

# UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE EIWEIßQUALITÄT VON AU- STERNPILZEN (*PLEUROTUS* SPP.)

J. Eder<sup>1</sup> und A. Wünsch<sup>2</sup>

Lehrstuhl für Gemüsebau<sup>1</sup> und Lehrstuhl für Pflanzenernährung<sup>2</sup> der Technischen Universität München, D-8050 Freising-Weihenstephan

Eingegangen am 02. Februar 1990

**Key words:** *Pleurotus* spp., Protein Quality, Oyster Mushrooms

## Studies on the Protein Quality of Oyster Mushrooms (*Pleurotus* spp.).

**Summary:** Nitrogen and protein contents, as well as protein composition were examined in different *Pleurotus* species. The total nitrogen content amounted to 3.4% in dry matter, 5.8% thereof represented by free amino acids, 47.7% by protein and the remainder by other nitrogen containing substances. The protein is of a rather high quality almost comparable to animal protein. The essential amino acid indexes range over 85.

**Zusammenfassung:** Es wurden Untersuchungen über den Stickstoff- und Eiweißgehalt und die Zusammensetzung des Eiweißes verschiedener *Pleurotus*-Arten (Austernpilze) durchgeführt. Die Gesamt-Stickstoffgehalte lagen bei ca. 3,4 g pro 100 g Trockensubstanz. Davon entfallen 5,8% auf freie Aminosäuren, 47,7% auf Protein und der Rest auf andere stickstoffhaltige Bestandteile. Das Protein ist von sehr hoher Qualität, nahezu vergleichbar mit tierischem Eiweiß. Die Essential Amino-Acid(EAA)-Indices liegen über 85.

## EINLEITUNG

Der Anbau von Speisepilzen stellt eine interessante Möglichkeit der Verwertung lignocellulosehaltiger organischer Abfallstoffe dar. Die Produktion von Nahrungsmitteln durch saprophytisch lebende Basidiomyceten ist eines der effizientesten Verfahren zur Verwertung dieser in der Landwirtschaft und Industrie anfallenden Reststoffe. Der jährliche Anfall solcher Materials wird weltweit auf  $50 \cdot 10^9$  t geschätzt [1].

Davon werden 50% keiner weiteren Verwendung zugeführt, oftmals ist die Beseitigung sogar ein Problem [2].

Im Laufe der letzten Jahrzehnte sind deshalb verschiedene Methoden zur sinnvollen Verwertung dieser Reststoffe mit Hilfe von Mikroorganismen entwickelt worden, wobei man sich auch intensiver mit der Kultur von Speisepilzen

beschäftigt und Methoden für den Anbau von mehreren Arten erarbeitet hat [3].

Aufgrund einer relativ einfach zu handhabenden Anbautechnik hat die Kultur von *Pleurotus*-Arten erheblich an Bedeutung gewonnen. Auch beim Konsumenten erfreuen sich Pilze dieser Gattung zunehmender Beliebtheit, nicht zuletzt wegen ihrer ernährungsphysiologisch günstigen Zusammensetzung [4].

Bei der ausgeprägten Toleranz verschiedener Arten gegenüber hohen Umgebungstemperaturen während der Kultur wäre auch ein Anbau in Entwicklungsländern denkbar [5]. Gerade in diesem Zusammenhang ist aber die Qualität des erzeugten Eiweißes von besonderer Bedeutung, denn nach vorliegenden Erfahrungen sollen in mikrobiell erzeugtem Protein bestimmte essentielle Aminosäuren z.T. in zu geringer Menge vorhanden sein oder sogar ganz fehlen [6].

## MATERIAL UND METHODEN

Fünf verschiedene *Pleurotus*-Arten bzw. daraus entwickelte Kultursorten wurden auf verschiedenen Substraten angebaut: *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus florida*, *Pleurotus sajorcaju* sowie die Hybridsorten H7 und G24 (Kreuzungen von *Pleurotus ostreatus* und *Pleurotus florida*). Von den vier letzteren konnten Fruchtkörper geerntet werden.

