

Verwertung von Unkraut

I. Vergasung der Feigendistel (*Opuntia Dillinii*)

Von B. S. SRIKANTAN und S. RENGACHARI, Andhra University, Waltair, India. S.

Eingeg. 26. Oktober 1936

Eine Abart der Feigendistel (*Opuntia Dillinii*) kommt als Unkraut überall in den Tropen und besonders in Süd-Indien vor. Sie gedeiht sogar in verhältnismäßig trockenen Gebieten, zumal sie befähigt ist, alles erreichbare Wasser zu speichern, und sie wuchert dermaßen, daß von den Farmern besondere Vorsichtsmaßregeln zur Unterdrückung getroffen werden müssen. Das Problem der Ausrottung dieser Pest wurde in den letzten Jahren durch Einführung der Cochenille-Schildlaus in Angriff genommen. Trotzdem ist die Verwertung dieses Unkrauts im allgemeinen eine wichtige Frage für Indien.

Horn (8) und später Knight (9) versuchten die Feigendistel technisch zu verwerten, und zwar mit Baumwoll-samen vermischte als Viehfutter in Notzeiten. In Australien (12) wurden Versuche gemacht, sie zur Papierherstellung zu verwenden bzw. sie zu vergären. Das Ergebnis war negativ. Fowler und Gopalakrishnamurthy (5) versuchten Vergärung der grünen Pflanze zu Alkohol und Aceton, aber auch ohne Erfolg.

Die grüne Pflanze enthält 80–90% Feuchtigkeit, beim Trocknen in der Sonne sinkt der Feuchtigkeitsgehalt auf 16%. Die getrocknete Pflanze hat einen Stickstoffgehalt von 1,6% und einen Heizwert von 3300 cal/kg. Franck (6) und Franck und Caro (7) stellten fest, daß Torf sogar noch mit einem Wassergehalt von 50–60% nach dem Mondgas-Verfahren verarbeitet werden kann, wobei es seinen Stickstoff als Ammoniak abgibt. Vor kurzem haben Sen und Chatterjee (13) Meerzwiebeln vergast, die in der Sonne bis zu 16% Feuchtigkeitsgehalt getrocknet waren.

Daraufhin erschien es denkbar, die getrocknete Pflanze mit Erfolg vergasen zu können. Doch erwies sich das Material beim Versuch, einen kleinen Gas-Motor damit zu betreiben, der sonst mit Holzabfällen arbeitete, als wertlos. Der Generator dieses Motors war so gebaut, daß zwecks Herstellung von Heizgas Luft durch eine Schicht von vorher angefeuchteten, schwelenden Holzspänen gesaugt wurde. Da der Motor mit der Feigendistel nicht arbeitete, so erschien uns der Versuch lohnend, sie im Laboratorium zu vergasen und zu sehen, ob sich bei sorgfältiger Wahl der Temperatur und des Verhältnisses von Dampf zu Luft brennbare Gase erhalten ließen. Die vorliegende Arbeit bringt das vorläufige Ergebnis der Untersuchung.

Tabelle 1.

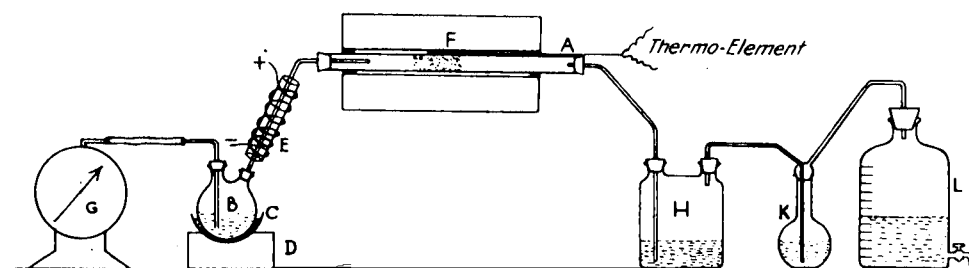
	Horn	Fowler u. Gopalakrishnamurthy	Flack (4)	Eigene Ergebnisse
Asche	2,2	19,4	19,0	18,2
Wasserlösl. Anteile ..	—	45,50	—	43,8
Rohfaser	11,7	14,6	15,7	16,3
Proteine	4,3	5,9	7,9	10,2
Fette	3,0	—	1,8	6,8
Lignin	—	—	—	16,8
Pentosane	—	—	—	6,2

