

Optimierung der N-Düngung in der Produktion von Chicoréewurzeln

Die Düngung mit Stickstoff hat einen entscheidenden Einfluss auf Qualität und Ertrag der Chicoréewurzeln. In Düngungsversuchen zeigte sich, dass die optimale gesamte Menge bei rund 90 kg N/ha liegt. Unterteilt in eine Startgabe, gefolgt von mehreren Kopfgaben.

R. Neuweiler und J. Krauss, Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW
P. Konrad und Th. Imhof, LBBZ Arenenberg, 8268 Salenstein

Die Produktion von Chicorée verläuft in zwei Phasen. In der ersten wächst die Wurzel auf dem Feld und nimmt als solche beachtliche Mengen an Nährstoffen auf. Diese werden bis zum Ende der Vegetationszeit zum grossen Teil in der Pfahlwurzel eingelagert. Diese Nährstoffreserven benötigt die Pflanze in der zweiten Phase für den Austrieb und das Sprosswachstum in der Treiberei. In den vergangenen Jahren untersuchten wir die Stickstoff-Düngung bei Chicoréewurzeln. Die Versuche zeigten, dass die bedarfsgerechte N-Düngung im Feld entscheidend ist für die optimale Sprossbildung in der Treiberei.

N-Düngung im Visier

Bereits aus früheren Versuchen mit Kalium war bekannt, dass die Nährstoffversorgung im Feld bei Chicorée einen grossen Einfluss auf die Sprossbildung in der Treiberei hat. Die schwache Versorgung mit Kalium führte dabei zu häufigerer Bildung von kleinen und lockeren Chicoréesprossen.

Seit vielen Jahren beobachten die Praktiker, dass sich die Wurzeln und Sprossen auf humusarmen Böden und der damit verbundenen knappen Ver-



Die N-Düngung bestimmt den Gehalt an Reservestickstoff in den Chicoréewurzeln in hohem Masse. (Foto: ACW)

La fumure azotée influe fortement sur la teneur en azote de réserve des racines d'endives.

sorgung mit Stickstoff nicht optimal entwickeln. Das war Grund genug, die Bedeutung der Stickstoffdüngung auf den Chicoréeanbau wissenschaftlich zu untersuchen.

Den ersten Düngungsversuch führten wir im Jahr 2004 in Frauenfeld auf einem sandigen Lehmboden mit einem Humusgehalt von drei Prozent durch. Dabei wurden nach einer einheitlichen

Grunddüngung von 30 kg N/ha zur Saat unterschiedlich hohe Mengen an Stickstoff in drei gleich hohe Gaben unterteilt. Diese wurden zwischen der fünften und elften Kulturwoche verabreicht (Tab. 1). In einem Folgeversuch in Lommis TG variierten die Forscher unter ähnlichen Bodenbedingungen die Grunddüngung und die Kopfdüngung mit Stickstoff. In beiden Versuchen verwendeten sie die Sorte Vintor.

Nmin-Gehalte und N-Aufnahme der Chicoréekultur

In der achten Kulturwoche und drei Wochen nach der ersten N-Kopfdüngung wurden in Frauenfeld Nmin-Beprobungen genommen: In der Bodenschicht zwischen 0 und 60 cm stieg der Nmin-Gehalt mit der zunehmenden N-Düngung von 74 auf 149 kg N/ha entsprechend an. Obwohl bis in die elfte Kulturwoche in unterschiedlichen Mengen weiter mit Stickstoff gedüngt wurde, sanken die Nmin-Gehalte dann auf ein einheitlich tiefes Niveau. Die Untersuchungen der Nitrat-Gehalte in den Blattstielen mit Hilfe der Pflanzensaftanalyse ergaben aber sowohl in der achten und elften Kulturwoche steigende Nitratgehalte, parallel zur steigenden N-Düngung. Es kann deshalb davon ausgegangen werden, dass die Chicoréekultur dem Boden bei höheren Stickstoffgaben auch entsprechend höhere Mengen an Stickstoff entzog. Diese lagerte sie vorübergehend in Form von Nitrat in den Blattstielen. Der im Jahre 2005 in Lommis durchgeführte Folgeversuch bestätigte diese Erkenntnisse.

