

Der Abbau verschiedener Lignozellulosen durch Anbau des Austernpilzes (*Pleurotus ostreatus*)

J. VETTER

Lehrstuhl für Botanik, Universität für Veterinärmedizin
U-1400 Budapest, Postfach 2

Eingegangen am 21. April 1992

VETTER, J. (1992) – The decomposition of different lignocelluloses by *Pleurotus ostreatus*. Z. Mykol. 58 (2): 161–172.

Key words: *Pleurotus ostreatus*, cultivation, chemical changes, pH, water capacity, protein-, ash-, ADF-, lignin-, cellulose-, NDF- and mineral contents.

Summary: In this paper were analysed the chemical changes of different components of lignocellulosic materials by the cultivation of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). It is established, which components give the greatest and which the lowest changes.

Zusammenfassung: Die chemischen Veränderungen in den Grundsubstraten (Pilzsubstraten) während des Anbaues des Austernpilzes (*Pleurotus ostreatus*) wurden untersucht. Auf Grund der chemischen Zusammensetzung der anfänglichen und abgebauten Substrate (verschiedenen Lignozellulosen) wurden die charakteristischen und grundsätzlichen chemischen Prozesse der Mykozerstörung bestimmt.

Einleitung

Die ersten Kulturversuche mit *Pleurotus ostreatus* führte im Jahre 1897 MATRUCHOT in Frankreich durch (LELLEY 1991), die ersten Versuche in Deutschland erfolgten im Jahre 1912. BLOCK und Mitarbeiter (USA) führten die ersten Großversuche durch (1959). Ein Verfahren für den kommerziellen und problemlosen Anbau wurde aber in Ungarn durch HELTAY, TOTH, TOTH & VESSEY (sogenanntes HTTV-Verfahren 1973) ausgearbeitet. So wurde zuerst in Ungarn, dann in Italien, später in vielen anderen Ländern dieses Verfahren patentiert.

Die Hauptproduzenten des Pilzes sind aber einige ostasiatische Länder (hauptsächlich Südkorea, Japan und Taiwan, vgl. LELLEY 1991). Heute haben wir also nicht nur ökonomische, produktive Kulturverfahren, sondern auch wertvolle Pilzsorten mit vorteilhaften Eigenschaften.

Der Pilz gehört zu den holzerstörenden Pilzorganismen; er ist ein Weißfäulepilz, der mit extrazellulären Enzymen seine potentiellen Substrate (die pflanzlichen Lignozellulosen) hydrolisieren, zerstören und abbauen und dann die Baukomponenten aufnehmen und verwenden kann. Die extrazelluläre Enzymproduktion dieser Art wurde früher von mehreren Autoren (DANILJAK 1980; LYR 1959; NILSSON 1974 u.a.) und auch vom Autor dieser Arbeit untersucht (VETTER, 1984, 1985, 1986). Es gibt hier aber eine sehr wichtige physiologische Grundfrage: Welche chemischen Komponenten, mit welcher Geschwindigkeit, in welchem Verhältnis usw. wird abgebaut? Welche Veränderungen der chemischen Substratkomponenten kommen vor? Obwohl einige Komponenten oder einige Substrate schon

Tabelle 1: Die verwendeten Nährsubstrate (Pilzsubstrate = PS)

PS	Zusammensetzung	Prozent (%)
1	Ackerbohnenstengel : Maiskolben	30 : 70
2	Ackerbohnenstengel : Maiskolben	20 : 80
3	Ackerbohnenstengel : Maiskolben	10 : 90
4	Maiskolben	100
5	Weizenstroh	100
6	Weizenstroh : Maiskolben	30 : 70
7	Weizenstroh : Maiskolben	20 : 80
8	Weizenstroh : Maiskolben	10 : 90
9	Maiskolben	100
10	Sonnenblumenschalen : Maiskolben	30 : 70
11	Sonnenblumenschalen : Maiskolben	20 : 80
12	Sonnenblumenschalen : Maiskolben	10 : 90

früher untersucht wurden (ZADRAZIL 1976; 1977), haben wir noch keine komplexe Antwort auf diese Frage gelesen.

Der Zweck der Arbeit war die Bestimmung der Veränderungen dieser chemischen Komponenten und Antworten auf die Fragen zu erhalten, welche Substratfraktionen (und in welchen Mengen) die Pilzproduktion, die an verschiedenen Substraten mit einem bestimmten Pilzstamm erreichbar sind, beeinflussen. In physiologischer Hinsicht ist es die wesentliche Frage, welches die registrierbaren Konzentrationsveränderungen, d. h. welches die wichtigsten Teilnehmer der Zerstörungsprozesse des Pilzes unter Betriebsbedingungen (in Großbetrieben) sind.

