

## Nutritional, ecological, and economic evaluation of dairy farming systems and feeding strategies in semi-arid environments

Othman Alqaisi, MSc

1. Berichterstatter: Prof. Dr. A. Susenbeth

In ariden und semi-ariden Regionen sind Ackerland und Wasserangebot begrenzt. Die Produktion von Getreide und Grundfutter ist daher häufig nicht ausreichend, um den Bedarf der Milchkühe zu decken. Der Mangel an Grünland führte zu Krafffutter basierten Rationen, deren Komponenten aus Übersee importiert wurden. Der Wechsel der Landnutzung führte zu Umweltbelastungen durch die Emission von Treibhausgasen (GHGs). Zusätzlich steigen die Krafffutterpreise.

Das Ziel dieser Arbeit war daher die Evaluierung der Fütterungs- und der Umweltaspekte von Milchproduktionssystemen und Fütterungsstrategien unter semiariden Umweltbedingungen in Jordanien, sowie die Bewertung von Milchproduktionssystemen auf künftige Entwicklungen der Futtermittel und deren Preise zu reagieren.

Die ökologische, ernährungsphysiologische und wirtschaftliche Bewertung der Milchproduktionssysteme bestand aus mehreren Schritten:

1) Daten zur Entwicklung der Milchwirtschaft und deren Einflüsse wurden in drei Ländern im Nahen Osten gesammelt und analysiert.

2) die Fütterungs- und Umweltanalyse basiert auf neun Milchviehbetrieben unterschiedlicher Betriebsgröße und Management. Futtermittel-, Milch- und Kotproben sowie Daten der geschätzten Trockenmasse-Aufnahme (eDMI), tierische Leistungen und Herdenstruktur wurden gesammelt und analysiert.

3) Futtermittelproben (aus landwirtschaftlicher Produktion und Nebenprodukte aus der Lebensmittelindustrie (n = 69)), Kotproben (n = 108) und Milchproben (n = 78) wurden auf den Betrieben gesammelt und nach ihrer chemischen Zusammensetzung analysiert. Die Proben der Futtermittel und Nebenprodukte der Lebensmittelindustrie wurden auf ihren Gehalt an umsetzbarer Energie (ME) und Verdaulichkeit der organischen Substanz (mOMD) in vitro mit dem Hohenheimer-Futterwert-Test analysiert. Darüber hinaus wurde die fäkale Stickstoff-Konzentration bestimmt, um die in vivo Verdaulichkeit der organischen Substanz (eOMD) zu schätzen. Basierend auf der Schätzung der DMI des Landwirtes und der analysierten Zusammensetzung der Futtermittel, wurden ME und Nährstoffzufuhr mit empfohlenen Richtwerte für die ausreichende Versorgung mit ME, nutzbare Rohprotein (uCP), Pansen unabgebauten Rohprotein (RUCP), Phosphor (P) und Kalzium (Ca) verglichen.

4) Die Treibhausgasemissionen (GHGs) wurden unter Verwendung des „Technology Impact Policy Impact Calculation“-Modell (TIPI-CAL) mit einem partiellen „Life Cycle Assessment“-Modell zur Abschätzung von GHG-Emissionen der Milchproduktion ab Hof berechnet. Die Ergebnisse werden in CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgerechnet (CO<sub>2</sub>-equ). Das Modell berücksichtigt CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, sowie direkt und indirekt abgestrahlte CO<sub>2</sub> Gase.