Fortsetzung S. 13

Tabelle 1: Die geprüften N-Düngungsverfahren im Überblick

Tableau 1: Aperçu des procédés de fumure azotée testés

Düngungsverfahren Procédé de fumure	Grunddüngung Fumure de fond (kg N/ha)	Kopfdüngung Fumure de couverture (kg N/ha)	Gesamthaft verabreichte N-Menge Quantité totale d'azote apporté (kg N/ha)
Versuch Frauenfeld 2004 / Essai à Frauenfeld 2004			
1	30	0	30
2	30	3x15	75
3	30	3x30	120
4	30	3x60	210
Versuch Lommis 2005 / Essai à Lommis 2005			
1	0	0	0
2	0	3x15	45
3	0	3x30	90
4	0	3x60	180
5	30	3x15	75
6	30	3x30	120

Optimisation de la fumure azotée dans la production de racines d'endives

(Trad.) La fumure azotée a un fort impact sur la qualité et le rendement des racines d'endives. Des essais de fumure ont montré que la quantité globale optimale était de 90 kg N/ha, répartie en une fumure de fond, suivie de plusieurs fumures de couverture.

R. Neuweiler et J. Krauss, station de recherches Agroscope Changins-Wädenswil ACW
P. Konrad et Th. Imhof, LBBZ Arenenberg, 8268 Salenstein

La production d'endives comprend deux phases. Dans la première phase, la racine pousse sur le champ et absorbe d'importantes quantités de substances nutritives. Ces dernières sont en grande partie stockées dans la racine pivotante jusqu'à la fin de la végétation. La plante a recours à ces réserves de substances nutritives pendant la seconde phase, lors du bourgeonnement et de la croissance des pousses dans la forçerie. Ces dernières années, nous avons étudié la fumure azotée des racines d'endives. Les essais ont montré qu'une fumure azotée adéquate sur le champ était déterminante pour garantir une croissance optimale des pousses dans la forçerie.

La fumure azotée en point de mire

D'anciens essais avec du potassium avaient déjà montré que l'approvisionnement en substances nutritives sur le champ a un impact important sur la formation des pousses dans la forçerie. Un faible approvisionnement en potassium avait provoqué la formation accrue de petites pousses, trop peu compactes.

Depuis de nombreuses années, les producteurs constatent que les ra-



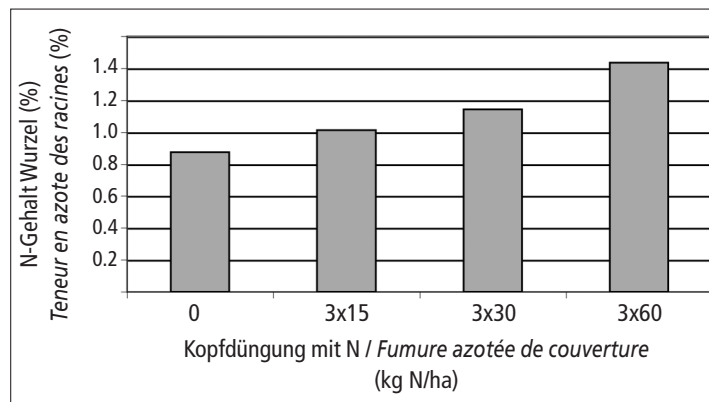
La teneur en azote des racines d'endives influe sensiblement sur le succès de la culture en forçerie. (Photo: ACW)

Der Stickstoffgehalt in den Chicoréewurzeln hat einen grossen Einfluss auf den Kulturerfolg in der Treiberei.

cines et les pousses ne se développent pas de manière optimale dans des sols pauvres en humus, dans lesquels l'approvisionnement en azote est insuffisant. C'était une raison suffisante pour analyser scientifiquement l'importance de la fumure azotée dans la culture d'endives.

