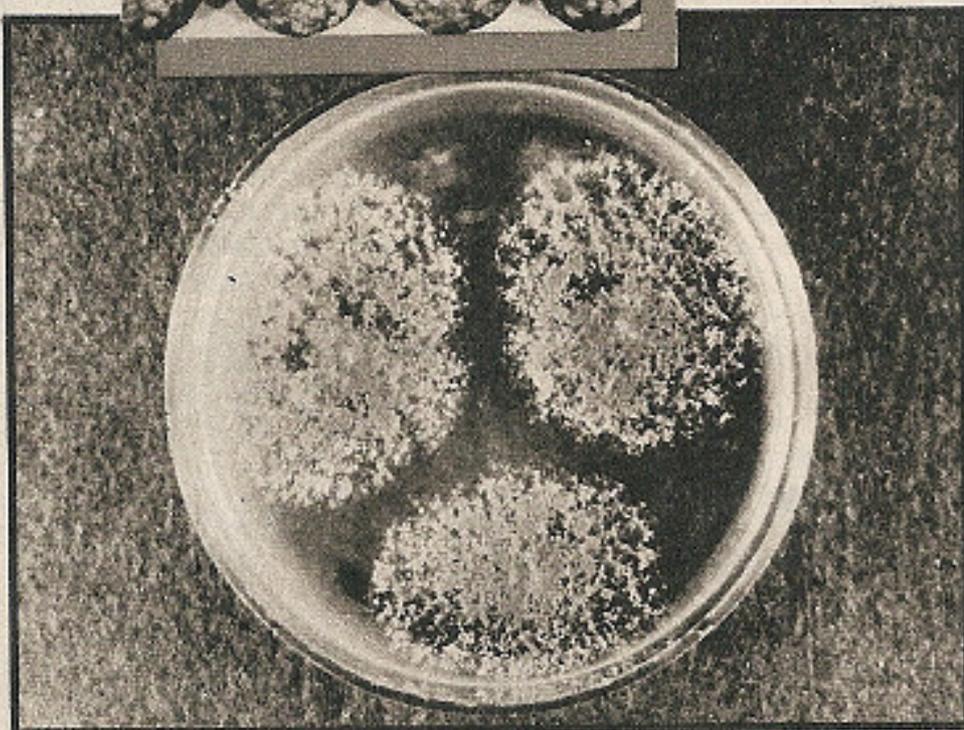
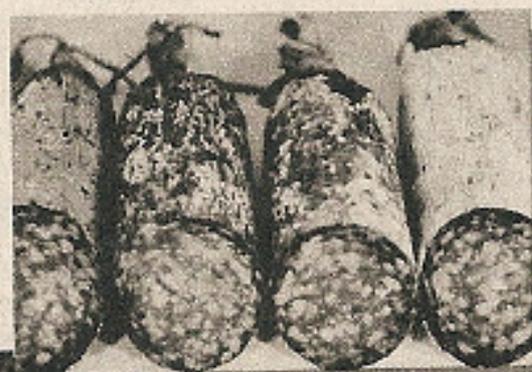


Biologische Spezialisten

Wenn gesalzener Fisch oder gepökelttes Fleisch ungenießbar wird, Honig vergärt, Heu oder Stroh sich selbst entzünden, Konserven oder Tiefkühlkost verdirbt, so ist das ein Zeichen für das Wirken von Kleinstlebewesen. Hier sind aber keine gewöhnlichen Mikroorganismen am Werk, sondern solche, die unter extremen Bedingungen existieren können. Sie sind einerseits gefährlich, andererseits aber vielversprechend.



Biotechnologisch interessant

Extremophile Mikroorganismen können noch unter solchen physiko-chemischen Bedingungen existieren, die für andere bereits tödlich wirken. In bestimmten Fällen sind verständlicherweise damit erhebliche wirtschaftliche Schäden verbunden. Das muß möglichst vermieden werden. Auf der anderen Seite sind diese Organismen aber für die Biotechnologie von Interesse. Denn sie eignen sich vorzüglich für vielfältige industrielle Einsatzzwecke. Die Wissenschaftler teilen diese besonderen Kleinstlebewesen nach den chemischen und physikalischen Kennwerten ein, die sie im Gegensatz zu anderen Organismen bevorzugen bzw. tolerieren. Sie unterscheiden:



- **Thermophile und psychrophile** Mikroorganismen vermehren sich bei Temperaturen über 50 °C bzw. unter 0 °C;
- **acidophile und alkaliphile** überstehen pH-Werte von 2,0 bzw. 9,0;
- **halophile und osmophile** benötigen 12 Prozent Salz bzw. tolerieren 60 Prozent Zucker; schließlich
- **xerophilen** genügen 80 Prozent Feuchte im Substrat zum Wachstum.

