

CÁC YẾU TỐ HỆ THỐNG, THỰC VẬT VÀ ĐỘNG VẬT ẢNH HƯỞNG VIỆC ĐƯA ĐỒNG CỎ VÀO KHẨU PHẦN ĂN VÀ TÁC ĐỘNG CỦA CHÚNG ĐẾN VIỆC XÂY DỰNG KHẨU PHẦN ĂN CHO BÒ SỮA

Nguyễn Văn Quang

Viện Chăn nuôi

Tác giả liên hệ: Nguyễn Văn Quang; Điện thoại: 0989637328; Email: quangvcn@gmail.com

TÓM TẮT

Việc xây dựng khẩu phần ăn trong hệ thống chăn nuôi bò sữa dựa vào đồng cỏ là một thách thức vì chất lượng và số lượng của đồng cỏ sẵn có, thường tạo nên khẩu phần cơ bản, liên tục thay đổi. Mục tiêu của bài viết này là đề cập đến việc xem xét sâu hơn về các đặc điểm dinh dưỡng của chế độ ăn trên đồng cỏ, xác định các yếu tố hệ thống, thực vật và động vật tiềm năng tạo điều kiện cho việc đưa chế độ ăn từ đồng cỏ vào bò sữa. Trong thực tế, có rất nhiều hệ thống dựa trên đồng cỏ với việc sử dụng đồng cỏ chiếm ưu thế hoặc tối thiểu, đòi hỏi phải có sự phân loại cụ thể hơn có khả năng xem xét số lượng và thời gian tiếp cận đồng cỏ, tiếp cận nhà ở, độ dài của mùa chăn thả, tính thời vụ của việc sinh bê, mức độ và phương pháp bổ sung. Có sự khác biệt quan trọng về chất lượng dinh dưỡng giữa các loài chăn nuôi và thậm chí cả các giống cây trồng. Tuy nhiên, theo các biện pháp quản lý thúc đẩy việc duy trì đồng cỏ ở trạng thái sinh dưỡng cũng như kiểm soát sự sẵn có của đồng cỏ, có thể đạt được lượng chất khô hấp thụ cao (~2,9%-3,4% trọng lượng sống) của đồng cỏ với chế độ ăn từ trung bình đến cao. Mật độ năng lượng, cung cấp protein và khả năng tiêu hóa. Lượng đồng cỏ đưa vào khẩu phần sẽ phụ thuộc vào một số yếu tố, chẳng hạn như loại hệ thống sản xuất, chi phí thức ăn bổ sung và mục tiêu của người nông dân, nhưng việc đưa vào khoảng 40% đến 50% khẩu phần dưỡng như có khả năng làm giảm chi phí trong khi dưỡng như không hạn chế lượng thức ăn tự nguyện. Xem xét rằng dưỡng như có sự liên tục của các hệ thống quản lý trung gian, cần phải hiểu rõ hơn về các yếu tố vốn có của thành phần thức ăn được sử dụng, cũng như việc sử dụng chất dinh dưỡng của bò và các tương tác tiềm ẩn giữa động vật × hệ thống cần được giải quyết sâu hơn. Điều này đòi hỏi một cách tiếp cận phân tích tổng hợp, nhưng do tính đa dạng của hệ thống chăn nuôi trên đồng cỏ trong thực tế nên thông tin hiện có rất rời rạc. Một định nghĩa rõ ràng về “các hệ thống con” là cần thiết để định hướng nghiên cứu và phát triển các mô hình cơ học trong tương lai.

Từ khóa: Bò sữa, hạn chế dinh dưỡng, hệ thống chăn nuôi trên đồng cỏ, cân bằng khẩu phần

