

Ertragspotential und Düngung von Amaranth (*Amaranthus ssp.*)

G. DERSCH und H. NAGL

Einleitung

Amarant, der bereits bei den Hochkulturen Mittel- und Südamerikas kultiviert wurde, gehört zu den ältesten Nutzpflanzen des Menschen. Auch in der Neuen Welt konnten sich die stärkehaltigen Samen dieser sogenannten Pseudocereale aus der Familie der Fuchsschwanzgewächse gegen das Getreide nicht behaupten; der Anbau blieb auf eher extreme klimatische Lagen beschränkt (BERGHOFER und SCHÖNLECHNER 2000). Amaranthmehle weisen nämlich keine relevante Backfähigkeit auf und sind daher für eine Brot- und Gebäckherstellung allein nicht geeignet, aber gerade wegen des glutenfreien Endosperms stellt Amaranth eine spezielle Nahrungsmittelbasis bei Getreideunverträglichkeit (Zöliakie) dar (AUFHAMMER et al. 1999; MAIR 1998). Im Zuge des gestiegenen Gesundheitsbewusstseins rückten die weiteren ernährungsphysiologischen Vorteile wie die biologische Wertigkeit des Proteinkomplexes durch den höheren Lysinanteil, die höheren Mineralstoff- und Rohfasergehalte sowie der hohe Anteil an ungesättigten Fettsäuren im Vergleich zu den Hauptgetreidearten Weizen und Roggen in den Vordergrund (KUHN et al. 1996; MUCHOVA et al. 2000).

Eine Reihe pflanzenbaulicher Versuche mit unterschiedlichen Fragestellungen zur Etablierung dieser Kultur sind deshalb in letzter Zeit durchgeführt worden (AUFHAMMER et al. 1995; DOBOS 1996; JAMRISKA 1998; KAUL et al. 1996; KUHN et al. 1996). Nur vereinzelt wurde dabei die Frage der optimalen Versorgung mit den Hauptnährstoffen vorrangig bearbeitet (z.B. MYERS 1998), wohl deshalb, weil Amaranth diesbezüglich als eher anspruchslöse Kultur gilt. Im Rahmen einer Versuchsserie mit langjährig differenzierten N-, P- und K-Düngestufen ergab sich nunmehr die

Möglichkeit, diesen Fragenkomplex in einer niederösterreichischen Region, wo Amaranth verstärkt angebaut wird, gezielt zu untersuchen.

Material und Methoden

Zur Prüfung der Nährstoffversorgungsansprüche wurden seit 1976 bestehende Versuchsstandorte, die zur Eichung der Bodenuntersuchung dienen, im Jahr 1999 in Fugnitz im nordöstlichen Waldviertel (Braunerde aus Löß der Bodenart schluffiger Lehm; pH-Wert von 5,5; Humusgehalt 1,9%) und im Jahr 2000 in Obermarkersdorf im nordwestlichen Weinviertel (lehmige Braunerde aus Löß; pH bei 6,5 und Humusgehalt bei etwa 1,8%) herangezogen. Nach über 20-jähriger Laufzeit lagen in Abhängigkeit von den jeweils 4 Versorgungsniveaus bezüglich P (0, 50, 100 und 200 kg P₂O₅/ha) und K (0, 75, 150 und 300 kg K₂O/ha) dementsprechend unterschiedliche pflanzenverfügbare Nährstoffgehalte im Oberboden (0-25 cm) vor (*Tabelle 1*).

Auch die 4 N-Varianten wurden während des gesamten Verlaufes unterschiedlich gedüngt, wobei die N-Dosierung auf die jeweilige Kultur abgestellt war. Bei Amaranth lagen die N-Gaben bei 0, 25, 50 und 75 kg/ha, die Ausbringung erfolgte vor dem Anbau.

Die Versuche sind so konzipiert, dass die N-, P- oder K-Wirkungsprüfung immer im Bereich der optimalen Nährstoffversorgung der beiden anderen Hauptnährstoffe erfolgt (jeweils Stufe 3 bei 50 kg N, 100 kg P₂O₅ und 150 kg K₂O).