Tab. 1 enthält eine Analyse der sonnetrockneten Pflanze, berechnet auf wasserfreien Zustand, und zum Vergleich die Ergebnisse anderer Forscher. Die Cellulose oder rohe Faser wurde nach der Methode von Cross und Bevan (2) bestimmt, das Lignin nach der Methode von Ost und Wilkening (11) mit 72%iger Schwefelsäure. Zur Bestimmung der Pentosane wurde die von Malhotra (10) ab-

geänderte Vorschrift von Pervier und Görtner verwendet. Zur Berechnung der Proteine wurde der Wert der Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl mit 6,25 multipliziert.

Vergasungsversuche.

Die benutzte Apparatur zeigt die Abbildung. Eine abgewogene Menge (150 g) der an der Sonne getrockneten Pflanze wurde in ein Quarzrohr A gebracht und im elektrischen Ofen F erhitzt. Zur Messung der Temperatur dient ein Thermo-Element. Der Ofen wurde durch einen konstanten Strom einige Stunden vor Beginn des Versuches auf die notwendige Temperatur gebracht. Sobald die Pflanze verkohlte, kondensierte ein Teil der flüchtigen Produkte im Gefäß H, und die Gase strichen durch eine Waschflasche K mit verd. Schwefelsäure zum Binden des überdestillierenden Ammoniaks. Der mit Teilung versehene Behälter L war anfänglich mit Wasser gefüllt, das bei Zimmer-



Laboratoriumsapparatur für die Vergasung.

temperatur mit Kohlendioxyd gesättigt war; ein mit Chrom-Nickel-Draht bewickeltes Quarzrohr diente bei geringer Strombelastung als Vorwärmer, die Nickelschale C enthielt eine niedrig schmelzende Legierung, meistens Wood-Metall, F. P. 60°, oder Rose-Metall, F. P. 94°, und bildete das konstante Heizbad für den Dampfsättiger B.

Das Wasser aus L konnte mit bestimmter Geschwindigkeit abfließen. Geschwindigkeit und Gesamtmenge der angesaugten Luft wurden vom Gasometer G registriert. Die Luft perlte durch das Wasser in B hindurch, sättigte sich mit Dampf von der Temperatur der Legierung in C, durchströmte den Vorwärmer E und reagierte mit dem Material in A. Die Destillationsprodukte wurden in H kondensiert, Ammoniak wurde in K aufgefangen. Das Gas wurde in L gesammelt und gemessen. Nach jedem Versuch wurde in den Flüssigkeiten von H und K der Ammoniakgehalt bestimmt. Unter günstigen Bedingungen betrug die Ausbeute an Ammonsulfat 5% des Gewichtes der getrockneten Pflanze. Das entspricht 70% vom Gesamtstickstoff im Ausgangsmaterial.

Die Raumtemperatur war 35°. Der Behälter L und die Flüssigkeiten in H und K enthielten bei Zimmertemperatur mit CO₂ gesättigtes Wasser. Die Säure in K war 1/10 normal.

Die Gasanalyse wurde in dem von Lenard Levy angegebenen Apparat ausgeführt. Tab. 2 gibt eine Zusammenstellung der Versuchsergebnisse. Sie zeigt die Vergasung mit verschiedenen Raumgeschwindigkeiten (d. h. Geschwindigkeiten bezogen auf die Raumeinheit [RG]) bei wechselnder Temperatur und wechselndem Dampf-Luft-Verhältnis.

Die Reaktion liefert keine gasförmigen Kohlenwasserstoffe, aber mit der niedrigen RG [A] entsteht etwas Methan (mit ungesättigten Kohlenwasserstoffen). Bei einer größeren Dampfsättigung und bei einer RG von 210 [B] ist die Reaktion größtenteils abhängig von der Reaktion zwischen Dampf und Kohlenstoff, und das wenige Kohlenmonoxyd wird in Methan umgewandelt. Das zeigt sich noch deutlicher, wenn die RG auf ein Drittel des Wertes reduziert ist, wie in Versuch [C]. Bei kleiner RG, wie 35 [D], und hoher Temperatur sind CO₂ und CO vollständig ver-

Tabelle 2.

