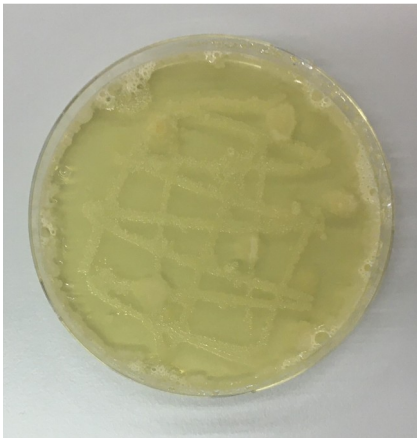


Abbildung 15: Das Wachstum der Bakterien mit Manukahonig (1%)

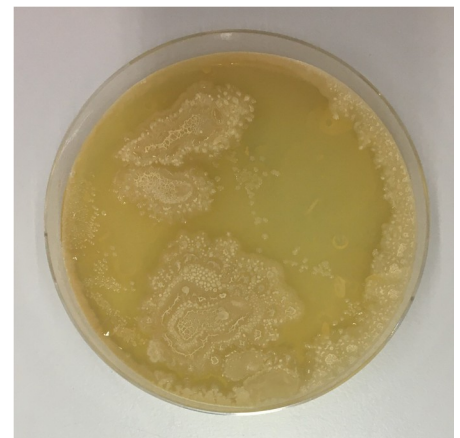


Abbildung 16: Das Wachstum der Bakterien mit Manukahonig (1%), Kontrollplatte

Auf diesen Bildern sind die Ergebnisse zu sehen, wie Manukahonig auf das Wachstum des Bakteriums Escheria Coli (E. Coli), Einfluss nimmt. Man erkennt keine starke Wirkung des Manukahonigs gegenüber des Bakteriums. Es vermehren sich viele mit dem bloßen Auge zu sehende Bakterienkolonien, wie es in Abbildung 14 der Fall ist. Der einzige Unterschied besteht darin, dass die Bakterien sich auf den Agarplatten mit dem Manukahonig anders vermehren. Im Gegensatz zu Abbildung 14 bilden die Bakterien eine große "Plattenkolonie". Der Manukahonig jedoch konnte die Vermehrung des Bakteriums kaum verhindern. Daher erkennt man keine deutliche Wirkung des Manukahonigs auf die Bakterien. Es hat das Wachstum der Bakterien um höchstens 1% verringert.

3.1.4 Essig

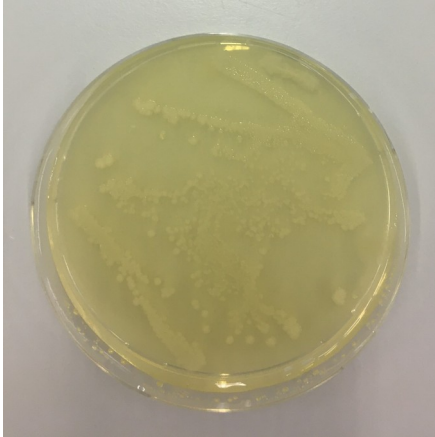


Abbildung 17: Das Wachstum der Bakterien ohne Essig

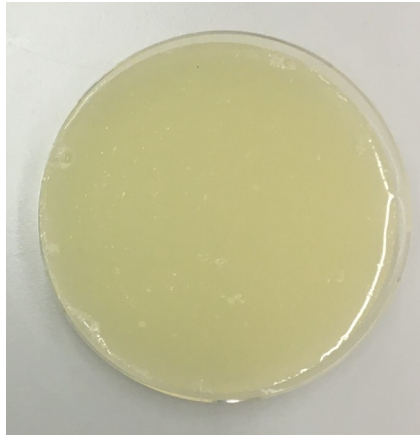


Abbildung 18: Das Wachstum der Bakterien mit Essig (1%)