Material und Methode

Die Grundmaterialien und die verwendeten Substratmischungen zeigt die Tabelle 1. An diesen Mischungen wurde der Stamm „H-7“ des Austernpilzes unter ähnlichen, identischen Bedingungen, angebaut. Die Proben der ursprünglichen und der abgebauten Substratvarianten wurden getrocknet und gemahlen. Alle chemischen Bestimmungen wurden aus diesen Materialien durchgeführt. Die bestimmten Parameter waren pH-Wert der Substrate (in 1 N KCl-Lösung), die Kapazität der Wasseraufnahme (ml Wasser/5g Substrat), der Rohproteingehalt (nach dem klassischen Kjeldahlschen Verfahren, in Prozent bezogen auf das Trockengewicht), der Aschegehalt (Erhitzung bei 550°C, 4 Stunden). Der ADF-, Lignin-, Zellulose- und NDF-Gehalt wurden nach EDWARDS (1973), die Mineralelemente mit dem ICP-Gerät bestimmt (die Daten sind hier in ppm (mg/kg oder in g/kg

Tabelle 2: Die pH-Werte und die Kapazität der Wasseraufnahme und Wasserakkumulierung in den Substratvarianten (A: ursprüngliche, B: abgebaute Variante)

PS	pH			Kap. Wasseraufnahme (ml/5g)		
	A	B	V	A	B	V
1	6,2-6,5	5,2	1-1,3	15	16	+1
2	6,2-6,5	5,2	1-1,3	16	17,5	+1,5
3	6,0-6,5	5,0	1-1,2	14	16	+2
4	6,0-6,2	4,9-5,0	1,1-1,2	14	14,5	+0,5
5	6,2-6,5	5,0-5,2	1,2-1,3	10	16	+6
6	6,2-6,4	4,9	1,3-1,5	10	15	+5
7	6,2-6,5	4,9-5,0	1,3-1,5	10	16	+6
8	6,2-6,5	4,9-5,0	1,3-1,5	11	16,8	+5,8
9	6,2-6,5	4,9-5,0	1,3-1,5	14	16	+2
10	6,2-6,4	5,1	1,1-1,3	15	15	±0
11	6,2-6,4	5,1-5,2	1,1-1,3	12	14,5	+2,5
12	6,2-6,4	5,0-5,2	1,2	15	15	±0

Legende: PS = Pilzsubstrate; V = Veränderung

gegeben). Diese letzten Bestimmungen wurden bei vier charakteristischen Substratmischungen durchgeführt (alle repräsentieren eine Gruppe der Pilzsubstrate).

Ergebnisse

1. Die pH-Werte vor der Kultivierung waren übereinstimmend (Tabelle 2), sie veränderten sich zwischen 6,2–6,4: nur die Variante 11 war geringer. Die Werte der abgebauten Substrate zeigen eine Verschiebung in die saure Richtung. Der gültige pH-Wert war etwa 5,0, so sind die durchschnittlichen Veränderungen etwa 1–1,5 pH-Einheiten. Eine einigermaßen größere Veränderung wurde bei den maiskolbenhaltigen Varianten (4., 6–9.) nachgewiesen.

Auf Grund dieser Angaben konnte eindeutig nachgewiesen werden, daß durch den Lebenszyklus des Pilzes – auf allen Substraten – eine gut demonstrierbare, saure pH-Veränderung auftritt.

2. Die Fähigkeit der Wasseraufnahme und Wasserakkumulierung. Dieser physische Parameter hat hauptsächlich praktische Bedeutung. Bei der Herstellung der Substratmischungen müssen die einzelnen Komponenten eine bestimmte Wasseraufnahme-Kapazität haben. Die Grundwerte sind auf 5 g luftgetrocknetes Substrat (Tabelle 2) bezogen. Hier

Tabelle 3: Rohprotein- und Aschegehalt in den ursprünglichen (A) und abgebauten (B) Pilzsubstraten und die Veränderungen (V)

PS	Rohprotein-Gehalt			Aschegehalt (% TG)		
	A	B	V	A	B	V
1	4,94	3,30	-1,64	11,65	17,27	+5,62
2	4,74	3,00	-1,74	11,76	16,61	+4,88
3	4,69	2,50	-2,19	13,10	16,29	+3,19
4	4,40	2,80	-1,60	13,96	17,53	+3,57
5	4,74	3,60	-1,14	5,74	13,40	+7,66
6	4,24	2,50	-1,74	6,93	17,99	+11,06
7	4,14	2,20	-1,94	8,41	16,52	+8,11
8	4,44	2,80	-1,64	12,41	16,31	+3,90
9	4,50	2,10	-2,40	13,0	14,18	+1,18
10	4,25	2,50	-1,75	8,97	12,76	+3,79
11	3,82	2,70	-1,12	9,28	13,70	+4,42
12	3,68	2,40	-1,28	6,93	13,02	+6,09

Legende: PS = Pilzsubstrate; V = Veränderung;
TG = Trockengewicht

sind auf der Grundlage der unterschiedlichen Charakter der Substrate bedeutende Unterschiede zu beobachten. Auffällig sind zum Beispiel die höheren Werte der Varianten von Ackerbohnenstengeln (1–3) und der reinen Maiskolben (4) oder die niedrigere Wasseraufnahme-Kapazität bei den Weizenstroh-Varianten. Die Mischungen der Samenschale der Sonnenblume können eine größere Wassermenge enthalten.