Die Pilze wurden gefriergetrocknet und gemahlen. Die Abtrennung der freien Aminosäuren erfolgte nach alkoholisch-wässriger Extraktion und Ausfällung mit Trichloressigsäure [7]. Das abfiltrierte und getrocknete Protein wurde in 6N-HCl hydrolisiert. Die Auftrennung erfolgte säulenchromatographisch im Aminosäure-Analysator. Zur Bestimmung des bei der sauren Hydrolyse zerstörten Tryptophans wurde eine alkalische Hydrolyse durchgeführt. Die Stickstoffbestimmungen erfolgten nach Kjeldahl. Zur Berechnung des Gesamt-Protein-gehalts wurde der Stickstoffgehalt des als Protein ausgefällten Materials mit dem theoretischen, anhand der Molekulargewichte berechneten Stickstoffgehalt der Aminosäuren verglichen und die Gesamtmenge entsprechend berechnet. Die Menge des Nicht-Protein-Stickstoffs wurde bestimmt aus der Differenz: Gesamt-N - Protein-N - N in freien Aminosäuren. Der EAA (Essential Amino Acid)-Index wurde als geometrisches Mittel der als essentiell eingestuften Aminosäure berechnet [8].

## ERGEBNISSE UND DISKUSSION

### 1. Freie Aminosäuren

Tabelle 1 zeigt die Menge der analysierten freien Aminosäuren. Insgesamt konnten 27 verschiedene Aminosäuren in freiem Zustand quantitativ erfaßt werden. Mit Ausnahme des Tryptophans sind alle als essentiell eingestuft in erheblichen Mengen enthalten. Insgesamt liegt der Anteil der essentiellen Aminosäuren bei den verschiedenen Sorten zwischen 21,7 und 27,7 %. Relativ hohe Werte konnten von den sonst in pflanzlichem Material nur selten oder in geringen Mengen vorkommenden Aminosäuren Cystathionin oder Ornithin festgestellt werden.

### 2. Protein-Aminosäuren

Bei der Untersuchung des isolierten Proteins konnten 17 Aminosäuren quantitativ erfasst werden (Tabelle 2). Das pilzliche Eiweiß besteht zu über 30 % aus den Aminosäuren Glutaminsäure, Asparaginsäure und Leucin. Unterschiede zwischen den verschiedenen *Pleurotus*-Arten bzw. Sorten waren nur bei Serin, Glutaminsäure und Glycin feststellbar. Auffallend sind die relativ hohen Gehalte an essentiellen Aminosäuren mit 51 % des Gesamt-Proteins. Somit ergeben sich auch sehr hohe EAA-Indices zwischen 86,4 und 89,4.

### 3. Gesamt-Protein

Die Gesamt-Stickstoffgehalte der untersuchten Fruchtkörper liegen zwischen 3,3 und 3,5 % der TS (Tabelle 3). Die Unterschiede zwischen den Sorten bzw. Arten können statistisch nicht gesichert werden. Der Anteil des in den freien Aminosäuren gebundenen Stickstoffs liegt somit bei ca. 5,8 %. Lediglich 47,7 % des Gesamtstickstoffs konnten im Protein lokalisiert werden. Der Anteil des "Nicht-Eiweiß-Stickstoffs" liegt somit bei 46,5 %. Dieser hohe Anteil an Nicht-Protein-Stickstoff ist durch den für Pilze typischen Aufbau der Zellwand verursacht. Sie enthält als Strukturelement hauptsächlich Chitin, ein Polymer des N-Acetyl-Glucosamins. Eine Berechnung des Rohproteingehaltes nach der üblichen Formel N\*6,25 ist somit als nicht sinnvoll anzusehen, da die gefundenen Werte wesentlich höher als der tatsächliche Proteingehalt sind.