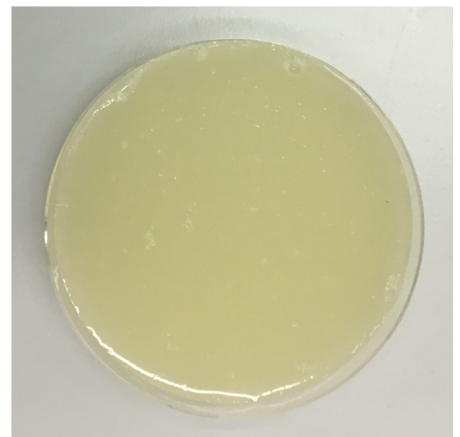
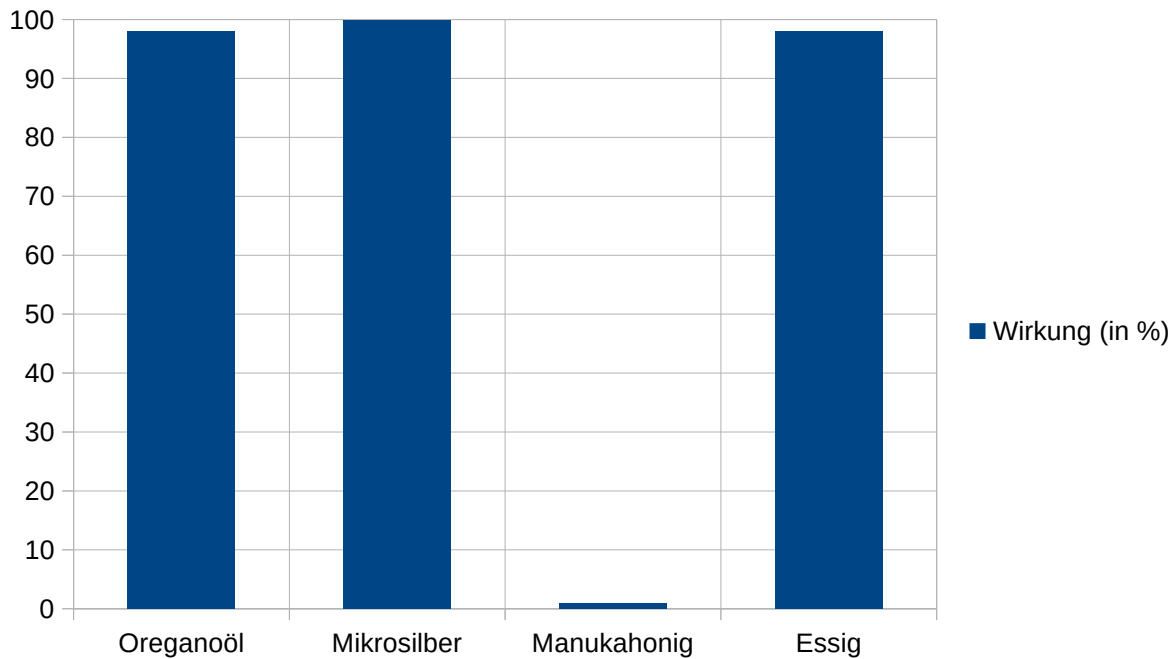


Abbildung 19: Das Wachstum der Bakterien mit Essig (1%), Kontrollplatte

Auf den obigen Bildern sind die Ergebnisse zu sehen, wie Essig auf das Wachstum des Bakteriums Escheria Coli (E. Coli), Einfluss nimmt. Man erkennt eine sehr starke Wirkung des Essigs gegenüber der Bakterien. Es vermehren sich fast keine mit dem bloßen Auge zu sehenden Bakterienkolonien, wie es in Abbildung 17 der Fall ist. Der Essig konnte somit die Vermehrung des Bakteriums stark verhindern. Daher erkennt man eine deutliche Wirkung des Essigs auf das Bakterium. Es hat das Wachstum der Bakterien um ungefähr 98% verringert.