Über die Wasseraufnahme-Kapazität der abgebauten Substrate wurden zwei Tendenzen festgestellt (Tabelle 2). Bei der Mehrheit der Varianten hat diese Kapazität zugenommen (Weizenstroh und die weizenstrohhaltigen Varianten). Die Varianten mit Samenschale von *Helianthus annuus* haben eine unveränderte Wasseraufnahme-Kapazität.

Es konnte also nachgewiesen werden, daß ein physischer Parameter der Substrate infolge der Substratzerstörung mehr oder weniger zugenommen hat. Diese Tatsache ist darauf zurückzuführen, daß der Zerstörungsgrad bedeutend und positiv modifiziert wurde. Diese Feststellung gibt die Möglichkeit, die schon einmal abgebauten Pilzsubstrate auf der Grundlage ihrer vorteilhaften physischen Parameter für Substratherstellung noch einmal erfolgreich zu verwenden.

3. Die Veränderungen im Rohproteingehalt (Tabelle 3). Der N-Gehalt der Substrate ist für

Tabelle 4: Die ADF-, Lignin-, Zellulose- und NDF-Gehalte (g/g Asche) in den ursprünglichen (A) und abgebauten (B) Pilzsubstraten und die Veränderungen (V)

PS	ADF-Gehalt			Lignin-Gehalt			Zellulose-Gehalt			NDP-Gehalt		
	A	B	V	A	B	V	A	B	V	A	B	V
1	4,80	2,69	-2,11	0,92	0,89	-0,03	3,56	1,39	-2,19	7,31	3,30	-4,01
2	4,60	2,90	-1,70	0,85	0,94	+0,09	3,31	1,46	-1,85	7,23	3,55	-3,68
3	4,09	2,96	-1,13	0,74	1,01	+0,27	2,84	1,44	-1,40	6,41	3,84	-2,57
4	3,70	2,68	-1,02	0,66	0,94	+0,28	2,55	1,24	-1,31	5,98	3,66	-2,32
5	10,74	3,64	-7,1	2,81	1,52	-1,29	7,54	1,62	-5,92	14,45	4,06	-10,39
6	7,83	2,68	-5,15	1,61	1,02	-0,59	5,69	1,17	-4,52	12,22	3,23	-8,97
7	6,24	2,86	-3,38	1,24	0,90	-0,34	4,44	1,47	-2,97	9,97	3,35	-6,62
8	3,92	3,07	-0,85	0,74	0,98	+0,24	2,77	1,50	-1,27	6,58	3,74	-2,84
9	4,07	3,62	-0,45	0,70	1,15	+0,45	2,70	1,83	-0,87	6,40	4,73	-1,67
10	6,26	4,16	-2,10	1,13	1,45	+0,33	4,67	2,10	-2,57	9,70	5,17	-4,53
11	5,96	3,50	-2,46	1,12	1,35	+0,23	4,43	1,75	-2,68	9,38	4,80	-4,58
12	7,92	3,87	-4,05	1,51	1,35	-0,16	6,00	2,05	-3,95	12,84	4,98	-7,86

Legende: PS = Pilzsubstrate; V = Veränderung

alle Pilze einer der grundlegenden und unentbehrlichen Nährungsfaktoren. Bei den verschiedenen Substratmischungen wurden verschiedene Grundwerte nachgewiesen; in den Varianten mit Ackerbohnenstengeln höhere, in anderen niedrigere. Diese Unterschiede waren aber nicht bedeutend, und – wie später nachgewiesen wurde – die Fruchtkörperproduktionen waren unabhängig von dieser Rohproteinkonzentration. Die abgebauten Substrate (Tabelle 3, B) zeigen also eine ausgeglichene Tendenz, aber diese Werte sind niedriger als die Grundwerte. Die Erklärung ist eindeutig, da eine bedeutende Menge des Stickstoffs im Lebenszyklus verwendet und eingebaut wurde und dieser Stickstoff mit den Fruchtkörpern geerntet und eliminiert wurde.