Nous avons réalisé le premier essai de fumure en 2004 à Frauenfeld, sur un

sol glaiseux recouvert de sable qui présentait une teneur en humus de 3 %. Après un apport de fond de 30 kg N/ha lors du semis, des quantités différentes d'azote ont été réparties en trois apports égaux. La fumure a été appliquée pendant la 5^e et la 11^e semaine de culture (Tab. 1). Dans un essai ultérieur réalisé dans des conditions pédologiques similaires à Lom-



Graphique 1: Impact de la fumure azotée sur la teneur totale en azote des racines d'endives dans l'essai réalisé en 2004 à Frauenfeld.

Grafik 1: Einfluss der N-Düngung auf den Gesamtstickstoffgehalt in den Chicoréewurzeln im Versuch 2004 in Frauenfeld.

mis (TG), les chercheurs ont varié la fumure de fond et la fumure azotée de couverture. La variété Vintor a été utilisée dans les deux essais.

Teneurs en azote minéral et absorption par les cultures d'endives

Au cours de la huitième semaine de culture et donc trois semaines après la première application de fumure azotée de couverture, des échantillons de la teneur en azote minéral ont été prélevés à Frauenfeld. Dans la couche de terre de 0 à 60 cm de profondeur, la teneur en azote minéral a augmenté de manière équivalente à l'augmentation de la fumure azotée de 74 à 149 kg N/ha. Bien que la fumure azotée ait été poursuivie avec des quantités différentes jusqu'à la onzième semaine de culture, les teneurs en azote minéral ont ensuite baissé à un bas niveau général. L'examen des teneurs en nitrate des tiges à l'aide de l'analyse de la sève a néanmoins montré une augmentation au cours de la huitième et de la onzième semaine de culture, parallèlement à l'augmentation de la fumure azotée. On peut donc partir de l'idée que la culture d'endives a absorbé des quantités plus importantes d'azote avec l'augmentation des apports. Ces quantités ont été temporairement stockées dans les tiges sous forme de nitrate. L'essai réalisé en 2005 à Lommis a confirmé ces observations.

Impact sur la qualité des racines

Avant le stockage, les racines d'endives ont été triées selon leur diamètre. A cette occasion, on a constaté que la fumure azotée n'avait eu aucun impact ni sur le diamètre des racines, ni sur le pourcentage de racines avec un diamètre de 30 à 60 mm susceptibles de développer des pousses.

Einfluss auf Wurzelqualität

Vor dem Einlagern wurden die Chicoréewurzeln aufgrund der Durchmesser sortiert. Es zeigte sich, dass die Stickstoff-Düngung keinen Einfluss auf Wurzeldurchmesser hatte. Genauso wenig auf den prozentualen Anteil an treibfähigen Wurzeln mit einem Durchmesser von 30 bis 60 mm. Die Bewertung des Gesundheitszustandes der Chicoréewurzeln vor dem Anreiben, liess zudem keinen Einfluss der N-Düngung auf die Häufigkeit des Auftretens von Lagerfäule erkennen. Dagegen konnte in beiden Versuchen ein mit steigender Stickstoffdüngung zunehmender Gesamtstickstoffgehalt in den Wurzeln nachgewiesen werden (Grafik 1). Es zeigt sich somit, dass der bei hoher N-Düngung in grösseren Mengen aufgenommene und zum Teil in Form von Nitrat in der Blattmasse zwischengelagerte Stickstoff schlussendlich in den Chicoréewurzeln gespeichert wurde.

Einfluss auf die Ertrags- und Qualitätsbildung

Die im Spätherbst geernteten Wurzeln wurden Anfang Februar und Anfang Oktober des folgenden Jahres in der Treibanlage der Firma Gamper Chicorée GmbH in Stettfurt angetrieben. Die Chicoréesprossen wurden dabei zuerst qualitativ nach ihrer Vermarktungsfähigkeit sortiert. Der 2. Qualitätsstufe zugeordnet wurden Sprossen, die den vorgeschriebenen Mindestdurchmesser von 3 cm nicht erreichten. Aussortiert wurden zu wenig kompakte Sprossen, bei denen die Spitze eine Öffnung von mehr als 0.5 cm aufwies.