GIỚI THIỆU

Ở các vùng ôn đới, đồng cỏ được chăn thả có thể là thức ăn chính cho bò sữa (Van Vuuren và Van den Pol-van Dasselaar, 2007). Các hệ thống chăn thả này sử dụng các loài cỏ và cây họ đậu khác nhau, nhưng cỏ lúa mạch đen lâu năm (*Lolium perenne* L.) nói chung là loài được sử dụng chủ yếu do sản lượng thức ăn thô xanh cao và chất lượng dinh dưỡng cho động vật nhai lại chăn thả (Leaver, 1985). Một hệ thống chăn thả dựa vào đồng cỏ (PS) thường gắn liền với việc sinh bê theo mùa vào mùa xuân, trong đó nguồn thức ăn chính trong năm là đồng cỏ được chăn thả trực tiếp (Roche và cs., 2017). Hệ thống này ủng hộ việc sử dụng động vật có kích thước và sản lượng nhỏ hơn so với các hệ thống nhốt, nhưng nó thúc đẩy sản xuất trên một đơn vị diện tích và sức khỏe của động vật (khả năng xử lý những xáo trộn khi thay đổi nguồn cung cấp và chất lượng thức ăn, trong khi vẫn duy trì hiệu suất, sinh sản và khả năng sống sót của chúng), trong số những người khác; Roche và cs., 2018). Tuy nhiên, PS có thể khác nhau, từ những hệ thống mà đồng cỏ là nguồn dinh dưỡng chính đến các hệ thống trong đó đồng cỏ chỉ là thức ăn thô xanh bổ sung cho gia súc được cho ăn chủ yếu theo khẩu phần hỗn hợp một phần (PMR; Washburn và Mullen, 2014).

Đã có báo cáo rằng các chủng di truyền sữa khác nhau (tức là kiểu gen trong giống từ các quốc gia khác nhau) có thể có khả năng hoạt động khác nhau trong các hệ thống cho ăn khác nhau (Jacobs, 2014). Hiện tượng này được gọi là tương tác giữa kiểu gen - môi trường và các quá trình sinh lý kiểm soát những khác biệt này vẫn cần được nghiên cứu sâu, nhưng điều này

cho thấy rằng có những động vật tương thích hơn để sử dụng trong mỗi hệ thống sản xuất (Dillon, 2007; Roche và cs., 2017). Công việc trước đây đã giải quyết một số hạn chế về dinh dưỡng khi xây dựng khẩu phần ăn trên PS (Kolver, 2000; Kolver, 2003), nhưng các đánh giá đề cập đến những tiến bộ gần đây trong dinh dưỡng bò sữa, cũng như sự tương tác của nó với các biến thể PS khác nhau và kiểu gen của động vật còn thiếu. Vì vậy, hiểu được các đặc điểm của việc đưa đồng cỏ vào khẩu phần ăn và tác động tiếp theo của chúng đối với việc cung cấp và hạn chế của các chất dinh dưỡng cụ thể, quá trình tiêu hóa của bò và những khác biệt có thể có trong sự phân chia chất dinh dưỡng ở những con bò được chọn trong các điều kiện chăn thả khác nhau, là một thách thức phải được làm sáng tỏ để xác định nhu cầu dinh dưỡng và cải thiện các mô hình dự đoán. Mục tiêu của bài viết này là đề cập đến việc xem xét sâu hơn về các đặc điểm dinh dưỡng của chế độ ăn trên đồng cỏ, xác định các yếu tố hệ thống, thực vật và động vật tiềm năng tạo điều kiện cho việc đưa chế độ ăn từ đồng cỏ vào bò sữa.