3.1.5 Übersicht der Wirkung der Substanzen auf das Bakterium Escheria Coli



3.2 Mikrokoccus Luteus

3.2.1 Oreganoöl

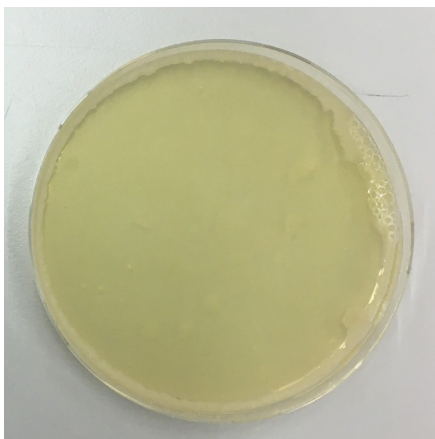


Abbildung 20: Das Wachstum der Bakterien ohne Oreganoöl

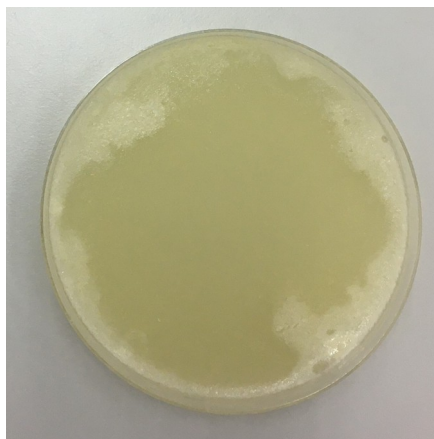


Abbildung 21: Das Wachstum der Bakterien mit Oreganoöl (1%)

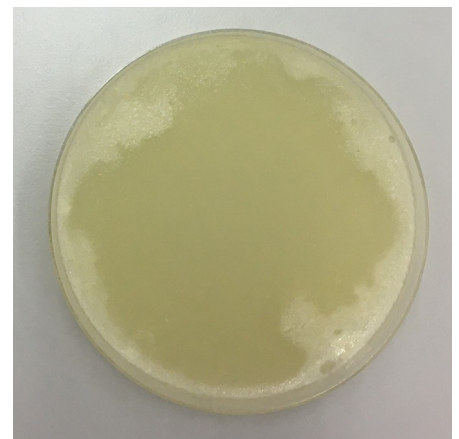


Abbildung 22: Das Wachstum der Bakterien mit Oreganoöl (1%), Kontrollplatte

Auf den Bildern sind die Ergebnisse zu sehen, wie Oreganoöl auf das Wachstum des Bakteriums Mikrokoccus Luteus (M. Luteus), Einfluss nimmt. Man erkennt deutlich eine starke Wirkung des Oreganoöls gegenüber dem Bakterium. Es vermehren sich kaum mit dem bloßen Auge zu sehenden Bakterienkolonien, wie es in Abbildung 20 der Fall ist. Im Gegensatz zu E. Coli, bildet M. Luteus jedoch keine stark ausgeprägten Bakterienkolonien, sondern weniger und kleinere. Am Rande der Agarplatten,

denen Oreganoöl zugegeben wurden, bildet sich ein weißer Niederschlag, der allerdings keine Bakterien darstellt. Da Oreganoöl ein Öl ist, ist es auch hierbei schwierig dieses im Agar gleichmäßig zu verteilen, da es eine Emulsion bildet. Dennoch erkennt man eine deutliche Wirkung des Öls auf das Bakterium. Es hat das Wachstum der Bakterien auch hier um ungefähr 98% verringert.