Beim ersten Treibtermin im Februar 2005 lag der Sprossertrag der Qualitätsstufe 1 je eingestellte Wurzel beim Verfahren «30 + 3x15 kg N/ha» (30 kg Grunddüngung und 3x15 kg Kopfdüngung) um 23 Prozent höher als beim Verfahren «30 + 0 kg N/ha», bei dem keine Kopfdüngung mit Stickstoff verabreicht worden war. Eine Erhöhung der N-Düngung über dieses Niveau hinaus führte zu keinen weiteren Ertragszunahmen.

Die bis in den Herbst 2005 überlagerten Wurzeln aus den N-Düngungsverfahren «30 + 3x15» und «30 + 3x30 kg N/ha» lieferten bei der 1. Qualitätsstufe jeweils die höchsten Erträge. Sie lagen rund 45 Prozent über denjeni-

gen der N-Stufe «30 + 0 kg N/ha». Die höchste N-Stufe «30 + 3x60 kg N/ha» führte im Vergleich zu den beiden nächst tieferen N-Stufen zu einer Ertragseinbusse von rund 15 Prozent. Als Folge einer deutlichen Zunahme an zu wenig kompakten Sprossen mit offener Spitze.

Im Folgeversuch in Lommis führte das Verfahren «30 + 3x15 kg N/ha» beim ersten Treibtermin im Februar 2005 erneut zum höchsten Sprossertrag bei der 1. Qualität. (Grafik 2). Hohe Kopfgaben von 3x60 kg N/ha waren wie im ersten Versuch mit einer vermehrten Bildung von zu lockeren Sprossen verbunden. Diese mussten als 2. Qualität aussortiert werden.

Schlussfolgerungen

Die Versuche auf den sandigen Lehmböden der Ostschweiz zeigten, dass Gesamtstickstoffgaben von bis zu 90 kg N/ha bei der Chicoéehauptsorte Vintor optimale Qualität und Erträge liefern. Dabei ist eine Unterteilung der N-Düngung in eine Startgabe zu Kulturbeginn gefolgt von mehreren Kopfgaben vorteilhaft. Chicoréewurzeln, die während ihrer Entwicklung bedarfsgerecht mit Stickstoff gedüngt wurden, lieferten die höchsten Erträge an Chicoréesprossen der Qualitätsstufe 1. Eine zu hohe N-Düngung war mit einer Verminderung der Qualität der Chicoréesprossen verbunden. ■

L'évaluation de l'état sanitaire des racines d'endives avant la croissance des pousses n'a, en outre, permis de détecter aucune incidence de la fumure azotée sur la fréquence des cas de moisissure pendant le stockage. En revanche, les deux essais ont montré une teneur globale accrue en azote dans les racines suite à l'augmentation de la fumure azotée (graphique 1). Il s'est donc avéré que l'azote qui avait été absorbé en quantité supérieure et stocké temporairement sous forme de nitrate dans la masse foliaire lors de l'augmentation de la fumure azotée, était finalement stocké dans les racines d'endives.

Impact sur le rendement et la qualité

Les racines récoltées à la fin de l'automne ont été mises en forcerie par l'entreprise Gamper Chicorée Sàrl à Stettfurt au début février et au début octobre de l'année suivante. Les pousses d'endives ont d'abord été triées qualitativement en fonction de leur aptitude à être commercialisées. Les pousses qui n'atteignaient pas le calibre minimal de 3 cm ont été classées dans la 2^e classe de qualité. Quant aux pousses qui n'étaient pas assez compactes et dont les pointes présentaient une ouverture de plus de 0.5 cm, elles ont été déclassées. Lors de la première échéance en fé-