4. Die Aschekonzentrationen der Pilzsubstrate (Tabelle 3) sind sehr unterschiedlich. Bei den abgebauten Varianten ist eine signifikante Zunahme beobachtet worden. In absoluten Einheiten: Der Maiskolben und die maiskolbenhaltigen Varianten zeigen die größeren Konzentrationen (16–17 %), das Weizenstroh (Grundkonzentration: 5 %) zeigt die relativ größte (133 %ige Zunahme), die Veränderungen bei Sonnenblumenvarianten sind die niedrigsten. Die Veränderungen des Aschegehaltes ist eine quantitative Bezeichnung der Abbauprozesse (der Mykozerstörung) und ihrer Intensität. Je größer die Zunahme des Aschegehaltes ist, desto mehr sind die als Atmungssubstrat verwendeten organischen

Tabelle 5: Die Verhältnisse der Zellulose/ADF, Zellulose/NDF und Zellulose/Lignin in den Grund- und in den abgebauten Pilzsubstraten

PS	Grundsubstrate			Abgebaute Substrate		
	Z/ADF	Z/NDF	Z/Lignin	Z/ADF	Z/NDF	Z/Lignin
1	0,74	0,48	3,83	0,51	0,42	1,55
2	0,72	0,45	3,86	0,50	0,41	1,55
3	0,69	0,44	3,73	0,48	0,37	1,42
4	0,70	0,42	3,82	0,46	0,33	1,32
5	0,70	0,52	2,68	0,44	0,39	1,06
6	0,72	0,46	3,51	0,43	0,36	1,14
7	0,71	0,44	3,58	0,51	0,44	1,63
8	0,70	0,46	3,74	0,49	0,40	1,51
9	0,66	0,42	3,72	0,51	0,38	1,58
10	0,74	0,48	4,10	0,51	0,41	1,44
11	0,74	0,47	3,96	0,50	0,36	1,29
12	0,75	0,47	3,95	0,53	0,41	1,51
	0,714	0,459	3,70	0,49*	0,39**	1,419*
	0,026	0,020	0,36	0,03	0,03	0,18

Legende:

PS = Pilzsubstrat; Z = Zellulose;

* = Der Unterschied ist signifikant bei 0,1 %.

** = Der Unterschied ist signifikant bei 1 %.

Stoffe. Aus den Ascheangaben wird klar, daß die größte Zerstörung durch den Pilz beim Weizenstroh (und bei strohhaltigen Varianten) erfolgt. Es soll aber natürlich darauf aufmerksam gemacht werden, daß hier kein geschlossenes Modellsystem existiert, sondern ein Teil der Mineralien mit den Fruchtkörpern eliminiert wird; die Zunahme im Mineraliengehalt eines geschlossenen Systems wäre größer.

5. Die verschiedenen Faserfraktionen der Pilzsubstrate wurden infolge der bedeutenden Zerstörungs- und Konzentrierungsprozesse nicht auf die Masseneinheit, sondern auf die Ascheeinheit gerechnet. Nach diesen Angaben (Tabelle 4) ist eine Abnahme der ADF-Faserfraktion zu sehen, aber die Menge ist unterschiedlich. Die größte Faserzerstörung wurde bei Weizenstroh und Weizenstroh + Maiskolbenvarianten (5–7) gefunden. Die geringste Zerstörung (11 %) ist beim Maiskolben beobachtet worden. Der Ligningehalt der Varianten unterscheidet sich bedeutend, weil evidente Unterschiede in der Zerstörbarkeit der Lignozellulosen bestehen. So wurden große Unterschiede in den Grundwerten und in

Tabelle 6: Die Veränderungen der Mineralien (in ppm) in den Pilzsubstraten
(A: Grundsubstrate; B: abgebaute Substrate)