Sehen wir uns einige dieser interessanten Winzlinge etwas näher an.

Manche mögen's heiß

Halophile Mikroorganismen sind Bakterien, die zur Familie der Halobacteriaceae gehören. Sie be-

nötigen 12 Prozent Salz im Substrat, sonst entwickeln sie sich nicht. Als biologische Spezialisten eroberten sie sich extreme Salzstandorte, wie das Tote Meer, Küstenstreifen Kaliforniens, Südafrikas oder Südaustraliens. Halobakterien haben sich seit Urzeiten der Erdgeschichte das Überleben mittels eines Photorezeptormechanismus gesichert. Dieser fixiert ihre Lage im Raum genau. Ihre Existenz konnte bereits nachgewiesen werden für die Zeit, als die zellzerstörende ultraviolette Sonnenstrahlung noch ohne Abschirmen durch die Ozonschicht auf die Erde traf.

In der Lebensmittelindustrie sind Halobakterien gefürchtet. Denn sie siedeln sich auf gepökeltem Fleisch, gesalzenen Fischen oder salzkonserviertem Gemüse an. Hier tragen sie bei unsachgemäßer Lagerung zum Verderb der Erzeugnisse bei. Forscher arbeiten aber daran, Enzyme aus solchen salzliebenden Mikroorganismen zu nutzen.

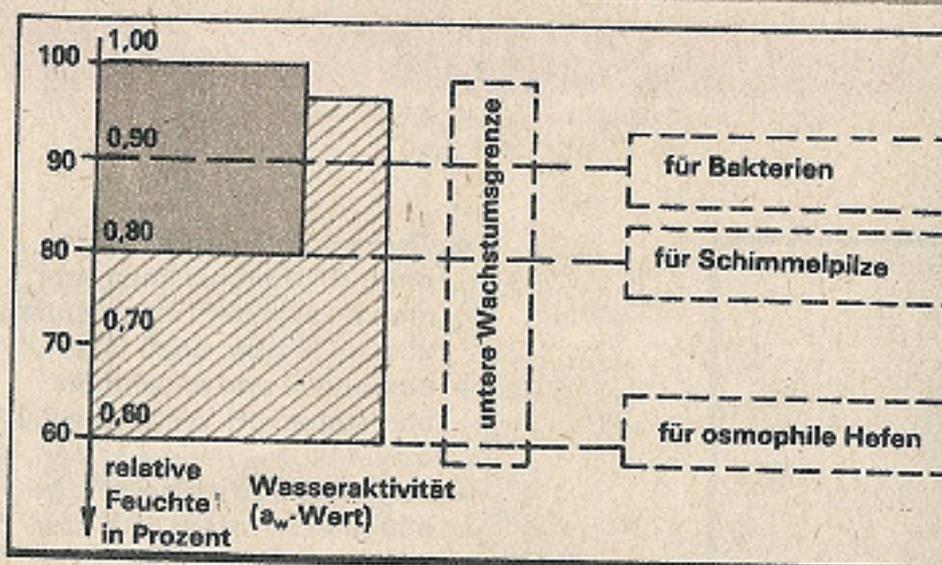
Bereits lange Zeit genutzt wird die Fähigkeit von Essigsäurebakterien, aus Wein Essig zu machen. In ihrer Familie gibt es einen Spezialisten, der sich nicht nur im sauren Milieu am wohlsten fühlt, sondern außerdem noch Methanol als einzige Kohlenstoffquelle verwertet. Er soll deshalb in der Biotechnologie als Silierhilfe eingesetzt werden sowie zum Herstellen bestimmter Säuren.