3.2.2 Mikrosilber

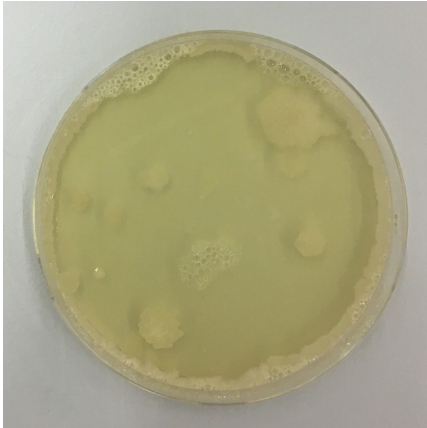


Abbildung 23: Das Wachstum der Bakterien ohne Mikrosilber

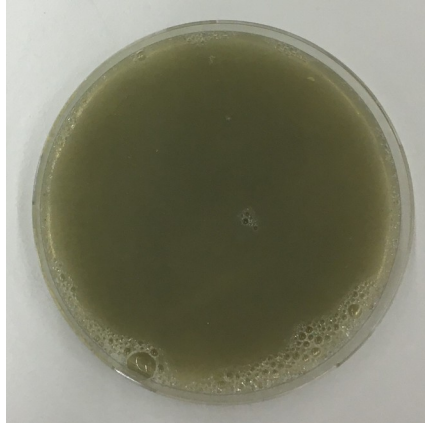


Abbildung 24: Das Wachstum der Bakterien mit Mikrosilber (1%)

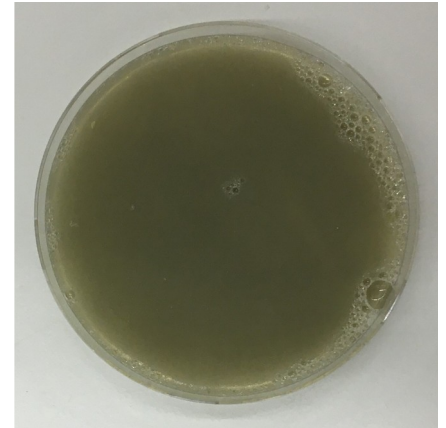


Abbildung 25: Das Wachstum der Bakterien mit Mikrosilber (1%), Kontrollplatte

Auf den Bildern sind die Ergebnisse zu sehen, wie Mikrosilber auf das Wachstum des Bakteriums *Mikrokokkus Luteus* (*M. Luteus*) Einfluss nimmt. Man erkennt deutlich eine sehr starke Wirkung des Mikrosilbers gegenüber der Bakterien. Es vermehren sich keine mit dem bloßen Auge zu sehenden Bakterienkolonien, wie es in Abbildung 23 in Form von "Plattenkolonien" der Fall ist. Durch die Zugabe von Mikrosilber verfärbt sich der Agar jedoch stark grünlich. Man erkennt eine deutliche Wirkung des Mikrosilbers auf das Bakterium. Es hat das Wachstum der Bakterien um ungefähr 99,9% verringert.

3.2.3 Manukahonig

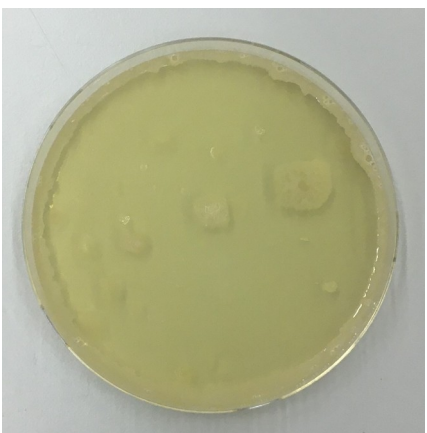


Abbildung 26: Das Wachstum der Bakterien ohne Manukahonig

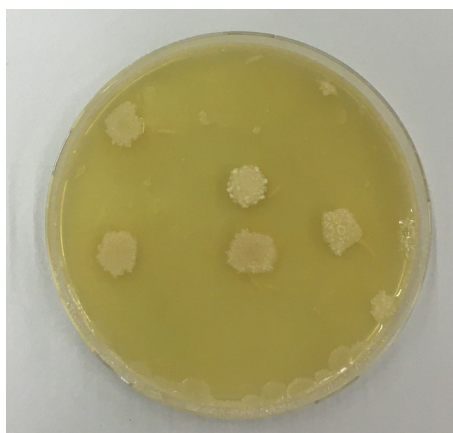


Abbildung 27: Das Wachstum der Bakterien mit Manukahonig (1%)