M	Pilzsubstrat 1			Pilzsubstrat 4			Pilzsubstrat 5			Pilzsubstrat 10		
	A	B	%	A	B	%	A	B	%	A	B	%
Al x s CV	989 125 12	1812 7 0,4	+83	1460 75 5,1	2327 87 3,7	+59	220 6 2,7	808 24 2,9	+295	1042 59 5,6	1442 36 2,5	+38
B x s CV	3,3 0,7 21	12,5 0,2 1,6	+281	1,9 0,3 2,3	3,1 0,3 11	+55	11,1 0,1 0,9	12,6 0,3 2,3	+13	3,38 0,29 8,5	6,4 0,1 2,2	+89
Ba x s CV	20,2 1,7 8,4	30,7 0,2 0,6	+51	16,7 0,5 2,9	21,6 0,2 0,9	+28	32,0 1,6 5,0	64,9 1,3 2,0	+102	12,1 0,6 4,9	15,9 0,4 2,5	+30
Ca x s CV	8067 795 9,8	15479 410 2,6	+91	5686 429 7,5	9163 241 2,6	+61	5984 171 2,8	12935 394 3,0	+116	5172 232 4,4	7699 122 1,4	+48
Co x s CV	0,9 0,1 11,9	1,4 0,2 13	+49	1,2 0,3 23	1,3 0,1 10	+6	0,3 0,1 34	0,7 0,07 9,5	+180	1,1 0,05 4,3	1,0 0,07 7,8	+12
Cr x s CV	18,2 2,4 13,1	13,9 0,8 5,7	-24	42,9 2,8 6,5	18,5 0,6 3,2	-57	1,8 0,1 5,5	4,22 0,28 6,6	+134	46,1 4,1 8,8	17,8 0,9 5,0	-62
Cu x s CV	13,9 1,9 13,6	13,1 0,2 1,5	-6	8,8 0,4 4,5	9,8 0,4 4,0	+10	8,5 0,4 4,7	18,3 1,6 8,7	+115	9,4 0,5 5,3	10,6 0,2 1,8	+12
Fe x s CV	4536 377 8,3	3328 44 13	-27	2627 212 8,0	3315 111 3,3	+26	739 123 16,6	4429 459 10,3	+499	2372 63 2,6	2517 30 1,1	+6
K x s CV	7148 606 8,5	7718 79 1,0	+7	4438 107 2,4	3019 112 3,7	-32	10635 284 2,6	14077 468 3,3	+32	4414 177 4,0	2745 23 0,8	-38
Li x s CV	1,47 0,25 17	2,66 0,05 1,8	+80	1,74 0,1 5,7	2,77 0,07 2,5	+59	0,7 0,02 2,8	1,74 0,05 2,8	+148	1,33 0,05 3,7	1,70 0,07 4,1	+27
Mg x s CV	1935 192 9,9	3330 62 1,8	+72	1906 113 5,9	3143 103 3,2	+64	1642 27 1,6	3608 133 3,7	+119	1800 36 2,0	2633 27,7 1,0	+46
Mn x s CV	58,4 5,0 8,6	87,5 0,3 0,3	+49	65,8 4,6 6,9	93,1 2,9 3,1	+41	42,7 0,8 1,8	119 3,9 3,2	+178	50,7 3,2 6,3	70,6 1,9 2,6	+39

Tabelle 6: Fortsetzung

M	Pilzsubstrat 1			Pilzsubstrat 4			Pilzsubstrat 5			Pilzsubstrat 10		
	A	B	%	A	B	%	A	B	%	A	B	%
Na x	847	2114	+149	142,5	774,3	+443	980	2032	+107	161	656,3	+306
s	75	14		12,5	41,0		158	44		11	28	
CV	8,8	0,6		8,7	5,2		16	22		6,5	4,2	
Ni x	13,7	10,7	-22	27,1	13,2	-52	2,7	5,3	+98	28,9	12,1	-59
s	0,8	0,7		1,0	0,4		0,1	0,2		2,8	0,4	
CV	5,8	6,5		3,6	3,0		3,7	3,7		9,6	3,3	
P x	1153	812	-30	1131	934	-18	864	895	+3	885	689	-23
s	49	21		6	52		21	21		56	16	
CV	4,2	2,5		0,5	5,5		2,4	2,4		6,3	2,3	
Sr x	41,0	62,3	+51	21,7	36,5	+68	33,7	65,7	+94	22,1	29,9	+35
s	3,4	0,5		1,4	1,4		0,9	2,6		2,0	0,6	
CV	8,2	0,7		6,0	3,8		2,6	3,9		9,0	2,0	
V x	1,67	2,98	+78	2,77	3,66	+32	0,7	1,0	+51	2,09	2,2	+5
s	0,21	0,1		0,1	0,58		0,04	0,04		0,06	0,1	
CV	12,5	3,3		3,6	15,8		5,7	3,7		2,8	4,5	
Zn x	83,0	66,2	-21	48,8	48,9	0	65	178	+173	45	45	0
s	6,1	3,5		4,9	2,3		12,4	2		4,0	0,4	
CV	7,3	5,2		10	4,7		19	1,1		8,9	0,8	

Legende: x = Mittelwert; s = Streuung; CV = Variationskoeffizient; % = Veränderung
M = Mineralien

den abgebauten Ligninkonzentrationen nachgewiesen. Bei einigen bestimmten Varianten wurde eine signifikante, bedeutende Konzentrationsabnahme registriert. In den strohhaltigen Varianten (5-7) wurde eine bedeutende Abnahme (27-45 %), bei der Variante mit 10 % Weizenstroh und 90 % Maiskolben schon eine Zunahme gemessen. Bei den maiskolbenhaltigen Varianten war der Ligningehalt unveränderlich oder es bereits eine Zunahme zu beobachten. Es ist klar, daß hier keine absolute Abnahme des Ligningehaltes vorkommt, sondern eine relative Langsamkeit der Zerstörung anzutreffen ist. Werden die Zellulosen (oder andere organische Substrate) schneller zerstört, so nimmt der Ligningehalt bezogen auf die Asche anscheinend zu.

