

Beschreibung der Variabilität des Ertrages und des Leguminosenanteiles von Klee-Luzerne-Gras als Faktoren in der räumlichen Differenzierung der N₂-Bindung

FELIX LOCHER, WEIHENSTEPHAN
HAUKE HEUWINKEL, WEIHENSTEPHAN

Abstract

The amounts of N gathered through biological nitrogen fixation (BNF) of clover-grass is closely related to N-yield of its legume fraction. The latter can basically be calculated by the share of legumes to total drymatter (DM) yield ('legume content') multiplied by their N-concentration. Legume content along with DM-yield may vary strongly within one field but, apart from laborious botanical analysis, its estimation is not yet possible.

This project is aimed to develop a method for easily measuring legume content in multi-species clover-grass. Sampling and judgement was done in a field at the Experimental Farm of the Munich Research Alliance on Agroecosystems (FAM) at Scheyern. In 1999 DM-yield was measured at 90 plots (15 m² each) during four cuttings of field A9 (2,25 ha). Legume content was estimated visually and samples were taken to measure their legume content with Near-Infrared-Reflectance-Spectroscopy (NIRS, BRUKER 'Vektor 22/N'). 150 samples were separated into grass and legume fraction to develop a calibration. Data were geostatistically interpolated using inverse distance weighing (IDW) as offered by ArcView GIS (Version 3.1; ESRI INC.).

Variation of DM-yield was relative small (CV: 20 %) as long as sufficient water was available. The distribution of yield showed a repeatable pattern, i.e. areas of regularly high or low yield were found. Legume content, estimated by NIRS, resulted in distributions that were in good agreement with the overall impression during harvest. Again some distinct patterns were found and generally a steady increase in legume content from harvest to harvest was observed.

Further research has to be done on factors affecting the quality of the calibration (e.g. site conditions, developmental stage at harvest, botanical composition or sample preparation).

The validation is limited to two aspects: do the values stay within a plausible range (i.e. between 0-100%) and does the distribution pattern agree with the impression during harvest. Validation may be improved by using further samples that are analysed for their legume content by separation as well.

1 Problemstellung

Im ökologischen Landbau baut die Fruchtfolge auf den N-Gewinn aus der N₂-Bindung der Leguminosen auf, dessen flächige Abschätzung bisher nur unzureichend möglich ist. In den häufig genutzten Leguminosengemengen bestimmt der N-Ertrag der Leguminosen (=Gesamtertrag*Leguminosenanteil*N-Gehalt der Leguminosen) die Menge fixierten Luftstickstoffs am stärksten. Die räumliche Differenzierung des Ertrages in Kombination mit dem Leguminosenanteil könnte unterschiedliche Einträge an N bedeuten, was langfristig Standorte verändern würde. Als Teilprojekt im Forschungsverbund Agrarökosysteme München (FAM) streben wir eine einfache Methodik zur Darstellung dieser Variabilität an. Diese könnte dann Basis einer Analyse langfristiger Wirkungen von Differenzierungen in der N₂-Bindung sein.

2 Material und Methoden:

Die Felduntersuchungen wurden auf dem FAM Versuchsgut Klostergut Scheyern durchgeführt. Zu jeder Nutzung wurden 1999 flächige Ertragserhebungen durchgeführt und ergänzende Daten an ausgewählten Standorten erhoben. In der Fläche wurde der TS-Ertrag durch Wägung der Frischmasse von 90 je 15 m² großen Teilflächen und TS-Bestimmung (60°C, 48 h) gemessen.

Der Leguminosenanteil am TS-Ertrag wurde durch eine visuelle Schätzung und zusätzlich mit Nah-Infrarot-Spektroskopie (NIRS, BRUKER 'Vektor 22/N') bestimmt. Die NIRS ist eine unspezifische Messung, bei der die Probe einer Lichtquelle ausgesetzt wird. Moleküle oder Molekülgruppen werden dadurch in Schwingung versetzt wodurch u.a. im NIRS Strahlung absorbiert wird. Unterscheiden sich Gemengefraktionen in ihren molekularen Eigenschaften, können die Anteile der Fraktionen an der Probe anhand der Absorptionsspektren quantifiziert werden. Hierfür war eine Kalibration des NIRS mit Standards mit definierten Leguminosenanteilen erforderlich. Diese Standards wurden aus Material von 150 Einzelproben erstellt, die nach Fraktionen getrennt worden waren.

3 Ergebnisse

Die Erträge waren zu allen vier Nutzungsterminen variabel (CV von 20 - 37 %). Dennoch zeigten sich unabhängig vom Ertragsniveau relativ stabile Ertragsmuster (Abb. 1.). Zur letzten Nutzung im Oktober wurde die Differenzierung der Erträge in Hoch- und Niedrigertragsbereiche deutlicher, was auf die schlechtere Wasserversorgung dieser Aufwuchsperiode im ansonsten ausreichend feuchten Jahr zurückgeführt wurde.