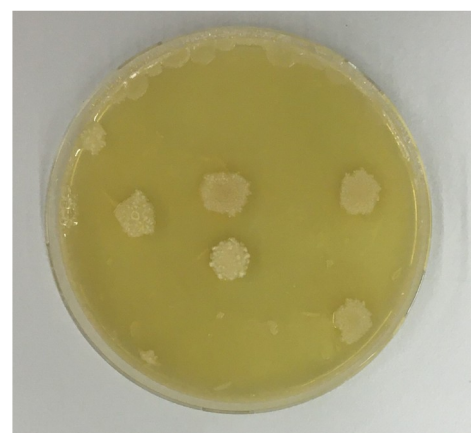


Abbildung 28: Das Wachstum der Bakterien mit Manukahonig (1%), Kontrollplatte

Auf diesen Bildern sind die Ergebnisse zu sehen, wie Manukahonig auf das Wachstum des Bakteriums *Mikrokokkus Luteus* (*M. Luteus*) Einfluss nimmt. Man erkennt keine starke Wirkung des Manukahonigs gegenüber dem Bakterium. Es vermehren sich viele mit dem bloßen Auge zu sehenden Bakterienkolonien, wie es in Abbildung 26 der Fall ist. Auf allen Agarplatten bilden die Bakterien "Plattenkolonien". Der Manukahonig konnte die Vermehrung des Bakteriums nicht verhindern. Daher erkennt man fast keine Wirkung des Manukahonigs auf das Bakterium. Es hat das Wachstum der Bakterien um höchstens 1% verringert.

3.2.4 Essig

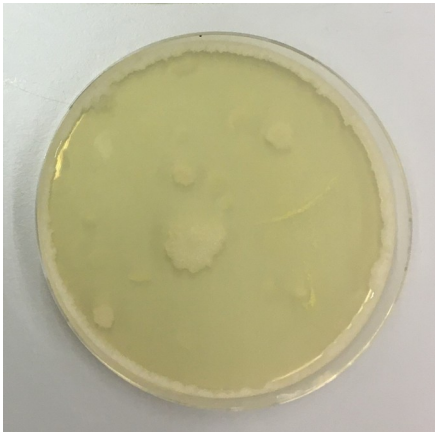


Abbildung 29: Das Wachstum der Bakterien ohne Essig

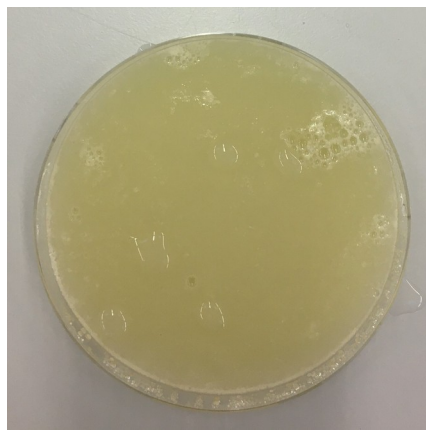


Abbildung 30: Das Wachstum der Bakterien mit Essig (1%)