5) Untersuchung der ökologischen und ökonomischen Konsequenzen nach Verwendung alternativer Futtermittel; vier Fütterungsszenarien (AD: aktuelle Ration, Futtermittel, die typischerweise von Landwirten verwendet werden; ID: verbesserte Ration basierend auf aktuell verwendeten Futtermitteln auf dem Betrieb; AB: Ration einschließlich weniger verfügbaren Nebenprodukte; DL: Ration ohne Einschränkung für die Verfügbarkeit von Futtermitteln). Die Szenarien wurden entwickelt, um die ernährungsphysiologischen, ökonomischen und ökologischen Auswirkungen über verschiedene Optimierungs- und Berechnungsmodelle zu evaluieren. Alle Szenarien erfüllen den Nährstoff- und Energiebedarf der Milchkuh. Die Ergebnisse der Futter- und Umweltbewertung ergab, dass die durchschnittliche tägliche Energie korrigierte Milchmenge (ECM) bei 19 kg/d und zwischen 11 und 27 kg lag. Rationsauswertungen ergaben, dass im Mittel von allen Betrieben die ME-Aufnahme 184 MJ/d betrug. Die ME-Aufnahme lag im Bereich zwischen 115 und 225 MJ/d bei Kühen von niedriger bis hoher Leistung. Die RUCP-Aufnahmen waren in sechs Betrieben niedriger als die Bedarfsanforderungen, sie betragen zwischen 19 und 137 g/d. In zwei Betrieben waren die RUCP-Aufnahmen höher und deckten die Bedarfsanforderungen (32 und 93 g/d). Die P-Aufnahme lag zwischen 3 und 30 g/d und damit über den Anforderungen in allen Betrieben (mittleres Überangebot = 19g/d). Die Milch-Stickstoff-Effizienz (Milch N/ Aufnahme N) variierte zwischen 19% bei Kühen mit niedrigen Leistungen und 28% bei Kühen mit hohen Leistungen. Die durchschnittliche Milch-Stickstoff-Effizienz in allen Betrieben lag bei 24%. Die gesamten Emissionen (CO<sub>2</sub>-equ) lagen zwischen 0.90 und 1.80 kg CO<sub>2</sub>-equ /kg ECM. Das CH<sub>4</sub>-Gas aus Verdauungsvorgängen und Gülle (52%) erbrachte den höchsten Anteil an CO<sub>2</sub>-equ Emissionen. Die indirekten Emissionen von N<sub>2</sub>O- und CO<sub>2</sub>-Gasen betragen zusammen 28% der Gesamt-CO<sub>2</sub>- equ Emissionen. Die Emissionen wurden deutlich von der Höhe der Milchproduktion (r<sup>2</sup> = 0.93) und die Höhe der eDMI (r<sup>2</sup> = 0.88) angetrieben, während die

Gesamtemissionen nicht durch die Rationszusammensetzung beeinflusst wurde. Beim Vergleich von Milchkühen mit niedriger und hoher Leistung bewirkte eine um 16 kg ECM/d höhere Milchleistung 85 g/d mehr Stickstoff in der Milch und eine Verringerung von 0.90 kg CO<sub>2</sub>-equ/kg ECM. Die Status-Quo-Analyse von drei typischen landwirtschaftlichen Betrieben zeigte, dass die Kosten für die Milchproduktion in kleinen Betriebstypen 21% niedriger als in großen Betrieben ausfiel. Modellierung alternativer Fütterungsszenarien zeigten, dass die Kosten der Milcherzeugung in größeren Betriebstypen um 6 US-\$ / 100 kg ECM durch der Anwendung des DL-Szenario im Vergleich zur aktuellen Situation reduziert werden kann. Bei der Anwendung des DL-Szenarios (hohe Aufnahme von Nebenprodukte der Lebensmittelindustrie in der Ration) wurden zusätzlich GHG-Emissionen (in CO<sub>2</sub>-equ) um 15% durch niedrigere Kraftfuttergaben von 70% in der Ration im Vergleich zu der aktuellen Fütterung reduziert. Eine Vermeidung von CO<sub>2</sub>-equ Emission zwischen 70 und 290 g/kg ECM ist möglich. Alternative Fütterungs-Management-Szenarien müssen für die zukünftige Entwicklung der Milchproduktionssysteme berücksichtigt werden. Diese beinhalten auch Betriebe mit geringem Kraftfuttereinsatz, denn sie erwirtschaften Profit und mindern Umweltbelastungen.