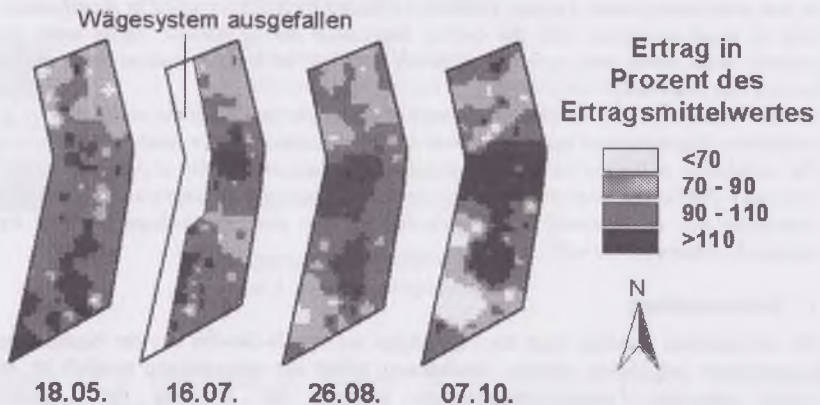


Abb. 1: Verteilung der Erträge von Klee-Luzerne-Gras zu vier Nutzungen im A09, 1999. Dargestellt sind die aus je 90 Einzelwerten interpolierten Ertragsdaten in Prozent des Mittelwertes (Interpolationsmethode: Inverse Distance Weighing, IDW, Power 2)

Auch der Leguminosenanteil, gemessen mit NIR zeigte stabile Muster (Abb. 2). Während im nördlichen Bereich des Ackers der Grasanteil im Gemenge dominierte, war im südlichen Teil des Ackers der Leguminosenanteil zu allen Terminen höher.

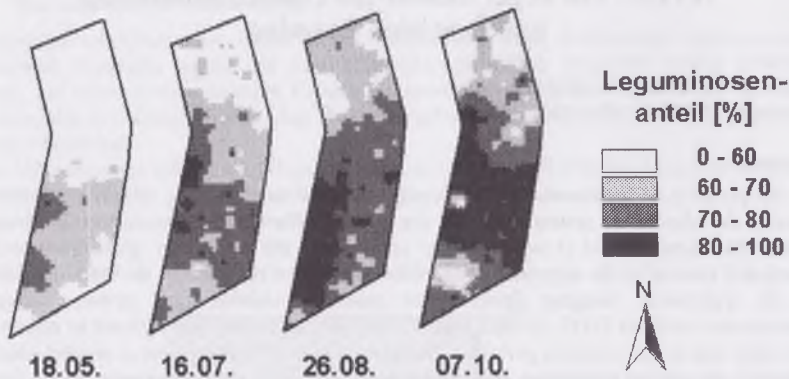


Abb. 2: Verteilung des mit NIRS gemessenen Leguminosenanteiles in Klee-Luzerne-Gras zu vier Nutzungen im A09, 1999. Dargestellt sind die aus je 90 Einzelwerten interpolierten Ertragsanteile am Gemenge in Prozent der Trockensubstanz (Interpolationsmethode: Inverse Distance Weighing, IDW, Power 2)

4 Diskussion und Ausblick

Der N-Gewinn aus der Fixierung kann im Feldmaßstab nur genau bilanziert werden, wenn die hohe Variabilität der Erträge berücksichtigt und der Leguminosenanteil im Gemenge genauer als bisher bestimmt werden kann. Der Vergleich der visuellen Schätzung des Leguminosenanteiles mit den Werten aus der Handsortierung zeigte, dass große Abweichungen auftraten. Die Berechnung der Fixierleistung anhand solcher Daten ist deshalb fehlerbehaftet. In unserem Beispiel betrug der Standardfehler der visuellen Schätzung im Feld 12 %, was bezogen auf die N_2 -Bindung über alle Termine eine Differenz von 75-80 kg N/ha zwischen niedrigster und höchster Schätzung bedeuten würde. Der Vorhersagefehler, der bei der Messung mit dem verwendeten NIR-Modell gemacht wurde, war mit 3 % weitaus geringer. Die mittels NIRS gemessenen Werte waren auch auf die Fläche bezogen plausibel, da sie sich mit den im Feld gemachten Beobachtungen im wesentlichen deckten.

Weiterer Entwicklungsbedarf bei der Bestimmung des Leguminosenanteiles mit NIRS besteht hinsichtlich der Stabilität und der Genauigkeit der Methode: eine Messung mit NIRS sollte unabhängig von Standort, Entwicklungsstadium des Pflanzenmaterials zur Ernte, botanischer Zusammensetzung und der Probenaufbereitung sein. Dies wird durch eine Kalibration möglich sein, die Spektren mit einer möglichst hohen Bandbreite dieser Einflussfaktoren enthält. Allerdings geht diese höhere Stabilität des Modells wahrscheinlich mit Einbußen hinsichtlich der Vorhersagegenauigkeit einher. Die Validierung der Methode muß an Proben erfolgen, die sich sowohl in Herkunft als auch im Nutzungsregime vom Probensatz der Kalibration unterscheiden