Der Anbau (Sorte Anna, *A. cruentus*) erfolgte mit einer adaptierten Rübeneinzelkornsämaschine bei einem Reihenabstand von 45 cm am 8. 5. 1999 bzw. am 10.5. 2000. Die Saatmenge war etwa 0,5 kg/ha. Im Verlauf des Juni waren jeweils mechanische Unkrautbekämpfungen erforderlich. 1999 waren die Niederschläge ausreichend und günstig verteilt, 2000 war vor allem das Frühjahr (April, Mai) sehr trocken. Die Ernte mit einem Parzellenmähdrescher konnte 1999 relativ früh erfolgen (18.10.) wegen der kurz vorher auftretenden ersten Frosteinbrüche. Im Gegensatz dazu wurde im Jahr 2000 erst sehr spät geerntet, weil Frühfröste ausblieben (14.11.) und der Bestand im Oktober noch unzureichend abgetrocknet war.

Ergebnisse

Das Ertragsniveau bei den zwei Versuchen war extrem unterschiedlich: 1999 in Fugnitz zwischen 30 bis 45 dt/ha, 2000 in Obermarkersdorf bei nur 12 bis 15 dt/ha. Als Beeinträchtigungen im 2. Versuchsjahr sind zunächst die trockene Witterung nach dem Anbau sowie die damit in Zusammenhang stehende, ungleichmäßige Einzelpflanzenentwicklung und ganz besonders der sehr späte Erntetermin, wodurch relativ hohe Vorernte- und Ernteverluste aufgetreten sein dürften, anzuführen. Die Bestandesdichte lag 1999 bei 10 – 14 Pflanzen pro m². 2000 waren die Bestände wesentlich uneinheitlicher. Die Ergebnisse aus dem Jahr 2000 werden in der Folge zwar angeführt, für die Klärung der Versuchs-

Tabelle 1: Pflanzenverfügbare Nährstoff-Gehalte der P- und K- Stufen auf den Versuchsstandorten

| | P-Gehalte nach CAL/DL (mg P ₂ O ₅ /100 g) | | | | K-Gehalte nach CAL/DL (mg K ₂ O/ 100 g) | | | |
|-----------------|--|---------|---------|---------|---|---------|---------|---------|
| | Stufe 1 | Stufe 2 | Stufe 3 | Stufe 4 | Stufe 1 | Stufe 2 | Stufe 3 | Stufe 4 |
| Fugnitz | 8 | 13 | 17 | 34 | 12 | 15 | 23 | 41 |
| Obermarkersdorf | 8 | 12 | 18 | 31 | 13 | 15 | 21 | 32 |

Autoren: Dr. Georg DERSCH und Helmut NAGL, Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Institut für Agrarökologie, Spargelfeldstraße 191, A-1226 WIEN



frage sind sie jedoch praktisch nicht brauchbar (Tabelle 2).

Die steigenden N-Gaben führten zu signifikant höheren Wassergehalten des geernteten Kornguts und 1999 zu signifikant höheren Erträgen. Der N-Dünger-einsatz von 50 auf 75 kg/ha brachte nur noch eine tendenzielle Ertragszunahme, die Wassergehalte nahmen vor allem bei diesem Düngungsniveau sehr deutlich zu.

Der Proteingehalt des Korns wurde durch die vor dem Anbau verabreichten unterschiedlichen N-Gaben nicht beeinflusst, das erzielte Ertragsniveau wirkte stärker auf dieses Merkmal: Niedrigere Gehalte bei hohen Erträge im Jahr 1999 und umgekehrt im Jahr 2000. Der N-Entzug durch das Korn, der bis zu 100 kg/ha erreichen kann, ist somit vom jeweiligen Ertragsniveau abhängig (Tabelle 2).