Nach Tabelle 4 wird deutlich, daß hier eine bedeutende Menge der Zellulosezerstörung erfolgt, vorwiegend wurden die Weizenstroh- und strohhaltigen Varianten abgebaut.

Die NDF-Fasergehalte sind in den Grundsubstraten einheitlich, die Angaben, bezogen auf die Asche, haben bereits ein breiteres Spektrum (höchster Gehalt bei Weizenstroh: 14,45 g NDF/g Asche). Die bedeutendste Mykozerstörung wurde bei Stroh oder strohhaltigen Varianten festgestellt.

Tabelle 7: Die K-, P-, Zn- und Cu-Gehalte, bezogen auf Ascheinheit in vier Pilzsubstraten (A: Grundsubstrate; B: abgebaute Substrate)

M	Pilzsubstrat 1			Pilzsubstrat 4			Pilzsubstrat 5			Pilzsubstrat 10		
	A	B	%	A	B	%	A	B	%	A	B	%
K (g/kg)	61,3	44,7	-27	31,7	17,2	-46	185,3	102,2	-44	49,2	21,5	-56
P (g/kg)	9,89	4,70	-52	8,09	5,32	-34	15,05	6,49	-57	9,85	5,39	-45
Zn (ppm)	712	383	-46	348	278	-20	1132	1292	+14	497	351	-29
Cu (ppm)	119	76	-36	63	55	-13	148	132	-11	104	82	-36

Legende: M = Mineralien; % = Veränderung

Ein interessantes Ergebnis erhält man, wenn man die Verhältnisse Zellulose und ADF-Faser, Zellulose und NDF-Faser oder Zellulose und Lignin vergleicht. Die Tabelle 5 gibt nicht nur die Angaben der einzelnen Varianten, sondern auch einen durchschnittlichen Mittelwert der Substrate an. Die Grundsubstrate, obwohl sie eine unterschiedliche chemische Zusammensetzung haben, zeigen nahe Zellulose/ADF- und Zellulose/NDF-Verhältnisse.

Bei den Zellulose/Lignin-Verhältnissen waren die Streuungen der Angaben größer (9,7). Nach der Mykozerstörung verändern sich diese Verhältnisse bedeutend: Alle Verhältnisse nehmen ab. Die Unterschiede sind signifikant; bei den Zellulose/ADF- und Zellulose/Lignin-Verhältnissen liegen sie bei 0,1 %, bei Zellulose/NDF-Verhältnissen bei 1 %. Es konnte festgestellt werden, daß als Ergebnis der Zerstörungsprozesse des Pilzes eine bedeutende Veränderung in den Verhältnissen der Faser- und Ligningehalte von Grundsubstraten erfolgt. Diese Veränderung ist unabhängig davon, ob die Rechnung auf Masseneinheit der ursprünglichen Probe oder auf die Ascheinheit bezogen ist.

6. Mineralien: Nur bei vier Varianten, die die unterschiedlichen Gruppen charakterisierten, war eine Möglichkeit gegeben, die Mineralelemente in ursprünglichen und abgebauten Substraten zu bestimmen. In der Tabelle 6 sind Mineralgehalte der ursprünglichen und abgebauten Substrate und die Veränderungen (in Prozent) zusammengefaßt. Die Bestimmungen umfassen die Varianten 1 (Ackerbohnenstengel:Maiskolben), 4 (Weizenstroh), 5 (Maiskolben) und 10 (Sonnenblumensamenschale:Maiskolben).

Über die Veränderungen der Tabelle 6 kann man das Folgende feststellen: Bei der Mehrheit der Elemente konnten bedeutende Konzentrationszunahmen nachgewiesen werden, die mit dem Konzentrierungsprozeß erklärt werden können.

Bei einigen Elementen (hauptsächlich bei Phosphor) war trotz der oben beschriebenen Konzentrierungsprozesse eine Konzentrationsabnahme (Variante 1: 30 %; 4: 18 %; 10: 23 %) zu beobachten. Die Erklärung ist eindeutig, weil eine große Phosphormenge während der Fruchtkörperbildung eingebaut wird. Im Falle von Kalium ist eine ähnliche Tendenz zu beobachten, obwohl infolge der Unterschiede zwischen der Kaliumaufnahme und der Zerstörungsprozesse die endliche Substanzbilanz schwankt.