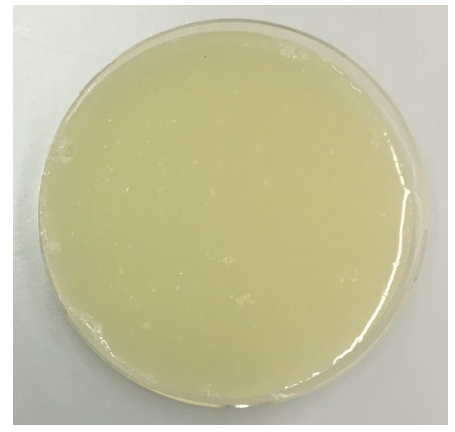
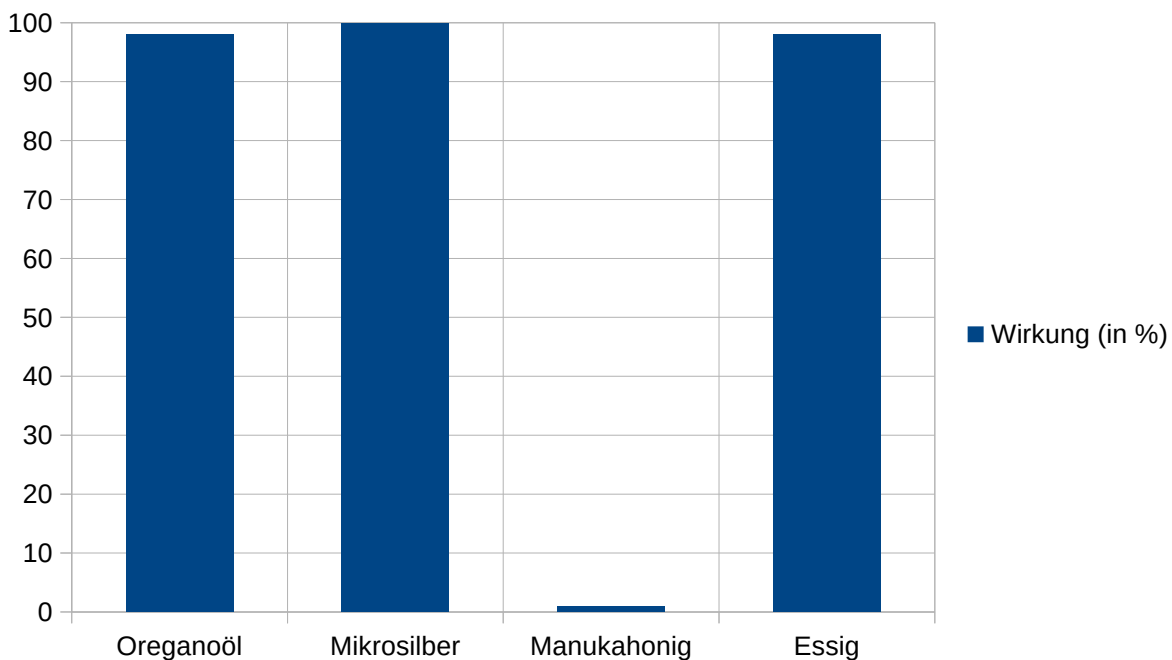


Abbildung 31: Das Wachstum der Bakterien mit Essig (1%), Kontrollplatte

Auf den obigen Bildern sind die Ergebnisse zu sehen, wie Essig auf das Wachstum des Bakteriums *Mikrokokkus Luteus* (*M. Luteus*) Einfluss nimmt. Man erkennt eine sehr starke Wirkung des Essigs gegenüber dem Bakterium. Es vermehren sich fast keine mit dem bloßen Auge zu sehenden Bakterienkolonien, wie es in Abbildung 29 der Fall ist. Der Essig konnte somit die Vermehrung des Bakteriums stark verhindern. Es hat das Wachstum der Bakterien um ungefähr 98% verringert.

3.1.5 Übersicht der Wirkung der Substanzen auf das Bakterium *Mikrokokkus Luteus*



4. Ergebnisdiskussion

Insgesamt 3 von 4 getesteten natürlich antibakteriell wirkenden Substanzen konnten das Wachstum der Bakterien deutlich verhindern und zeigten eine sehr starke Wirkung. Auffällig ist, dass die Ergebnisse bei beiden Bakterienstämmen (*E. Coli* und *M. Luteus*) fast genau gleich sind, obwohl *E. Coli* gramnegativ und *M. Luteus* grampositiv ist. Die Substanz, welche am schlechtesten gegen beide Bakterienstämme wirkt, ist Manukahonig. Trotz seiner antibakteriellen Eigenschaften, zeigte er in meinen Versuchen keine wirksamen Ergebnisse. Dies könnte jedoch damit zusammenhängen, dass der Wirkstoff Methylglyoxal beim Eingießen in das heiße Nährmedium seine Wirkung verloren haben könnte.