Durch die langfristig differenzierte P- und K-Versorgung, die sich deutlich in den P- und K-Bodengehalten widerspiegelt (Tabelle 1), und die zugleich zu Amarant applizierten steigenden P- und K-Gaben wurden die Erträge nicht erhöht, sondern durchwegs tendenziell verringert, zwischen den extrem unterschiedlichen Stufen war dieser Effekt 1999 auch signifikant. Die P-Gehalte im Korn wurden dadurch erhöht, die K-Gehalte blieben unbeeinflusst (Tabelle 3). Bei dem hohen Ertragsniveau 1999 waren die damit einhergehenden P- und K-Entzüge auf einem vergleichbaren Niveau wie bei den Getreidearten.

Die Magnesiumgehalte im Korn lagen im Mittel bei 0,30% (1999) bzw. bei 0,25% (2000), die entsprechenden Werte von Calcium waren 0,19% bzw. 0,17%. Die unterschiedlichen Düngevarianten übten darauf keinen Einfluss aus, auch nicht auf den Fettgehalt, der 1999 bei 7,0% und 2000 bei 6,5% lag (alle Gehaltsangaben bezogen auf Ware mit 10% Wassergehalt).

Diskussion und Folgerungen

Der hohe Wärmeanspruch und die Kleinkörnigkeit (TKG bei etwa 0,70 g) führen häufig zu Problemen bei der Bestandesetablierung (AUFHAMMER et al. 1995). Solange die Bodenaufgabe über dem Saatgut ca. 2 cm nicht überschrei-

Tabelle 2. Wirkung der N-Gaben auf Erntefeuchte des Korns, Ertrag, Proteingehalt und N-Entzug

| Standorte N-Stufen | Fugnitz 1999 | | | Obermarkersdorf 2000 | | | | |
|-----------------------|--------------------|--------------------------------|-----------------------------|----------------------|--------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| | Kornfeuchte (%) | Ertrag ¹ (dt/ha) | Protein ² (%) | N-Entzug (kg/ha) | Kornfeuchte (%) | Ertrag ¹ (dt/ha) | Protein ² (%) | N-Entzug (kg/ha) |
| 0 kg N | 17,0 | 31,1 | 15,8 | 70 | 19,9 | 12,0 | 17,0 | 29 |
| 25 kg N | 17,3 | 34,4 | 15,4 | 76 | 20,8 | 12,1 | 17,1 | 30 |
| 50 kg N | 18,8 | 40,9 | 15,4 | 91 | 21,0 | 13,7 | 17,5 | 34 |
| 75 kg N | 20,4 | 43,9 | 15,9 | 101 | 22,6 | 14,2 | 20,9 | 43 |
| GD 95% | | 1,7 | 5,8 | 1,4 | 18 | 1,3 | 3,9 | 3,213 |

¹⁾ bei jeweils 10% Wassergehalt, ²⁾ bezogen auf TS (N*6,25)

Tabelle 3. Wirkung der unterschiedlichen P- und K-Versorgung auf Ertrag, Gehalte und Entzüge

| Standorte P-Stufen | Fugnitz 1999 | | | Obermarkersdorf 2000 | | |
|--|---------------------|-----------------------|----------|----------------------|-----------------------|----------|
| | Ertrag ¹ | P-Gehalt ² | P-Entzug | Ertrag ¹ | P-Gehalt ² | P-Entzug |
| 0 kg P₂O₅ | 44,7 | 0,56 | 25 | 15,4 | 0,54 | 8 |
| 50 kg P₂O₅ | 40,4 | 0,56 | 22 | 12,7 | 0,63 | 8 |
| 100 kg P₂O₅ | 40,9 | 0,69 | 28 | 13,7 | 0,52 | 7 |
| 200 kg P₂O₅ | 38,9 | 0,63 | 24 | 14,1 | 0,56 | 8 |
| GD 95% | 5,8 | 0,13 | 7 | 3,9 | 0,16 | 2 |

| K-Stufen | Fugnitz 1999 | | | Obermarkersdorf 2000 | | |
|------------------------------|---------------------|-----------------------|----------|----------------------|-----------------------|----------|
| | Ertrag ¹ | K-Gehalt ² | K-Entzug | Ertrag ¹ | K-Gehalt ² | K-Entzug |
| 0 kg K₂O | 48,6 | 0,51 | 24 | 14,6 | 0,53 | 8 |
| 75 kg K₂O | 46,5 | 0,53 | 25 | 15,7 | 0,63 | 10 |
| 150 kg K₂O | 40,9 | 0,52 | 21 | 13,7 | 0,54 | 7 |
| 300 kg K₂O | 36,6 | 0,51 | 19 | 14,0 | 0,54 | 8 |
| GD 95% | 5,8 | 0,05 | 3 | 3,9 | 0,11 | 3 |

