Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Bern
Band: - (1917)

Artikel: Die Entzündung der Heustöcke
Autor: Tschirch, A.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-571173

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

A. Tschirch.

Die Entzündung der Heustöcke.

Die Entzündung des Heus vernichtet alljährlich in der Schweiz Millionenwerte, die dem Lande erhalten werden können, wenn es Mittel gibt, diese Brände ganz zu verhindern oder wenigstens einzuschränken. Vorbedingung dafür, die Brände zu verhindern, ist aber zu wissen, wodurch sie hervorgerufen werden. Es hat denn auch nicht an Erklärungen gefehlt. Am meisten haben die Erklärungen Beifall gefunden, die den Grund in einer gesteigerten intramolekularen Atmung im Innern der noch lebenden Pflanzenzellen sehen, die als Folgeerscheinung eine Steigerung der Temperatur hervorruft und dadurch günstige Bedingungen für die Entwicklung von Mikroorganismen schafft. Die «Atmung» soll die Temperatur auf 40°, die Tätigkeit der Mikroorganismen sie auf 70° und mehr erhöhen. Bei dieser Temperatur soll dann eine «trockene Destillation» einsetzen, die zur Bildung von Leuchtgas und pyrophorer Kohle und zur Entzündung des Leuchtgases führt. Diese Erklärung ist sicher falsch, wie schon eine einfache Ueberlegung dartut. Prüfen wir ihre Grundlagen. Unter «Atmung» im pflanzenphysiologischen Sinne verstehen wir den der Assimilation entgegengesetzten Prozess, bei dem Sauerstoff verbraucht und Kohlensäure gebildet wird, also ein Gas entsteht, das in hervorragender Weise die Eigenschaft besitzt, Entzündungen zu verhindern und Brände zu löschen. Und unter trockener Destillation verstehen wir einen erst weit über 70° einsetzenden Reduktionsprozess, bei dem in der geschlossenen Retorte ein Abbau zu den Grundkohlenwasserstoffen der aliphatischen Reihe sowie Reduktion der Kohlensäure zu Kohlenoxyd und durch die rotglühenden Retortenwände Bildung von aromatischen Kohlenwasserstoffen durch Ringschluss eintritt. Die Temperatur in den Retorten unserer Leuchtgasfabriken beträgt über 1000°. In keiner Phase des Prozesses

tritt Bildung pyrophorer Kohle ein. Leuchtgas kann also im Heustock nicht entstehen und wenn es nicht entsteht, kann es sich auch nicht entzünden.

Wir müssen also die oben skizzierte Erklärung ablehnen und nach einer anderen suchen.

Ich habe gelegentlich des Studiums der sich bei der Trocknung der Arzneipflanzen abspielenden Vorgänge eine Reihe von Erfahrungen gesammelt, die ich nun zur Entwicklung einer «Heustocktheorie» benutzen will. Die Grundreaktion, die sich in dem sich erwärmenden und schliesslich zur Entzündung kommenden Heustocke vollzieht, ist ein intrazellulärer enzymatischer Reduktionsprozess, der sich schon bei mässiger Temperaturerhöhung sowohl an den Aminosäuren des Plasmas wie den Sacchariden der Membranine und des Zellinhaltes abspielt und zur Abspaltung von Sauerstoff führt. Eine rapide Sauerstoffentwicklung ist auch in zahlreichen anderen Fällen — ich erinnere nur an die Chlorkalkexplosionen — als ein Grund von Entzündungen erkannt worden und die Heustockbrände machen ganz den Eindruck von Explosionsbränden.

Die Zellen der Pflanzen enthalten einen Komplex verschiedener, zum Teil antagonistischer Enzyme — Oxydasen, Reduktasen, Hydrolasen —, die in der durch Trocknen wasserarm gewordenen Zelle bei gewöhnlicher Temperatur nicht oder nur wenig reagieren, sich also in einem Ruhezustand befinden und die auch in den etwas wasserreicheren Zellen des halbgetrockneten, in dünner Schicht ausgebreiteten Heus bei wenig erhöhter Temperatur keine sehr erhebliche Wirkung äussern. (Nebenbei sei bemerkt, dass die Verfärbung des Grases beim Uebergang in Heu nur zum Teil auf Enzymen beruht und hauptsächlich auf die Einwirkung des sauren Zellsaftes auf das Chlorophyll zurückzuführen ist.) Packt man aber halbtrockenes Heu in dicker Schicht fest übereinander, so treten zunächst die am leichtesten reagierenden Oxydasen (die Oxydationsfermente oder oxydierenden Enzyme) in Aktion. Diese erste Phase der Reaktion ist das mit nur geringer Temperaturerhöhung verbundene ungefährliche erste Stadium. Es ist ein mit Sauerstoffverbrauch verbundener Oxydations- also Verbrennungsprozess. Sobald aber

nun der Sauerstoff verbraucht ist, setzt die Tätigkeit der Reduktasen (der Reduktionsfermente oder reduzierenden Enzyme) ein. Sie finden Angriffspunkte in allen sauerstoffhaltigen Bestandteilen des Zellinhaltes und der Zellmembran. Im Zellinhalte finden sie die Polypeptide des eiweissreichen Plasmas, die sich aus Aminosäuren aufbauen, also Systeme wie:

$$COOH - CH_2 - CH\ (NH_2) - COOH$$

enthalten; in den Membranen, in der Stärke und dem Zucker dagegen Polysaccharide, die sehr sauerstoffreiche Systeme wie $CH_2\,OH - CH(OH) - CH(OH) - CH(OH) - CH(OH) - COH$ enthalten. Die Zellulose z. B. enthält 51 %, die (oben formulierte) Asparaginsäure 48 % Sauerstoff. Der bei steigender Temperatur rapid fortschreitende Prozess der Reduktion ist das zweite gefährliche Stadium, das etwa bei 50—70° einsetzt. Bei diesen Temperaturgraden erreichen die Reduktasen offenbar die Optimaltemperatur ihrer Wirkung. Sehr günstige Bedingungen für ihre Tätigkeit finden sie besonders im Innern des Heustockes, wo aller Sauerstoff durch die Oxydasen verbraucht ist. Der Abbau erreicht daher im Innern des Heustockes sein Maximum und kann hier bis zur Verkohlung führen, wobei als Zwischenstadium zunächst braune, noch H und O enthaltende Zwischenprodukte entstehen, die auch die Farbe des «Braunheus» bedingen. Der bei dem Reduktionsprozesse reichlich und plötzlich auftretende Sauerstoff führt schliesslich in dem festgepackten, eine Ableitung der gebildeten Gase nicht ermöglichenden Heustocke wie in vielen anderen Fällen zur «Explosion» d. h. zu einer rapiden Verbrennung der vorhandenen Kohlenstoffsubstanzen sowohl der reduzierten wie der noch unreduzierten. Die bei der Reaktion entstehende Wärme kann nicht allein die Entzündung erklären, denn diese wird ja niemals bis zur Entzündungstemperatur der Zellulose gesteigert. Nur die Entstehung von Sauerstoff und der Eintritt einer «Explosion» erklärt ausreichend die Entzündung.

Dass Bakterien an dem sich im erhitzenden Heustocke abspielenden Prozesse beteiligt sind, erscheint unwahrscheinlich. Der Verlauf des Prozesses deutet nicht darauf. Jedenfalls kommt ihnen nur eine sekundäre Rolle zu.

Der sich im Innern des Heustockes bei etwa 70° abspielende Reduktionsprozess hat also Ähnlichkeit mit dem sich im Torfmoor und in den Kohlenlagern abspielenden Prozesse, der unrichtigerweise meist als eine «langsame Verbrennung», also als ein Oxydationsprozess beschrieben wird. Aber zu dem fest übereinander gepressten Pflanzenmaterial der Kohlenflötze und dem durch Wasser von der Atmosphäre abgeschlossenen der Torfmoore hat ja Sauerstoff gar keinen oder nur geringen Zutritt. Es ist ein abbauender Reduktionsprozess, der bei der Kohlenbildung zu immer sauerstoffärmeren Verbindungen und schliesslich zu fast reiner Kohle führt — Zellulose enthält 44,4 %, Torf 56—60 %, Braunkohle 60—70 %, Steinkohle 75—90 %, Anthrazit 94—95 % Kohlenstoff —, bei den resistenteren, in die Torfmoore eingebetteten Harzen der im Moor versunkenen Koniferen aber, die aus hydroaromatischen Verbindungen bestehen, zunächst zum noch Sauerstoff enthaltenden Retinit, dann zum Fichtetit (Octohydroreten) und schliesslich zum Grundkohlenwasserstoff Reten (Phylloretin) führt, die alle in Mooren gefunden wurden.

Zellulose (Holz) gibt daher bei der trockenen Destillation ein sauerstoffreiches saures, reichlich Essigsäure und Aceton enthaltendes Produkt, Steinkohle ein alkalisches, sauerstoffarmes. —

Kehren wir nochmals zum Heustock zurück.

Um zu verhindern, dass das gefährliche Stadium im Heustock eintritt, ist reichliche Durchlüftung erforderlich. Die Wand des Schuppens muss durchlässig sein. Der Schuppen sollte also freistehen und die Balken oder Bretter der Wand sollten Zwischenräume zwischen sich lassen. Dann aber sollte man durch eingelegte hölzerne Kanäle, die man aus vier Latten zusammenschlagen kann, eine innere Durchlüftung erzeugen, oder, wie dies in Graubünden üblich ist, den Heustock in zahlreiche Etagen zerlegen, die bewirken, dass die einzelnen Heuschichten niemals eine sehr erhebliche Dicke erreichen und zwischen den Etagen die Luft zirkulieren kann. Denn da die Enzyme nur in Gegenwart von Wasser ihre Wirkung üben, ist Fortschaffen des Wassers erste und Hauptbedingung. Da es praktisch unmöglich ist, das Heu ganz trocken einzubringen, was das richtigste wäre, oder in dünner Schicht ausgebreitet nachzutrocknen, was einen viel zu

grossen Raum beanspruchen würde, müssen eben Einrichtungen der oben beschriebenen Art im Heustock getroffen werden, was praktisch keine Schwierigkeiten hat.

Ist nun aber infolge zu dichter Aufeinanderschichtung des unvollkommen getrockneten Heues die kritische Temperatur erreicht oder überschritten — was mit dem neuen Jordi'schen Heustockthermometer festgestellt werden kann — so ist Begiessen mit Wasser nur ein Mittel von sehr zweifelhaftem Wert, denn es setzt nur die Temperatur in den äussern Schichten etwas herab; dringt es ins Innere, so wirkt es dort durch Erhöhung des Wassergehaltes sogar schädlich, ja es kann sogar direkt die »Explosionserscheinungen» einleiten oder verstärken. Dagegen ist das Einbringen von Salz ins Innere des Heustockes ein gutes Mittel, denn erstens bindet das Salz bei seiner Auflösung in Wasser Wärme, zweitens wirkt die Salzlösung plasmolytisch auf die lebenden Zellen — und die Zellen sind im halbgetrockneten Heu zum grossen Teil noch lebend — entzieht ihnen also Wasser, und endlich entfalten die Enzyme in konzentrierten Salzlösungen niemals ihre volle, meist überhaupt keine Wirkung.