Die übrigen 3 Substanzen zeigten alle ungefähr gleiche Wirkungen gegen beide Bakterienstämme. Oreganoöl konnte fast alle Bakterien abtöten, sodass sich es als äußerst wirksam herausstellte. Allerdings handelt es sich hierbei um Oreganoölextrakt mit einem sehr hohen Anteil an ätherischen Ölen, sodass eine starke Wirkung zu erwarten war. Auch Essigessenz, der ein einfaches Haushaltsmittel darstellt, erwies sich in meinen Versuchen gegenüber beider Bakterienstämme als äußerst wirksam. Oreganoöl und Essigessenz können sowohl grampositive, als auch gramnegative Bakterien effizient abtöten. Da Oreganoöl jedoch sehr teuer ist, ist Essig mit 25% Säure eine preisgünstige und äußerst Wirksame Alternative gegenüber Oreganoöl und Mikrosilber. Mikrosilber zeigte in meinen Versuchen die beste Wirkung. Es konnte sowohl die gramnegativen, als auch die grampositiven Bakterien effizient zu 99,9% abtöten. Es ist demnach das

wirksamste von den 4 getesteten natürlichen antibakteriell wirkenden Substanzen, allerdings auch das teuerste.

In einem weiteren Schritt könnte man nun die Wirksamkeit der Substanzen auf der menschlichen Haut und Wunden testen, ob diese entzündungshemmend sind und für die Haut und Wunde verträglich sind. Hierbei denke ich, dass Essig die am besten verträgliche Substanz für die menschliche Haut darstellt. Oreganoöl ist zu stark konzentriert, sodass es zu Verätzungen und Reizungen der Haut führt. Mikrosilber hingegen kann durch die Haut nicht aufgenommen werden und sollte man nicht auf eine offene Wunde streuen. Essig hingegen ist relativ gut verträglich für die menschliche Haut und ist als stark antibakteriell wirkend zu betrachten. Es stellt eine preisgünstige Alternative zum teureren Ethanol dar und jeder findet es im Haushalt. Ich könnte mir vorstellen, auch eine Salbe herzustellen, die bei infizierten Wunden genutzt werden könnte und trotzdem kostengünstig ist. Meines Wissens gibt es dies bisher nicht, lediglich Salben mit essigsaurer Tonerde sind verfügbar. Hier gilt es dann im nächsten Schritt herauszufinden, in welcher Konzentration Essig enthalten sein muss, um noch gut antibakteriell zu wirken, aber trotzdem eine Wundheilung nicht negativ zu beeinflussen. Dies würde ich gerne in einem nächsten Forschungsprojekt herausfinden.

5. Dankessagung



6. Quellenverzeichnis

Abbildungsquellen:

Abbildung 1: https://de.wikipedia.org/wiki/Escherichia_coli


Abbildung 2: https://de.wikipedia.org/wiki/Micrococcus_luteus

Abbildung 3-5: Eigene Fotos

Abbildung 6: [Reinkulturgewinnung - Mikrobiologisches Praktikum \(genstrom.net\)](http://genstrom.net)

Abbildung 7-28: Eigene Fotos

Textquellen:

1. [Oregano-Öl: Anwendung und Wirkung des pflanzlichen Antibiotikums - Utopia.de](#)
2. [Was ist Microsilber und wie wirkt es? \(sos.de\)](#)
3. [Manuka-Honig – Wikipedia](#)
4. <https://de.wikipedia.org/wiki/Autoklav>
5. [https://de.wikipedia.org/wiki/Inkubator \(Biologie\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Inkubator_(Biologie))
- 
7. [Broschüre “Vortragsveranstaltung Geflügel”](#)