Tabelle 8: Die Korrelationstabelle der wichtigsten chemischen Parameter und der Ernte bei den Pilzsubstraten

	Veränderliche									
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
	Asche	ADF	Lignin	Zellul.	NDF	Rohfett	Was.kap.	Rohp.	Ernte	K
2.	-0,64									
3.	-0,68	-0,88								
4.	-0,71	0,09	0,68							
5.	-0,34	0,15	-0,02	0,51						
6.	0,08	-0,45	-0,31	-0,58	-0,59					
7.	0,04	-0,02	-0,44	0,18	0,64	0,05				
8.	0,04	0,27	0,29	0,02	-0,62	0,63	-0,04			
9.	-0,35	0,05	-0,03	0,32	0,33	-0,02	-0,06	-0,17		
10.	-0,32	0,69	0,86	0,04	-0,55	0,14	-0,50	0,67	-0,10	
11.	0,86	-0,43	-0,38	-0,61	-0,07	0,84	0,05	0,72	-0,28	0,11

Legende: Was.kap. = Wasserkapazität; Rohp. = Rohprotein

Zusammenfassung

Die Konzentrationen der Mineralien in den Pilzsubstraten nehmen proportional mit der Zerstörungsintensität zu, die abgebauten Substrate zeigen also in Bezug auf diese Elemente eine höhere Konzentration (diese Tatsache kann bei der zweiten Verwendung des abgebauten Substrates eine praktische Bedeutung bekommen). Es gibt aber auch Elemente wie Phosphor und Kalium, bei denen einerseits eine große Aufnahme und Verwendung und mit der Ernte eine große Entziehung zu sehen ist, gleichzeitig aber auch der Mineraliengehalt, bezogen auf die Masseneinheit, unveränderlich bleibt oder abnimmt. Diese Konzentrationsveränderungen indizieren eine bedeutende Elementverwendung, die man im Falle der zweiten (sekundären) Verwendung des Substrates in Betracht ziehen soll. Es wurde auch die Beziehung der Mineraliengehalte auf Ascheinheit durchgeführt. Hier wurden bedeutende und negative Veränderungen nur bei bestimmten Elementen nachgewiesen (Tabelle 7). Der Elementgehalt hat bei Kupfer um 10–36 %, bei Kalium um 27–56 %, bei Phosphor um 34–57 % abgenommen.

Es ist eine sehr wichtige und praktische Frage, welche Substratkomponenten und in welcher Menge sie die Pilzproduktion (die Ernte) beeinflussen. Zu dieser Frage habe ich alle Substratparameter (Asche, ADF-, Lignin-, Zellulose-, Rohprotein-, Rohfett-, Kalium- und Phosphorgehalt und Wasserkapazität der Substrate und Pilzproduktionsangaben) in eine Korrelationstabelle zusammengefaßt. Mit Hilfe eines Computers wurde eine Korrelationstabelle (Korrelationsmatrix) aufgestellt (Tabelle 8). Hier sehen wir alle möglichen Verhältnisse zwischen allen Substratparametern. Je mehr sich dieser Koeffizient an 1,00 nähert, desto stärker ist das Verhältnis. Die Tabelle zeigt, daß bedeutende Koeffizienten nur bei einigen Fällen anzutreffen sind (die Nummern sind fett gedruckt).

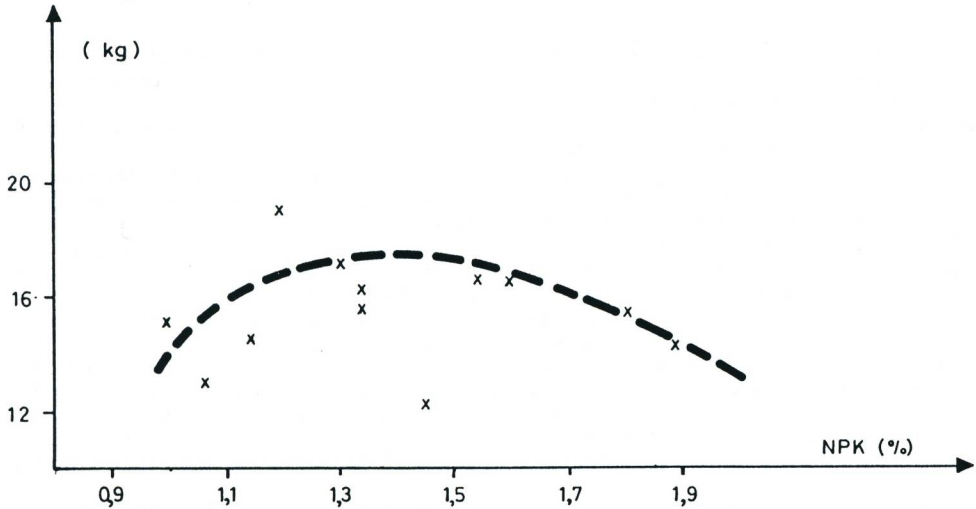


Abb. 1: NPK-Gehalte in den Pilzsubstraten und die Pilzproduktion (Abszisse: NPK-Gehalt; Ordinate: Pilzproduktion in kg).