¹⁾ bei jeweils 10 % Wassergehalt, ²⁾ bezogen auf Ware mit 10 % Wassergehalt

tet, feucht und damit durchdringbar bleibt, ist ein gleichmäßiger Aufgang gewährleistet. Eine Temperatur über 15 °C wird für einen hohen Feldaufgang für erforderlich erachtet (KAUL et al. 1996). Aus zu langen Keim- und Auflaufperioden, verbunden mit zwischenzeitlich verschlammenden oder austrocknenden Bodenoberflächen, resultiert ein zu geringer Feldaufgang beim epigäisch keimenden Amarant. Damit werden nicht nur die vorgesehenen Bestandesdichten, sondern auch die gleichmäßige Entwicklung und Abreife der Einzelpflanzen in Frage gestellt: Die C-4-Pflanze Amarant benötigt etwa 140 bis 150 Tage Vegetationszeit, es werden bis zu 140 dt/ha Sprossrockenmasse produziert, der Kornanteil liegt bei etwa 26%. Der hohe Wärmeanspruch kommt auch in langen Abreifep perioden der umfangreichen vegetativen Pflanzenmassen zum Ausdruck. Die Stängel- und Blattmassen weisen selbst noch Mitte Oktober sehr hohe Feuchtigkeitsgehalte auf. Erhebliche Wassergehalte in der vegetativen Masse, auch bei weitgehend abgereiftem Korngut, ist eine weitverbreitete Problematik. Seneszenzblätter werden nicht

abgeworfen, noch teilweise grüne Blätter und feuchte Stängel können die Separierbarkeit des Amarantdruschguts erheblich beeinträchtigen, weil das feine Kornmaterial beim Drusch an vegetativen Pflanzenteilen kleben bleibt. Mit der Entwicklung sehr großer Kornzahlen je Pflanze erstreckt sich die Kornausbildung über einen langen Zeitraum, daher befinden sich die Körner in unterschiedlichen Reifestadien. Nachfröste ab Oktober zusammen mit der vorausgegangenen warmen Sommerperiode unterstützen die Abreife der Bestände erheblich. Ingesamt können deshalb sehr hohe Vorernte- und Druschverluste (30–40%) auftreten (LEE et al. 1996). Die großen Ertragsunterschiede in den beiden Versuchsjahren dürften vor allem durch diese spezifischen Ansprüche des Amarant verursacht worden sein, auch JAMRISKA (1998) weist vor allem auf diese Problematik bei den sehr unterschiedlichen mittleren Jahreserträgen zwischen 13 und 35 dt/ha hin.

Der Ertragseffekt einer mäßigen N-Düngung bis zu 50 kg/ha war 1999 jedenfalls gegeben. Ausgehend von der zwar geringen, aber eher einheitlichen Bestan-

desdichte von 12-14 Pflanzen pro m² bei den betreffenden 4 N-Varianten wurde der Ertragszuwachs vor allem durch eine Erhöhung der Kornzahl pro Einzelpflanze von etwa 30.000 auf über 45.000 erzielt. Auch die Untersuchungen von MYERS (1998) zeigten einen N-Düngeeffekt, der durch die Erhöhung der Kornzahl pro Pflanze herbeigeführt wird. Wegen späterer Abreife, höherer Feuchtigkeitsgehalte des Korngutes, verstärkter Lagerneigung und damit einhergehender Ernteverluste und erhöhter Trocknungskosten wird ebenfalls empfohlen, die N-Gaben auf maximal 90kg/ha zu beschränken.