Versuche	A	B	C	D	E
Vergasungszeit (min)	105	30	90	55	45
Ofentemperatur (°C)	740	740	740	800	890
Temperatur des gesättigten Dampfes (°C)	50	94	94	94	94
Raumgeschwindigkeit der Luft (l/h/l Material)	70	210	70	35	150
Pro kg verbrauchte Luft	968	786	786	135	730
Entstandenes Gas (l/kg)	1310	1210	1100	413	970

Gasanalyse:

CO ₂	6,1	6,7	4,9	—	1,2
CnH _{2n}	0,6	3,1	0,5	—	—
O ₂	6,3	3,1	7,5	5,5	5,7
H ₂	3,6	25,1	6,7	61,6	14,4
CO	18,9	—	—	—	1,4
CH ₄	4,0	7,7	22,2	5,7	13,5
N ₂	60,5	54,3	58,2	27,2	63,8
Heizwert (cal/m ³)	1138	1856	2374	2133	1700

schwunden und der Methangehalt ist verringert, dagegen steigt der Wasserstoffgehalt außerordentlich stark an; unter diesen Bedingungen kann er anscheinend ganz frei von CO₂ und CO erhalten werden.

Bone und Wheeler (1) empfehlen 50° als Dampfsättigungstemperatur für die Herstellung von Halbwassergas; untersucht haben sie bis 80°. Bei 740° Ofentemperatur und 60° Dampfsättigungstemperatur entsteht Halbwassergas mit einem Heizwert von 1138 cal/m³. War die Luft mit Dampf bis zu 80° gesättigt worden, so finden sie bei allen Analysen nur eine kleine Menge, ungefähr 4% Methan. Bekannt ist, daß bei allen diesen Reaktionen nur ein Drittel des Kohlenstoffs mit Dampf, der Rest mit Luft reagiert. In Anbetracht dessen und des kleinen Prozentgehaltes an Methan schlossen Bone und Wheeler, daß das Dampf-Luft-Verhältnis keinen Einfluß auf die Methanbildung hat und daß es hauptsächlich infolge einer beginnenden destruktiven Destillation auftritt. In unseren Versuchen [B] und [C] (Dampfsättigungstemperatur 94°) bleibt die Zusammensetzung und der Heizwert des Gases nicht der gleiche wie beim Halbwassergas. Kohlenoxyd nimmt an Menge ab, Wasserstoff und Methan nehmen zu; gleichzeitig steigt der Heizwert des Gases auf 2374 cal/m³ (s. [C]). Das Fehlen von Kohlenoxyd und der hohe Methan- und Wasserstoffgehalt sind sicher auf andere als die oben erwähnten Reaktionen zurückzuführen. Diese Überlegungen

beruhen auf Laboratoriumsversuchen, Großversuche sind im Gange.

Interessant sind die relativen Werte der Dampfsättigung bei den drei Temperaturen 60°, 80° und 94°. In gleichen Luftvolumina und bei gleicher Temperatur ist das Verhältnis der Dampfsättigungswerte bei 60° und 80° 12:44, während das Verhältnis für 60° und 94° 12:142 beträgt.

Analyse der Asche der Feigendistel.

Tabelle 3.

CO ₂	21,16 %	Fe ₂ O ₃ u. Al ₂ O ₃	7,33 %
SO ₂	12,08 %	CaO	30,40 %
Cl ₂	5,65 %	MgO	7,10 %
P ₂ O ₅	1,69 %	K ₂ O	14,54 %
SiO ₂	0,91 %	Na ₂ O	0,92 %

Der niedrige Phosphatgehalt der Asche ist nicht überraschend, weil die Pflanze nicht auf phosphorreichen Böden wächst (3). Der Prozentgehalt an löslichen Carbonaten im wäßrigen Auszug ist hoch, und zwar, berechnet auf Kaliumcarbonat, 24%, so daß die Asche eine wertvolle Quelle für Alkali ist.

