



Doctoral Thesis

Untersuchungen zur Flockung von Bakterien

Author(s):

Fazeli, Abbas

Publication Date:

1968

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000085755> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. Nr. 4153

UNTERSUCHUNGEN ZUR FLOCKUNG VON BAKTERIEN

ABHANDLUNG

zur Erlangung
der Würde eines Doktors der Naturwissenschaften
der

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE
ZÜRICH

vorgelegt von

ABBAS FAZELI

dipl. Ing.-Agr. ETH

geboren am 6. Juni 1939

iranischer Staatsangehöriger

Angenommen auf Antrag von

Prof. Dr. O. Jaag, Referent

Prof. Dr. K. Wuhrmann, Korreferent

Juris Druck + Verlag Zürich
1968

Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Arbeit war, Einblick in den Mechanismus der bakteriellen Flockung zu erlangen. Das Schwergewicht bei diesen Untersuchungen wurde besonders auf die physiologischen Voraussetzungen des Zellzustandes ("Flockungsbereitschaft") sowie auf die physikalisch-chemischen Bedingungen der Flockenbildung selbst gelegt. Die Versuche zeigten deutlich, dass eine reine Bioflockung, d.h. eine Aggregation der Bakteriensuspensionen in H_2O dest., ohne Zusatz flockungsfördernder Stoffe, in keinem Fall auftritt. Die Flockung von Bakterien wurde daher in Suspensionen von Reinkulturen unter Flockstoffzusatz untersucht. Eine grosse Anzahl von Bakterien wurde auf ihre Flockungseigenschaften in Komplexmedien untersucht. Als Flockstoff diente ein durch Autoklavieren auf Abwasser ausgefälltes Material, das sich durch Na-Bentonit ersetzen liess.

Beobachtet man die Flockung von Bakterienpopulationen im Kulturmedium, so ergibt sich, dass sie je nach Bakterium u.a. stark von der Zusammensetzung des Nährsubstrats abhängt. Wegen ihrer guten Flockungseigenschaften in Komplexmedien wurde Sporosarcina Ureae als Testorganismus ausgewählt.

Die Flockung nahm in verdünnten Kulturmedien zwischen 25 und 33^o C mit zunehmender Wachstumsgeschwindigkeit ab. Bei höheren Temperaturen, wie 38^o C, würde die aufgetretene schlechte Flockung aufgehoben.

Untersuchungen mit gewaschenen Zellen im Flockungsmedium unter standardisierten Bedingungen zeigten, dass die Abhängigkeit der "Flockungsbereitschaft" von der Wachstumsphase je nach benutztem Flockstoff verschieden ist. Die "Flockungsbereitschaft" ist mit Na-Bentonit am Anfang der logarithmischen Phase am grössten und nimmt während des Wachstums ständig ab. Mit Mg-Bentonit hingegen war sie am Anfang der logarithmischen Phase klein und bei Beginn der stationären Phase am grössten.

Die Flockenbildung selbst ist weder pH (3 - 10,5) noch Temperatur (0 - 40^oC) abhängig. Mehrwertige Kationen (Mg⁺⁺, Fe⁺⁺⁺) haben, im Gegensatz zu mehrwertigen Anionen (PO₄⁻⁻⁻), eine fördernde Wirkung auf die Flockenbildung. Pepton zeigt neben seiner physiologischen Wirkung einen stark flockungsfördernden Effekt. Das Verhältnis Bentonit/Zellkonzentration für eine maximale Zellflockung wechselt stark mit der "Flockungsbereitschaft" der untersuchten Zellpopulation sowie den Bedingungen im Flockungsmedium.

Die Abnahme der "Flockungsbereitschaft" (mit Na-Bentonit) im Laufe der "Zellalterung" kann durch Verwendung relativ starker Flockungshilfsmittel (mehr-

wertige Kationen, polypeptidreiche Substrate) überdeckt werden. Aus sämtlichen Feststellungen darf geschlossen werden, dass die "Flockungsbereitschaft" und damit die molekulare Oberflächenstruktur bei Bakterien in entscheidender Weise von den Kulturbedingungen bestimmt wird.

Summary

The principal aim of this work was to gain information about the mechanism of bacterial flocculation. The main emphasis of the experiments was on determining separately the changes in the physiological conditions of the cells, "flocculence", and the physico-chemical conditions of the flocculation phenomenon. The experiments showed clearly that no pure bioflocculation, i. e. an aggregation of bacterial suspension, can take place in distilled water without the addition of a flocculation promoting agent. The flocculation of bacteria has, therefore, been studied in pure culture suspensions upon addition of flocculation agents.

A wide variety of bacteria were studied on various complex media. Throughout this research, Na-Bentonit served as the standard flocculation agent, after thorough investigation had shown it to possess the essential characteristics of substances precipitated from sewage upon autoclaving, without exhibiting the variable nature of sewage.

The observations on the flocculation of bacteria populations in various growth media showed that the process depends on the bacterial species. Due to its excellent flocculation capacity, Sporosarcina Ureae was chosen as the testorganism.

Increasing the incubation temperature from 25 to 33° C, increased growth rate but decreased flocculation in dilute culture medium. However, incubation at 38° C resulted in gross agglomeration and flocculation.

Studies with washed cells under standardized conditions showed that the "flocculence" depends on the growth phase. The highest "flocculence" with Na-Bentonit occurred with organisms taken from the growth medium at the beginning of the logarithmic phase and decreased continuously during growth. However, with Mg-Bentonit the "flocculence" was low at the beginning of the logarithmic phase and reached its maximum at the beginning of the stationary phase.

The flocculation phenomenon itself depends neither on the pH (3 - 10,5) nor the temperature (0 - 40° C) of the flocculation medium. Multivalent cations (Mg⁺⁺, Fe⁺⁺⁺) showed a promoting effect on the flocculation, while to the contrary the

multivalent anion (PO_4^{---}) deminished flocculation. Pepton, besides its physiological influence on the cells, has a good promoting effect on the flocculation. The ratio of Bentonit to cell concentration which produces a maximal flocculation, changes with the "flocculence" of the examined cell population as well as with physico-chemical conditions in the flocculation medium.

The decrease of the "flocculence" observed with Na-Bentonit in the course of the "ageing of cells" can be masked by the use of relatively strong flocculation aids, such as multivalent cations and polypeptids. All of the experiments led to the conclusion that the "flocculence" and probably also the molecular surface structure of bacteria is strongly determined by the culture conditions.