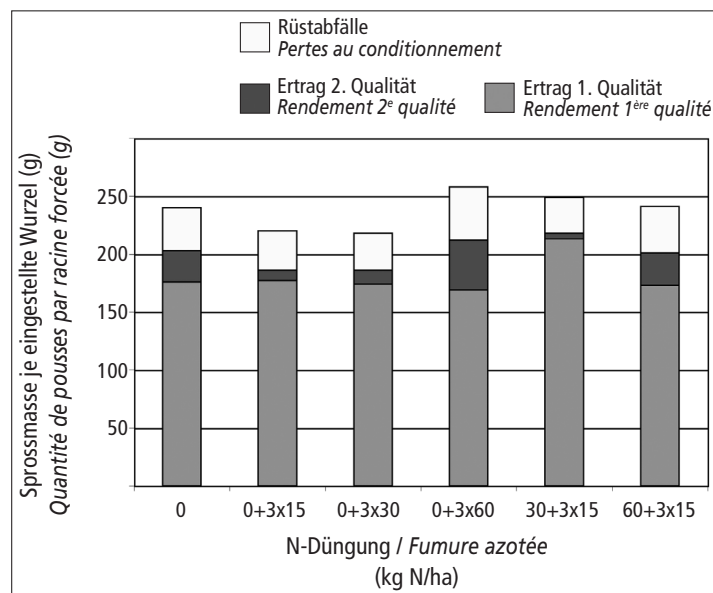
vrier 2005, le rendement en pousses des racines forcées de la classe de qualité 1 soumises au procédé de fumure «30 + 3x15 kg N/ha» (30 kg de fumure de fond et 3x15 kg de fumure de couverture) était supérieur de 23 pourcent à celui de celles produites avec le procédé «30 + 0 kg N/ha», dans lequel aucune fumure azotée de base n'avait été apportée. Une augmentation de la fumure azotée au-delà de ce niveau n'a provoqué aucune hausse du rendement.

Les racines stockées jusqu'en automne 2005, qui avaient été soumises aux procédés de fumure «30 + 3x15» et «30 + 3x30 kg N/ha», ont présenté les plus hauts rendements dans la classe de qualité 1. Ils dépassaient de près de 45 % ceux des racines soumises au procédé «30 + 0 kg N/ha». Le plus haut niveau de fumure azotée, à savoir «30 + 3x60 kg N/ha», a engendré une baisse de près de 15 pourcent par rapport aux deux niveaux inférieurs suivants, et ce en raison d'une augmentation sensible du nombre de pousses trop peu compactes, présentant une pointe ouverte.

Dans l'essai ultérieur à Lommis, le procédé de fumure «30 + 3x15 kg N/ha» a de nouveau engendré le plus haut rendement en pousses de la classe de qualité 1 à la première échéance en février 2005 (graphique 2). Comme dans le premier essai, les apports élevés de couverture de 3x60 kg N/ha ont provoqué la formation de pousses trop peu compactes, lesquelles ont été déclassées en classe de qualité 2.

Conclusions

Les essais sur sols glaiseux recouverts de sables en Suisse orientale ont montré que des apports totaux d'azote jusqu'à 90 kg N/ha assurent une qualité et un rendement optimal pour la principale variété d'endives Vintor. Il est conseillé de répartir la fumure azotée en une fumure de fond au début de la culture, suivie de plusieurs fumures de couverture. Les racines d'endives qui ont reçu des apports d'azote adéquats pendant leur développement ont présenté les plus hauts rendements en pousses de la classe de qualité 1. En revanche, une fumure azotée trop élevée a provoqué une baisse de la qualité des pousses. ■



Grafik 2: Sprossertrag des 1. Satzes von unterschiedlich mit Stickstoff gedüngten Chicoréewurzeln aus dem Versuch 2005 in Lommis.

Grafique 2: Rendement en pousses du 1^{er} lot de racines soumises à des fumures azotées différentes dans l'essai réalisé en 2005 à Lommis.