SỰ ĐA DẠNG CỦA HỆ THỐNG SẢN XUẤT SỮA TRÊN ĐỒNG CỎ

Theo truyền thống, các hệ thống sản xuất sữa chủ yếu được phân loại theo nguồn thức ăn chủ yếu là việc sử dụng và tiếp cận đồng cỏ (hạn chế hoặc không hạn chế) với PS liên quan đến động vật thu thập thức ăn trực tiếp từ bãi chăn thả. Mặt khác, chế độ ăn không đồng cỏ có liên quan đến động vật được nuôi trong chuồng đặc biệt thường được gọi là chuồng nhốt trong đó thức ăn được giao trực tiếp cho chúng thường là chế độ ăn TMR (Mee và Boyle, 2020). Mức độ sử dụng và tiếp cận đồng cỏ cũng như loại chuồng nuôi dẫn đến tính liên tục của các hệ thống quản lý trung gian, gây khó khăn cho việc thiết lập ranh giới rõ ràng giữa các hệ thống. Ví dụ, động vật chăn thả có thể được nuôi nhốt tạm thời trong ngày để tiêu thụ các chất bổ sung riêng lẻ hoặc dưới dạng PMR, hoặc theo mùa, trong khi bò nuôi nhốt có thể được cho ăn cỏ thông qua cắt và mang về chuồng (Van Vuuren và Van den Pol-van Dasselaar, 2007; Mee và Boyle, 2020). Tính thời vụ của việc sinh bê là một yếu tố liên quan khác khi phân loại các hệ thống sản xuất sữa. Điều này bao gồm 2 loại chính: hệ thống sinh bê vào mùa xuân và hệ thống sinh bê không theo mùa (Boyle và Stockdale, 2011; Mayne và cs., 2011). Trước đây, việc sinh bê được tập trung trùng với thời điểm đồng cỏ bắt đầu tăng trưởng nhanh vào mùa xuân để đảm bảo chế độ ăn chủ yếu dựa trên đồng cỏ kéo dài từ 7 đến 9 tháng trong thời kỳ bò có nhu cầu dinh dưỡng cao nhất. Trong các hệ thống đẻ không theo mùa, bò đẻ quanh năm vì điều kiện môi trường và lượng thức ăn sẵn có có thể được kiểm soát một phần bằng cách áp dụng biện pháp nhốt một phần hoặc toàn bộ trong năm (Mayne và cs., 2011). Sinh bê theo mùa vào mùa thu là một hệ thống ít phổ biến hơn, nhưng nó hợp lý ở những quốc gia nơi sữa sản xuất vào mùa đông có giá cao hơn. Hệ thống này yêu cầu bổ sung nhiều hơn các loại thức ăn thô xanh được bảo quản trong mùa thu và mùa đông, nhưng nó có thể dẫn đến sản lượng sữa trên mỗi chu kỳ sữa nhiều hơn so với sinh bê vào mùa xuân, được giải thích bởi khả năng tiết sữa kéo dài hơn. Hệ thống đẻ hai mùa có thể được thực hiện khi mùa thu cho phép đồng cỏ phát triển quan trọng.

Theo truyền thống, New Zealand gắn liền với PS, nơi có khoảng 80% vật chất khô ăn vào (DMI) của bò sữa đến từ đồng cỏ (đồng cỏ được chăn thả và đồng cỏ ủ chua), 7% từ các loại cây trồng khác và 13% từ thực phẩm bổ sung (Roche và cs., 2017). Tình trạng tương tự cũng xảy ra ở các hệ thống chăn nuôi bò sữa của Ireland, nơi DMI trên đồng cỏ hàng năm cũng là 80%, với 18% từ thức ăn tinh và 2% từ thức ăn thô xanh thay thế (ngũ cốc ủ chua nguyên vụ, ngô ủ chua và củ cải đường; O'Brien và cs., 2018). Nhiều quốc gia khác ở Châu Âu, Bắc và Nam Mỹ cũng đưa đồng cỏ vào khẩu phần ăn của bò sữa, nhưng với tỷ lệ đưa vào thấp hơn so với hệ thống chăn nuôi bò sữa của New Zealand hoặc Ireland vì mùa chăn thả ngắn hơn (dưới 6 tháng do khí hậu bất lợi). Điều kiện, cần có nơi ở vào mùa đông hoặc do sự thay đổi hàng

năm về chất lượng đồng cỏ cùng với sản lượng sữa cao hơn của gia súc được sử dụng, đòi hỏi phải sử dụng thêm chất bổ sung (van den Pol-van Dasselaar và cs., 2020; Morales và cs., 2021). Úc, Ireland, Vương quốc Anh và New Zealand, cùng với các quốc gia khác, đã xác định các hệ thống cho ăn khác nhau dựa trên thời gian, mục đích và số lượng chăn thả, nhà ở, lượng thức ăn mua cho mỗi con bò và thức ăn bổ sung được sử dụng (García và Fulkerson, 2005; March và cs., 2014; Ramsbottom và cs., 2015). Ví dụ, Wales và Kolver, năm 2017 đã mô tả 5 hệ thống cho ăn khác nhau ở Úc và New Zealand, từ chủ yếu chăn thả và ít sử dụng thức ăn bổ sung đến chỉ TMR. Để mô tả chính xác hơn các đặc tính của hệ thống sản xuất, các khía cạnh kỹ thuật, kinh tế và xã hội cũng có thể được xem xét. Nhiều nỗ lực khác nhau đã được thực hiện, đặc biệt là ở các nước đang phát triển, nhằm phân loại các nhóm nhà sản xuất theo thực tế tương tự nhằm định hướng chính sách công cũng như xác định các nhu cầu công nghệ cụ thể. Những khác biệt quan trọng về mức độ hiện đại hóa giữa các trang trại, với khoảng cách lớn để cải thiện các chỉ số, chẳng hạn như sản lượng sữa riêng lẻ và sản lượng sữa trên một đơn vị diện tích, tỷ lệ thả giống, hiệu quả lao động, khả năng sinh sản của đàn và chất lượng sữa đã được xác định (Gonzalez- Mejia và cs., 2018). Do đó, cần có các chỉ số hiệu suất chính tích hợp để tính toán chính xác tính đa dạng trong các hệ thống chăn nuôi bò sữa và xác định các chiến lược cải tiến theo cụm cụ thể.

