

Pflanzenernährungsmanagement – Moderne Ansätze

Автор(и): доц. д-р Маргарита Николова

Дата: 18.09.2018 Брой: 9/2018



Die moderne Landwirtschaft steht weltweit vor einer Reihe von Herausforderungen – der Notwendigkeit, eine wachsende Bevölkerung zu ernähren (prognostiziertes Wachstum um 25 % bis 2050), der Verringerung der landwirtschaftlichen Nutzfläche (heute ernährt 1 Hektar Land fünf Menschen, verglichen mit drei vor fünfzig Jahren), dem Klimawandel und anderen. Die Notwendigkeit einer erheblichen Steigerung der Produktivität pro Flächeneinheit bei gleichzeitiger Minimierung der Treibhausgasemissionen und des Schutzes der Umwelt erfordert die Wahl geeigneter Technologien im Pflanzenbau. Ein wichtiges Element dieser Technologien ist das Management der Pflanzenernährung.

Pflanzen enthalten eine große Anzahl chemischer Elemente, aber 17 davon sind für die Vollendung ihres Lebenszyklus absolut essentiell. So wie die menschliche Ernährung gesund und ausgewogen sein muss, gilt dies auch für landwirtschaftliche Kulturen. Düngemittel – mineralisch oder organisch – versorgen die Böden mit lebenswichtigen Elementen für Pflanzen. Wenn diese Elemente fehlen oder mangelhaft sind, werden das Wachstum und der Ertrag der Kulturen stark eingeschränkt. Die Prinzipien für ein erfolgreiches Management der Pflanzenernährung umfassen die nachhaltige Erzeugung hoher, qualitativ hochwertiger Ernteerträge und die Erzielung eines guten Einkommens, ohne negative Auswirkungen auf die Umwelt auszuüben. Wichtig ist in diesem Zusammenhang die Sicherstellung einer Nährstoffbilanz beim Zu- und Abgang des Betriebs und jedes einzelnen Feldes. Diese Prinzipien liegen allen Systemen des Nährstoffmanagements im Pflanzenbau zugrunde – konventionell, Präzisions-, ökologischer, funktioneller, integrierter und anderen Varianten. Der Schlüssel zu ihrer erfolgreichen Umsetzung ist Innovation.

Die Agrarwissenschaft hat das moderne Konzept der ökologischen Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion entwickelt. Ökologische Intensivierung ist ein Prozess der Steigerung sowohl der Erträge als auch der Umweltverträglichkeit der landwirtschaftlichen Produktion, mit einem Fokus auf präzises Management aller Produktionsfaktoren und dem Erhalt oder der Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit, mit dem ultimativen Ziel, die Weltbevölkerung nachhaltig zu ernähren. In diesem Zusammenhang wurde das 4R-Konzept (vom Englischen *Right*) entwickelt. Es umfasst die richtige Bestimmung der Düngermenge, die richtige Wahl der Düngerform, den richtigen Zeitpunkt der Ausbringung und die richtige Einarbeitungsmethode. Wenn diese Elemente der Düngungstechnologie gemeinsam betrachtet werden, sind Produktivität, Wirtschaftlichkeit und Umweltschutz gewährleistet. Der 4R-Ansatz bietet Landwirten eine einzigartige Gelegenheit für effektive Produktionspraktiken.

Präzises Management der landwirtschaftlichen Produktion wurde mit der Entwicklung von Informationstechnologien, dem Einsatz von GPS-Geräten, leistungsstarken Computern, Flugzeugen, Drohnen und nun auch Robotern möglich. Diese Technologien ermöglichen ein präzises Management der Pflanzenernährung, indem sie die Variabilität des Nährstoffgehalts innerhalb eines bestimmten Feldes widerspiegeln und die Düngermengen entsprechend dem Gelände anpassen.

Im ökologischen Landbau konzentriert sich das Management der Pflanzenernährung auf die Nutzung der betriebsinternen Ressourcen, wobei Nährstoffe recycelt und externe Inputs minimiert werden. Organische Nährstoffquellen wie Stallmist und Kompost liefern organische Substanz, die die Bodenstruktur und das Wasserhaltevermögen verbessert, sowie nach der Mineralisierung eine breite Palette von Elementen, jedoch meist in kleinen und schwer vorhersehbaren Mengen. Es ist bekannt, dass Pflanzen Nährstoffe in Form von

lonen aufnehmen, d.h. organische Dünger müssen zunächst mineralisieren und die Elemente in derselben Form freisetzen wie die aus mineralischen Düngemitteln. Organische Dünger führen auch Mikroorganismen ein, die die nützliche Bodenmikroflora und Biodiversität bereichern. Es besteht jedoch auch ein potenzielles Risiko der Einbringung schädlicher Mikroorganismen wie *E. coli* und *Salmonella*, und daher werden Regeln für die ordnungsgemäße Lagerung und Ausbringung von Stallmist entwickelt, insbesondere für Wurzel- und Blattgemüse. All dies erfordert die Berücksichtigung einer Reihe zusätzlicher Faktoren und die strikte Einhaltung der Regeln.