Bezüglich der P- und K-Versorgung wird das hohe Aneignungsvermögen dieser Nährstoffe auch bei sehr niedrigen pflanzenverfügbaren Bodengehalten durch Amaranth deutlich belegt. Das sollte vor allem in Zusammenhang mit dem reich verzweigten und tiefstrebenden Wurzelsystem gesehen werden, das diese Kultur zugleich relativ unempfindlich gegen oberflächliche Trockenheit macht. Spezifische P- und K-Düngungserfordernisse sind jedenfalls nicht angezeigt, die

Ergebnisse zeigen vielmehr, dass vor allem die P-Mobilisierung aus dem Bodenspool absolut höher als bei den Getreidearten ist. Die bei günstiger Ertragslage im Bereich der Getreidearten liegenden P- und K-Entzüge sind allenfalls im Rahmen der Fruchtfolge zu berücksichtigen.

Im Vergleich zu Weizen wurden auch in diesen Versuchen bei den relevanten Mineralstoffen deutlich höhere Gehalte, wie bereits vielfach zitiert (z.B. KUHN et al. 1996), festgestellt: Kalium +5%, Phosphor + 50%, Magnesium + 100% und Calcium +250%.

Literatur

AUFHAMMER, W., J.H. LEE, E. KÜBLER und S. WAGNER, 1995: Anbau und Nutzung der Pseudocerealien Buchweizen, Reismelde und Amaranth als Körnerfruchtarten. *Die Bodenkultur* 46, 2, 125-140.

AUFHAMMER, W., E. KÜBLER und J.H. LEE, 1999: Äußere und innere Kornqualität der Pseudocerealien Buchweizen, Reismelde und Amaranth in Abhängigkeit vom Anbauverfahren. *Die Bodenkultur* 50, 1, 11-24.

BERGHOFER, E. und R. SCHÖNLECHNER, 2000: Nutzung von Amaranth und Quinoa in Europa. *Ernährung/Nutrition* 24, 7-8, 303-308.

DOBOS, G., 1996: Züchterische Bearbeitung von Körneramaranth, Quinoa und Wintermohn. Bericht über die 47. Arbeitstagung der Arbeitsgemeinschaft der Saatzuchtler, 26.-28.11.1996, 211-215, Gumpenstein.

JAMRISKA, P., 1998: The Effect of Variety and Row Spacing on Seed Yield of Amaranth. *Rostlinna-Vyroba* 44, 2, 71-76.

KAUL, H.P., W. AUFHAMMER, B. LAIBLE, E. NALBORCZYK, S. Pirog and K. WASIAK, 1996: The Suitability of Amaranth Genotypes for Grain and Fodder Use in Central Europe. *Die Bodenkultur* 47, 3, 173-181.

KUHN, M., S. WAGNER, W. AUFHAMMER, J.H. Lee, E. Kübler und H. SCHREIBER, 1996: Einfluss pflanzenbaulicher Maßnahmen auf die Mineralstoffgehalte von Amaranth, Buchweizen, Reismelde und Hafer. *Dt. Lebensmittel-Rundschau* 92, 5, 147-152.

LEE, J.H., W. AUFHAMMER und E. KÜBLER, 1996: Gebildete, geerntete und verwertbare Körnerträge der Pseudocerealien Buchweizen, Reismelde, und Amaranth in Abhängigkeit von pflanzenbaulichen Maßnahmen. *Die Bodenkultur* 47, 1, 5-14.

MAIR, M., 1998: Glutenfreie Ernährung bei Zöliakie bzw. Glutensensitiver Enteropathie. *Ernährung/Nutrition* 22, 1, 20-23.

MUCHOVA, Z., L. CUKOVA and R. MUCHA, 2000: Seed Protein Fractions of Amaranth. *Rostlinna-Vyroba* 46, 7, 331-336.

MYERS, R.L., 1998: Nitrogen Fertilizer Effect on Grain Amaranth. *Agronomy Journal* 90, 5, 597-602.