**Tabelle 1:** Die freien Aminosäuren der untersuchten *Pleurotus*-Sorten P1, H7, G24 und SACA.

SORTE	P1	H7	G24	SACA
FREIE AMINOSÄUREN (g/100 g TS)				
ASPARAGINSÄURE	0,195 a	0,157 a	0,249 b	0,062 c
THREONIN*	0,068 a	0,056 a	0,056 a	0,060 a
SERIN	0,062 a	0,059 a	0,074 a	0,072 a
ASPARAGIN	0,052 a	0,058 a	0,064 a	0,055 a
GLUTAMINSÄURE	0,188 ab	0,162 a	0,241 bcd	0,265 d
GLUTAMIN	0,134 a	0,139 a	0,184 a	0,142 a
PROLIN	0,036 a	0,031 a	0,023 a	0,031 a
GLYCIN	0,036 a	0,036 a	0,039 a	0,041 a
ALANIN	0,168 a	0,186 a	0,137 a	0,220 a
VALIN*	0,040 a	0,036 a	0,035 a	0,042 a
CYSTEIN	0,009 a	0,008 a	0,006 a	0,011 a
METHIONIN*	0,012 a	0,015 a	0,017 a	0,013 a
ISOLEUCIN*	0,027 a	0,023 a	0,021 a	0,026 a
LEUCIN*	0,052 a	0,047 a	0,043 a	0,061 a
TYROSIN	0,046 a	0,042 a	0,034 a	0,030 a
β-ALANIN	0,008 a	0,011 a	0,011 a	0,017 a
PHENYLALANIN*	0,072 a	0,060 a	0,065 a	0,050 a
τ-AMINO BUTTERSÄURE	0,011 a	0,011 a	0,011 a	0,017 a
ORNITHIN	0,041 a	0,063 a	0,028 a	0,059 a
LYSIN*	0,037 a	0,034 a	0,040 a	0,028 a
HISTIDIN*	0,030 a	0,026 a	0,029 a	0,028 a
ARGININ*	0,062 a	0,075 a	0,026 b	0,009 b
CYSTATHIONIN	0,058 a	0,028 b	0,045 a	0,024 b
GESAMT	1,44 a	1,36 a	1,47 a	1,35 a
GESAMT ESSENTIELL	0,40	0,37	0,33	0,32
ANTEILIG ESSENTIELL (%)	27,7	27,2	22,5	21,7
THEORETISCHER N-GEHALT (%)	14,2	14,9	13,8	13,8

\* = essentielle Aminosäure, TS = Trockensubstanz, N = Stickstoff

Mittelwerte aus 4 Wiederholungen, Gehalte mit der gleichen Kennzeichnung in einer Zeile unterscheiden sich nicht signifikant (p = 5%)

In Tabelle 4 ist das Aminosäure-Muster der Sorte H7 zusammen mit denen des Champignons, der Kartoffel und des als vollwertig angesehenen Hühnerreis dargestellt. Als limitierende Aminosäure tritt beim Austerpilz lediglich Tryptophan auf, alle anderen sind in ausreichenden Mengen vorhanden. Insgesamt liegt die Eiweißqualität von *Pleurotus*-Arten also erheblich über der von anderen Nahrungsmitteln pflanzlicher Herkunft und entspricht fast der von Nahrungsmitteln

tierischen Ursprungs.

Nach Untersuchungen von Khanna [9] liegt die Verdaulichkeit des Proteins von Austernpilzen bei 79,1 %. Es ist also nicht vollständig verwertbar, kann jedoch trotzdem aufgrund seiner idealen Zusammensetzung als für die menschliche Ernährung gut geeignet eingestuft werden.

Im Rahmen weiterer Untersuchungen sollte

**Tabelle 2:** Aminosäuremuster der *Pleurotus*-Sorten P1, H7, G 24 und SACA.

SORTE	P1	H7	G24	SACA
PROTEIN-AMINOSÄUREN (g/100 g PROTEIN)				
ASPARAGINSÄURE	10,82 a	11,67 a	10,72 a	10,86 a
THREONIN*	5,49 a	6,21 a	5,80 a	5,68 a
SERIN	5,32 a	5,93 a	5,51 a	5,51 a
GLUTAMINSÄURE	10,96 a	11,72 b	11,25 ab	11,45 ab
PROLIN	5,85 a	4,47 a	4,98 a	5,73 a
GLYCIN	5,52 ac	5,38 a	5,70 ab	5,45 a
ALANIN	6,43 a	6,63 a	6,55 a	6,67 a
VALIN*	6,14 a	6,35 a	6,40 a	6,29 a
CYSTEIN	0,60 a	0,57 a	0,58 a	0,48 a
METHIONIN*	2,42 a	2,25 a	2,39 a	2,34 a
ISOLEUCIN*	5,58 a	5,39 a	5,55 a	5,41 a
LEUCIN*	9,01 a	8,43 a	8,88 a	8,64 a
TYROSIN	3,15 a	2,91 a	3,10 a	3,10 a
PHENYLALANIN*	5,46 a	5,43 a	5,61 a	5,66 a
LYSIN*	6,77 a	6,76 a	6,73 a	6,65 a
HISTIDIN*	2,77 a	2,63 a	2,81 a	2,79 a
ARGININ*	7,63 a	7,18 a	7,35 a	7,24 a
TRYPTOPHAN*	0,53 a	0,61 a	0,61 a	0,53 a
ANTEILIG ESSENTIELL (%)	51,7	51,2	52,2	51,1
EAA-INDEX	87,6	87,6	89,4	86,4

\* = essentielle Aminosäure, EAA = Essentiell Amino Acid

Mittelwerte aus 4 Wiederholungen, Gehalte mit der gleichen Kennzeichnung in einer Zeile unterscheiden sich nicht signifikant (p = 5%)