Die funktionelle Landwirtschaft sieht neben einer Steigerung der Nahrungsmittelproduktion vor, den Menschen fast alle wichtigen Mineralstoffe und organischen Substanzen bereitzustellen, die zur Aufrechterhaltung des Körpers und zur Sicherstellung der ordnungsgemäßen Funktion der Organe benötigt werden. Der Mensch benötigt mindestens 25 Mineralstoffe, einige in großen Mengen und andere wie Fe, Zn, Cu, I und Se in Spuren, da höhere Konzentrationen schädlich sein können. Die Quelle eines großen Teils dieser Elemente in der Nahrung sind Pflanzen. Leider wird Mineralstoffmangel beim Menschen sowohl in Entwicklungsländern als auch in Industrieländern beobachtet, und es wurde festgestellt, dass bis zu zwei Drittel der Weltbevölkerung von einem Mangel an einem oder mehreren Mineralstoffen bedroht sind.

Landwirtschaftliche Kulturen enthalten nicht immer ausreichende Mengen dieser Elemente, um den menschlichen Bedarf zu decken. Um das Problem des Mineralstoffmangels beim Menschen zu "lindern", verwenden Wissenschaftler Anbaupraktiken und Methoden des Nährstoffmanagements, die die Konzentration oder Bioverfügbarkeit von Mineralstoffen in landwirtschaftlichen Erzeugnissen erhöhen. Dieser Ansatz wird mit dem Begriff agronomische Biofortifikation bezeichnet. Strategien zur Erhöhung der Konzentration von Mineralstoffen werden in einer Reihe von Ländern angewendet, am häufigsten die Düngung mit Eisen und Zink sowie Selen und Jod. Auch die Anreicherung des Nährmediums mit für die Gesundheit wichtigen Makroelementen wie Phosphor und insbesondere Kalium und Magnesium wird angewendet. Neben ihrer Eigenschaft als nützliche Mineralstoffe unterstützen sie den Stickstoffstoffwechsel und die Proteinsynthese sowie die Synthese anderer organischer Verbindungen, die für die Gesundheit wichtig sind, wie Vitamine, Antioxidantien, krebshemmende Substanzen und andere.

Unabhängig davon, welches Konzept für das Management der Ernährung von Kulturpflanzen gewählt wird, ist ein entscheidender Punkt für seine erfolgreiche Umsetzung die Einhaltung der entsprechenden Codes of Good Practice (Leitlinien der guten fachlichen Praxis). Ein grundlegendes Prinzip in allen Systemen ist die Sicherstellung einer ausgewogenen Pflanzenernährung. Zu diesem Zweck ist es wichtig, den spezifischen

Nährstoffbedarf der Kultur für ein bestimmtes Element mit seiner Verfügbarkeit im Boden durch geeignete Diagnostik zu vergleichen.

Die Düngungspraktiken in Bulgarien haben sich in den letzten Jahren verbessert, sind aber noch nicht auf dem erforderlichen Niveau. Ein charakteristisches Merkmal für das Land ist die unausgewogene Düngung – ein ungünstiges Verhältnis der verwendeten Nährstoffmengen, das immer noch stark zugunsten von Stickstoff verschoben ist – in den letzten Jahren betrug das durchschnittliche jährliche Verhältnis $N:P_2O_5:K_2O = 100:20:10$. Mit diesem Verhältnis wird nicht nur der Gehalt an pflanzenverfügbaren Formen von Phosphor und Kalium in den Böden erschöpft, sondern auch eine effektive Nutzung von Stickstoff kann nicht erreicht werden – es ist beispielsweise bekannt, dass das minimal zulässige umweltverträgliche Verhältnis von Stickstoff zu Kalium 100:40 beträgt. Es besteht die Notwendigkeit, die Ernährung der landwirtschaftlichen Kulturen zu verbessern, und durch die Anwendung der Regeln der guten Praxis gemäß dem 4R-Konzept kann die Düngung effektiv und ohne Risiken für die Umwelt und die Produktqualität sein.

Die Verwendung von Effizienzindikatoren ermöglicht es, nicht nur die agronomische und wirtschaftliche Effizienz, sondern auch die Ausnutzung der mit Düngemitteln zugeführten Nährstoffe und die erwarteten Veränderungen der Nährstoffvorräte im Boden zu bewerten.

Moderne Effizienzindikatoren wurden zur Bewertung der Wirksamkeit ausgebrachter Düngemittel entwickelt. Die am häufigsten verwendeten sind:

- Partielle Faktorproduktivität des Nährstoffs, zuzurechnen der Düngung = $\text{Ertrag} / \text{Düngermenge}$.
- Agronomische Effizienz des ausgebrachten Nährstoffs = $\text{Ertrag der gedüngten Variante} - \text{Ertrag der ungedüngten Variante} / \text{Düngermenge}$.
- Partielle Nährstoffbilanz = Entzug des Elements mit dem Ertrag/zugeführtes Element mit Dünger (Düngermenge).
- Aufnahmeeffizienz (Verwertung eines Nährstoffs aus dem Dünger) = $\text{Entzug des Elements aus der gedüngten Variante} - \text{Entzug des Elements aus der ungedüngten Variante} / \text{Düngermenge}$.

Die Verwendung von Effizienzindikatoren ermöglicht es, nicht nur die agronomische und wirtschaftliche Effizienz, sondern auch die Ausnutzung der mit Düngemitteln zugeführten Nährstoffe und die erwarteten Veränderungen der Nährstoffvorräte im Boden zu bewerten.