Zusammenfassung.

Die vorliegende Untersuchung der Feigendistel bestätigt die Ergebnisse früherer Bearbeiter. Die an der Sonne getrocknete Pflanze wurde vergast und ergab ein Gas vom Heizwert 1138 bis 2374 cal/m³, je nach Temperatur, Dampf-Luft-Verhältnis und Strömungsgeschwindigkeit der dampfgesättigten Luft. Bei der Vergasung können 70% des Stickstoffs der Pflanze als Ammoniak wiedergewonnen werden. Die Asche der Feigendistel enthält 24% Kaliumcarbonat. [A. 17.]

Schrifttum.

(1) Bone u. Wheeler, Trans. A. S. M. E. Iron and Steel 1907, 126; 1908, 206. — (2) Cross u. Bevan: Cellulose, S. 94 [1903]. — (3) South African Agric. J. 7, 324 [1914]. — (4) Flack, Chem. News 104, 313 [1911]. — (5) Fowler u. Gopalakrishnamurthy, J. Indian Inst. Sci. 6, 173 [1923]. — (6) Franck, Chemiker-Ztg. 32, 580 [1908]. — (7) Franck u. Caro, diese Ztschr. 23, 1844 [1910]. — (8) Horn, Dep. Agric., Bombay bulletin, S. 58 [1914]. — (9) J. B. Knight, ebenda, S. 97 [1920]. — (10) Malhotra, J. Indian chem. Soc. 8, 51 [1931]. — (11) Ost u. Wilkening, Chemiker-Ztg. 34, 461 [1910]. — (12) Reports of the Prickly Pear Commission of Queensland, Australia [1914]. — (13) Sen u. Chatterjee, J. Indian chem. Soc. 8, 1 [1931].

Analytisch-technische Untersuchungen

Zur Jodbestimmung in der Lebensmittelchemie*)

Dr. E. THOMAE, Stuttgart

Chemisches Untersuchungsamt der Stadt Stuttgart

Hingeg. 15. Juli 1936

Die physiologische Bedeutung des Jods beruht für Menschen und Säugetiere, soviel wir heute wissen, ausschließlich auf seiner Notwendigkeit zum Aufbau des Schilddrüsenhormons. Der normale tägliche Bedarf an Jod wird zu etwa 50γ angegeben. Sicherlich schwankt der Bedarf unter physiologischen und pathologischen Einflüssen erheblich. Man hat mangelhafte Jodzufuhr als Ursache der Kropfkrankheit angesprochen. Heute wird dies zwar ziemlich allgemein abgelehnt. Die Tatsache bleibt aber bestehen, daß Jodzufuhr die Kropferkrankung verhüten und auch zu heilen vermag; hierzu ist bereits

anorganisches Jod imstande. Hierin liegt der erste Grund für die diätetische Wichtigkeit des Jods. Ein zweiter Grund liegt in der Möglichkeit, durch Zufuhr von jodhaltigen Schilddrüsenpräparaten Unterfunktionszustände der Schilddrüse, wie sie sich z. B. in Fettsucht äußern, zu behandeln. Entfettungsmittel mit und ohne deklariertem Schilddrüsengehalt spielen zur „Erhaltung der schlanken Linie“ eine große Rolle.

Beide Arten der Anwendung sind nun leider nicht harmlos. Bei gewisser Bereitschaft kann schon durch kleine Mengen anorganischen Jods die gefährliche Erkrankung des Jodbasedow ausgelöst werden. In anderen Fällen können Schädigungen des Herzens im Vordergrund stehen. Gesetzliche Regelungen und Hand in Hand damit Kontrolle der Lebens-, Diät- und Arzneimittel auf ihren

*) Vorgetragen in der Fachgruppe Lebensmittelchemie, Gewerbehygiene, Gerichtliche Chemie und Chemie der landwirtschaftlichen technischen Nebengewerbe auf der 49. Hauptversammlung des VDCh. in München am 10. Juli 1936.