**Tabelle 3:** Stickstoff- und Proteingehalte der *Pleurotus*-Sorten P1, H7, G24 und SACA.

SORTE	P1	H7	G24	SACA
GESAMT-STICKSTOFF (% i. d. TS)	3,48 a	3,44 a	3,27 a	3,32 a
ROHPROTEIN (N · 6,25)	21,76 a	21,53 a	20,45 a	20,78 a
PROTEIN (% i. d. TS)	9,25	11,50	11,43	9,00
THEORETISCHER N-GEHALT (%)	14,2	14,1	14,1	14,1
TATSÄCHLICHER N-GEHALT (%)	10,0	10,7	10,6	10,7

TS = Trockensubstanz, N = Stickstoff

Mittelwerte aus 4 Wiederholungen, Gehalte mit der gleichen Kennzeichnung in einer Zeile unterscheiden sich nicht signifikant (p = 5%)

**Tabelle 4:** Aminosäuremuster von Austernpilz H7, Champignon, Hühnerei und Kartoffel.

AMINOSÄURE (g/100g PROTEIN)	AUSTERNPILZ (H7)	CHAMPIGNON [10]	HÜHNEREI [11]	KARTOFFEL [7]
ASPARAGINSÄURE	11,7	10,7	10,7	17,1
THREONIN*	6,2	4,9	5,3	3,7
SERIN	5,9	5,2	7,7	2,7
GLUTAMINSÄURE	11,7	17,2	12,3	23,8
PROLIN	4,5	6,1	4,3	2,6
GLYCIN	5,4	5,1	3,8	1,9
ALANIN	6,6	9,6	-	4,2
VALIN*	6,3	5,3	7,2	5,1
CYSTEIN	0,6	0,5	2,1	1,3
METHIONIN*	2,2	1,1	3,0	1,6
ISOLEUCIN*	5,4	4,3	5,8	4,5
LEUCIN*	8,4	7,2	9,0	4,6
TYROSIN	2,9	2,2	4,3	2,9
PHENYLALANIN*	5,4	4,4	5,3	4,2
LYSIN*	6,8	10,0	6,7	5,0
HISTIDIN*	2,6	2,2	2,6	1,4
ARGININ*	7,2	5,5	6,4	5,3
TRYPTOPHAN*	0,6	1,8	1,8	1,3
EAA-INDEX	87,8	79,2	100,0	67,6

\* = essentielle Aminosäure, EAA = Essentiell Amino Acid, [10] = nach Weaver *et al.* (1977), [11] = nach Diem und Lentner (1970), [7] = nach Wünsch (1975)

versucht werden, eine allgemein gültige Methode für die Berechnung des Proteingehalts pilzlichen Eiweißes aufgrund der Gesamtstickstoffgehalte zu finden und deren Übertragbarkeit auf andere wichtige kultivierte Species (z.B. Agaricus) zu überprüfen, da das derzeit angewandte Verfahren einer Multiplikation des Gesamt-Stickstoffgehaltes mit 6,25 nicht geeignet zu sein scheint.

## LITERATUR

- [1] Goldstein, I.S., Organic chemicals from biomass., R.C.R. Press, Boca Raton, Florida USA 1981
- [2] Zadrazil, F. und Grabbe, K., Edible mushrooms in: Rehm, S. und Reed, T., Biotechnology, Vol. 3, 143-187 (1983)
- [3] Tautorius, T.E., Mushroom fermentation in: Advances in biotechnological processes, Alan R. Liss Inc. 227-273 (1985)
- [4] Kress, M., Der Champignon 299, 20-33 (1985)
- [5] Eder, J., Der Champignon 319, 26-34 (1988)
- [6] Anderson, R.F. und Jackson, R.W., Appl. Microbiol. 6, 396 (1958)
- [7] Wünsch, A., Landwirtschaftl. Forsch. 28, 345-365 (1975)
- [8] Schuphan, W., Methoden zur chemischen und biologischen Qualitätsbestimmung von gärtnerischen und landwirtschaftlichen Erzeugnissen, Neumann Verlag, Radebeul und Berlin 1953
- [9] Khanna, P. und Garcha, H.S., Mushroom Science XI, 561-572 (1981)
- [10] Weaver, J.C., Kroger, M. und Kneebone, R., J. Food Sci. 42, 364-366 (1977)
- [11] Diem, K. u. Lentner, C., Geigy Scientific Tables, 7. Aufl., Ciba-Geigy, Basel Schweiz 1970