ĐẶC ĐIỂM CỦA VIỆC ĐƯA ĐỒNG CỎ VÀO KHẨU PHẦN ĂN CỦA BÒ

PS theo mùa thường gắn liền với nhiều lợi ích kinh tế như dễ dàng xây dựng đồng cỏ, yêu cầu cơ sở hạ tầng thấp hơn, chi phí vận hành trên mỗi kg sữa thấp, khả năng tiếp cận các thị trường có giá trị cao nhờ nhận thức được lợi ích phúc lợi động vật, cũng như những cải thiện tiềm năng về dinh dưỡng, chất lượng sản phẩm sữa và tính bền vững của trang trại (Roche và cs., 2017; Moscovici Joubert và cs., 2021). Tuy nhiên, ở hầu hết các quốc gia sử dụng chế độ ăn dựa trên đồng cỏ, có sự khác biệt lớn về cơ sở thức ăn trong suốt cả năm, do đó lượng ăn vào từ đồng cỏ không nhất thiết phải chiếm ưu thế trong một số mùa do điều kiện môi trường. Sự thay đổi của nguồn cung cấp đồng cỏ đã tăng lên trong những năm gần đây do điều kiện khí hậu thay đổi bao gồm mùa đông kéo dài (làm chậm sự phát triển của đồng cỏ vào đầu mùa xuân) và hạn hán vào mùa hè, cả hai đều đòi hỏi phải tăng cường cung cấp thức ăn bổ sung (Jacobs, 2014; Beltrán và cs., 2022). Các yếu tố khác góp phần vào việc sử dụng chất bổ sung là khai thác tiềm năng di truyền ngày càng tăng của bò, tăng nguồn cung cấp sữa trái mùa hoặc kéo dài thời gian cho con bú và sự sẵn có của các sản phẩm phụ nông nghiệp tương đối rẻ hơn (Jacobs, 2014). Mặc dù các yếu tố ảnh hưởng đến lượng ăn vào từ đồng cỏ, cũng như những hạn chế của một số chất dinh dưỡng đa lượng (chủ yếu là carbohydrate) đối với lượng ăn vào và cung cấp năng lượng, đã được thảo luận trước đây (Kolver, 2000; Kolver, 2003), các cuộc thảo luận trước đây chỉ giới hạn ở đồng cỏ vì thức ăn chủ yếu hoặc thức ăn duy nhất chứ không phải là một thành phần thay đổi của chế độ ăn tổng thể.

Lượng chất khô

Các yếu tố ảnh hưởng đến DMI đồng cỏ đã được thảo luận rộng rãi trước đây (Bargo và cs., 2003; Dillon, 2007; Taweel, 2007). Những yếu tố này được phân loại là môi trường, thực vật, động vật và quản lý. Các yếu tố môi trường liên quan đến khí hậu và loại đất, quyết định tính thời vụ của việc phát triển đồng cỏ, ảnh hưởng trực tiếp đến tính sẵn có của nó. Sự thay đổi lớn về tốc độ tăng trưởng hàng năm-gần như bằng 0 vào mùa đông hoặc mùa hè khô hạn nhưng vượt quá 100 kg DM ha/ngày vào mùa xuân (Ferris, 2007) đặt ra thách thức đầu tiên, đảm bảo cung cấp đủ đồng cỏ chất lượng trong suốt cả năm. Các hệ thống chăn thả theo mùa nghiêm ngặt đã có thể giải quyết vấn đề này bằng cách sử dụng các động vật có sản lượng cá