Manche mögen's sauer, andere heiß. In die Gruppe der Thermophilen ordnen die Wissenschaftler solche Organismen ein, die eine Temperatur von 50 °C bis 65 °C bevorzugen und noch bis 75 °C wachsen. Gefährlich können sie zum Beispiel bei der Zuckerproduktion werden. Denn der Aufarbeitungsprozeß von Zuckerrüben erfolgt bei Temperaturen

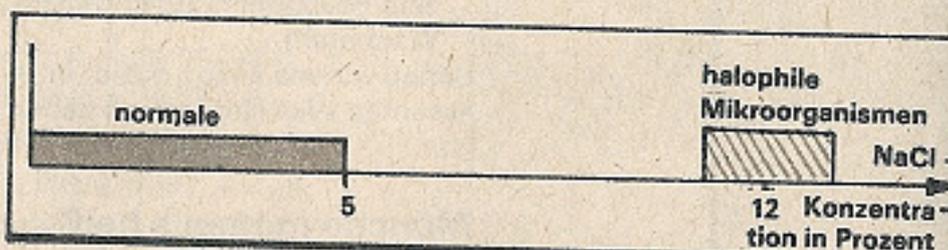


um 70 °C. In diesem Bereich sind andere Organismen bereits abgetötet!

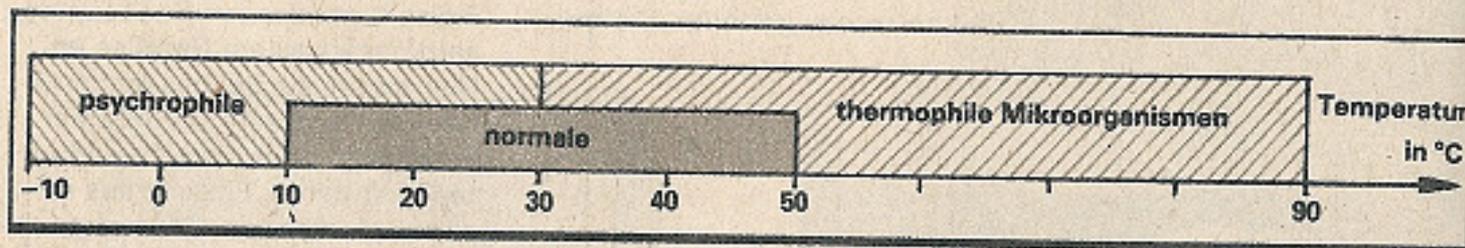
Große Schäden können thermophile Organismen auch beim Selbsterhitzen von organischen Massen, wie Heu oder Futtermitteln, anrichten. Hier „atmen“ die darin enthaltenen Mikroorganismen und geben dabei Energie ab. Der Heuhaufen erwärmt sich auf etwa 40 °C. Dann stellen „normale“ Organismen ihr Wachstum ein, und die biologischen Spezialisten treten auf den Plan. Thermophile Bakterien sind in der Lage, durch ihren Stoffwechsel solche Haufen bis auf 80 °C „aufzuheizen“. Tritt dann plötzlich Sauerstoff hinzu, kann sich das Heu entzünden und verbrennt. Laufen derartige Prozesse kontrolliert ab, können sie eine wertvolle Hilfe beim Kompostieren oder Lagern von Stallung sein. Die Leistungen thermophiler Bakterien werden für unterschiedli-



A Feuchtigkeit und Mikroorganismen-Wachstum



B Kochsalzkonzentration und Mikroorganismen-Wachstum

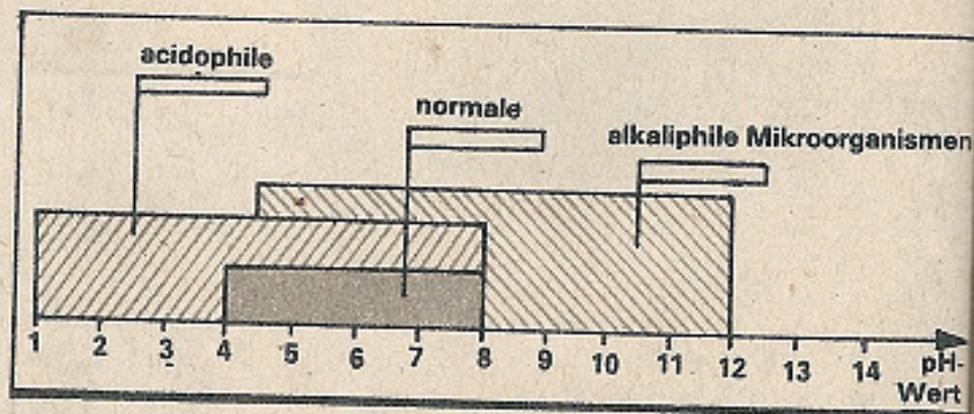


C Temperatur und Mikroorganismen-Wachstum

che Zwecke genutzt. So lassen sich mit ihrer Hilfe thermostabile Enzyme gewinnen, die man Waschmitteln zusetzt. Der Waschvorgang kann dann bei höheren Temperaturen ablaufen.