Die Pilzproduktion (9. Veränderliche) zeigt aber keine stärkere, wichtige oder signifikante Korrelation mit den anderen Veränderlichen und mit den chemischen Komponenten der Grundsubstrate. Es wird aber vermutet, daß man dieses Verhältnis nur mit höheren mathematischen (und nicht linearen) Verhältnissen beschreiben kann (z.B.: mit Optimum- oder Sättigungskurve). Aus den determinierten chemischen Komponenten könnten die N-, P-, und K- (zusammen mit NPK) Gehalte solche sein. Wenn wir diese Gehalte und die biologischen Produktionen darstellen (Abbildung 1), hat die Kurve einen Optimumcharakter.

Literatur

- DANILJAK, N.I. (1980) – Vlijanije pH i temperaturi na aktivnoszt – 1,4- β -glukan-4-glukanhidrolaz ekzokle-tocsnovo fermentnovo preparata, vüdelennovo iz *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kummer K-69. Mikrobiol. Zeitschr. **42** (2): 185–190.
- EDWARDS, C.S. (1973) – Determination of Lignin and Cellulose in Forages by Extraction with Triethylen Glycol. J. Sci. Fd. Agric. **24**: 381–388.
- HELTAY, I., E. TOTH, L. TOTH & E. VESSEY (1973) – Verfahren zur Herstellung des Nährbodens von Makropilzen, insbesondere von Speisepilzen, zur Bereitung eines Betriebsimpfstoffes und zum Anbau. Offenlegungsschrift 2125692 Dt. Patentamt, München.
- LELLEY, J. (1991) – Pilzanbau. Biotechnologie der Kulturspeisepilze Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- LYR, H. (1959) – Die Bildung von Ektoenzymen durch holzerstörende und holzbewohnende Pilze auf verschiedenen Nährböden I. Cellulose als C-Quelle. Arch. Mikrobiol. **34**: 189–203.
- NILSSON, T. (1974) – Comparative study on the cellulolytic Activity of White Rot and Brown Rot Fungi. Material and Organismen **9**: 173–198.
- VETTER, J. (1984) – *Pleurotus* fajok exocelluláris enzimtermelésének összehasonlító vizsgálata (Vergleichende Untersuchung der exocellulären Enzymbildung der *Pleurotus* Arten) Dissertation Budapest.
- (1985) – *Pleurotus* fajok exocelluláris fenoloxidázai (Exocelluläre Phenoloxydase der *Pleurotus*-Arten). Botanikai Közlemények **72** (3–4): 267–276.
 - (1986) – Extracellular cellulase and xylanase production of *Pleurotus* species Acta Botanica **32** (1–4): 285–293.
- ZADRAZIL, F. (1976) – Freisetzung wasserlöslicher Verbindungen während der Strohzersetzung durch Basidiomyceten als Grundlage für eine biologische Strohaufwertung. Zeitschr. Acker- und Pflanzenbau **142**: 44–52.
- (1977) – The conversion of straw into Feed by Basidiomycetes European. J. Appl. Microbiol. **4**: 273–281.



Deutsche Gesellschaft für Mykologie e.V.
German Mycological Society

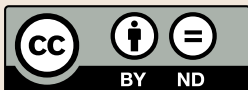
Dieses Werk stammt aus einer Publikation der DGfM.

www.dgfm-ev.de

Über [Zobodat](#) werden Artikel aus den Heften der pilzkundlichen Fachgesellschaft kostenfrei als PDF-Dateien zugänglich gemacht:

- **Zeitschrift für Mykologie**
Mykologische Fachartikel (2× jährlich)
- **Zeitschrift für Pilzkunde**
(Name der Hefreihe bis 1977)
- **DGfM-Mitteilungen**
Neues aus dem Vereinsleben (2× jährlich)
- **Beihefte der Zeitschrift für Mykologie**
Artikel zu Themenschwerpunkten (unregelmäßig)

Dieses Werk steht unter der [Creative Commons Namensnennung - Keine Bearbeitungen 4.0 International Lizenz](#) (CC BY-ND 4.0).



- **Teilen:** Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen, sogar kommerziell.
- **Namensnennung:** Sie müssen die Namen der Autor/innen bzw. Rechteinhaber/innen in der von ihnen festgelegten Weise nennen.
- **Keine Bearbeitungen:** Das Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden.

Es gelten die [vollständigen Lizenzbedingungen](#), wovon eine [offizielle deutsche Übersetzung](#) existiert. Freigebiger lizenzierte Teile eines Werks (z.B. CC BY-SA) bleiben hiervon unberührt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für Mykologie - Journal of the German Mycological Society](#)

Jahr/Year: 1992

Band/Volume: [58_1992](#)

Autor(en)/Author(s): Vetter J.

Artikel/Article: [Der Abbau verschiedener Lignozellulosen durch Anbau des Austernpilzes \(Pleurotus ostreatus\) 161-172](#)