Korkenwachstum und Fettabbau

Das Wort psychrophil stammt aus dem Griechischen und bedeutet soviel wie Kälte (psychros) – liebend (philos). Manchmal werden solche kälteliebenden Organismen auch als „kryophil“ bezeichnet (kryos = Eis; Schnee). Zu ihnen zählen Bakterien, Hefen und Schimmelpilze, die sich zwischen -3 °C und -8 °C noch vermehren. Sie sterben auch bei Temperaturen von -10 °C nicht ab. Da sie beim La-



D pH-Bereiche des Wachstums von Mikroorganismen

gern von Gefrierfleisch, gekühltem oder gefrorenem Obst und Gemüse sowie bei Kühlhauseiern Schäden verursachen können, werden sie auch als „Kühlhausflora“ bezeichnet. In Weinkellern sind sie gefürchtet, da einige psychrophile Schimmelpilze den

Korken von Weinflaschen durchwachsen können. Eine Möglichkeit, kälteliebende Bakterien nutzbringend einzusetzen, besteht darin, Fette aus Abwässern biologisch abzubauen zu lassen. Psychrophile Spezialisten

...werden auf Filtermatten aus Kunststoffasern gegeben. Diese mit Bakterien „vollgesaugten“ Matten hängt man zwischen die Lamellen von Fettabscheidern in Kläranlagen. Die Pseudomonaden sind auch bei der niedrigen Temperatur des Abwassers in der Lage, das enthaltene Fett in kleine Bruchstücke wie Fettsäuren oder Essigsäure zu zerlegen. Zu den osmophilen Mikroorganis-

zu Alkohol und Kohlendioxid vergären, die nur sehr wenig Wasser enthalten. So lassen sie sich zum Treiben schwerreißender Teige anwenden, bei denen eine normale Backhefe schon „versagt“. Die Möglichkeiten, Mikroorganismen mit extremen physiko-chemischen Eigenschaften nutzbringend einzusetzen, sind noch längst nicht erschöpft. Gegenwärtig konzentrieren sich die An-

strengungen der Biotechnologen darauf, solche Extremophilen in der Natur aufzuspüren, zu isolieren und zu charakterisieren. Denn diese Kleinstlebewesen bergen noch so manches Geheimnis in sich.

Dr. Birgit Fiedler

Extremophile Mikroorganismen

Thermophile

Acidophile

Psychrophile

Osmophile

Denkbare Nutzung

- Kompostieren von Müll und Dung
- Gewinnen thermostabiler Enzyme (z. B. für die Waschmittelindustrie)
- Silierhilfe
- biotechnologische Erzeugung seltener organischer Säuren
- Fettabbau in Fettabscheidern und Klärwerken
- Treiben wasserarmer Teige (z. B. Pfefferkuchenteig)
- Vergären hochkonzentrierter Maischen ohne Wasserzusatz

men gehören Hefen und einige Schimmelpilze. Der Begriff osmophil stammt von osmosis = Stoß, Schlag und philos = liebend, Freund sein. Gemeint ist die Fähigkeit dieser Extremophilen, bei hohem osmotischem Druck zu existieren. Solch einer entsteht zum Beispiel, wenn hohe Zuckerkonzentrationen vorhanden sind, etwa in Honig, Sirup, Marmelade, Süßwaren oder Most.

Osmophile Hefen verursachen an zuckerhaltigen Substraten oder im Zucker selbst zahlreiche unerwünschte Veränderungen und damit ökonomische Verluste. Es ist auch bekannt, daß durch das Einfüttern von Zucker, der viele osmophile Hefen enthielt, ganze Bienenvölker ausgerottet wurden. Hier gilt es natürlich, durch geeignete Maßnahmen entgegenzutreten. Auf der anderen Seite sind die Osmophilen aber sehr interessant. Denn sie können Substrate

Bestimmte Schimmelpilze sind in der Lebensmittelindustrie sehr gefürchtet. So machen sie auch vor der Salamami nicht halt.