thể thấp (thường không vượt quá 5.000 kg sữa mỗi lần cho con bú), do đó có yêu cầu dinh dưỡng thấp hơn có thể được đáp ứng chủ yếu bằng đồng cỏ sẵn có, nhưng ưu tiên sản xuất hơn. mỗi ha. Ngoài ra, hệ thống này yêu cầu quản lý sinh sản chặt chẽ để bò cái đẻ 365 ngày một lần và trong một khung thời gian ngắn (khoảng 60 ngày) để tránh sự phân tán của bê và do đó điều chỉnh giai đoạn có nhu cầu dinh dưỡng cao nhất với lượng đồng cỏ sẵn có lớn nhất (Roche và cs., 2017).

Một số yếu tố thực vật giúp tối đa hóa lượng ăn vào là cấu trúc và thành phần của tán cây. Nhiều loài cỏ được sử dụng để chăn thả bò sữa ở vùng PS ôn đới, với cỏ lúa mạch đen lâu năm là loài cỏ chiếm ưu thế và cỏ ba lá trắng (*Trifolium repens* L.) là cây họ đậu chiếm ưu thế. Theo truyền thống, việc sử dụng đồng cỏ hỗn hợp cỏ lúa mạch đen lâu năm với cỏ ba lá trắng đã được khuyến nghị thay vì sử dụng cỏ lúa mạch đen độc canh do tăng DMI và sản xuất sữa, đồng thời giảm nhu cầu bón phân N tổng hợp do cố định đạm cộng sinh (Dineen và cs., 2018). Tuy nhiên, do khó duy trì tỷ lệ cần thiết của cỏ ba lá trắng trên đồng cỏ, cũng như sự cải tiến di truyền liên tục ở cỏ lúa mạch đen, nhiều nông dân đã áp dụng độc canh cỏ lúa mạch đen và bón phân hóa học N tổng hợp. Các chương trình chọn lọc di truyền ở cỏ lúa mạch đen lâu năm đã làm tăng đáng kể năng suất đồng cỏ hàng năm và khả năng tồn tại trong các mùa khác nhau, chất lượng dinh dưỡng cũng như khả năng kháng sâu bệnh (Gilliland và cs., 2021). Các giống cỏ hàm lượng đường cao đã được đề xuất như một lựa chọn để tăng DMI và sản lượng sữa do chúng có vị ngon hơn và cung cấp năng lượng hơn. Tuy nhiên, do lượng carbohydrate hòa tan trong nước (WSC) tăng lên một chút trong thực tế (~ 30 g/kg DM), nó không chuyển thành những thay đổi đáng kể trong hành vi chăn thả, chức năng dạ cỏ và hiệu suất của vật nuôi. Tương tự, các giống cây trồng có khả năng tiêu hóa OM cao hơn và khả năng phân hủy chất xơ dạ cỏ cao hơn đã được đề xuất, nhưng sự khó khăn trong việc đo lường cũng như việc thiếu các biến thể di truyền tự nhiên ở những tính trạng này đã hạn chế việc chọn lọc (Taweel, 2007). Thành phần hóa học của các loại cỏ chăn nuôi thường được sử dụng ở trạng thái sinh dưỡng tương đối giống nhau giữa các loài; tuy nhiên, tính thời vụ cao ở các loài được chọn lọc kém khiến chúng nhanh chóng bị phân hóa và giảm khả năng tiêu hóa so với cỏ lúa mạch đen. Sự gia tăng DMI khi sử dụng đồng cỏ đa loài được cho là do tiêu hóa nhanh phần hòa tan của cây họ đậu và tỷ lệ phân hủy hạt và di chuyển qua dạ cỏ cao hơn so với cỏ (Niderkorn và Baumont, 2009). Mặc dù có rất nhiều thông tin về các loài đồng cỏ nhưng nó chủ yếu tập trung vào một số loài được sử dụng theo truyền thống. Có ý kiến cho rằng một cách tiếp cận tổng hợp hơn, bao gồm các loài truyền thống và phi truyền thống, sự đa dạng thực vật và hóa chất thực vật đối với dinh dưỡng, phúc lợi, sức khỏe và tác động môi trường của động vật có thể giúp phát triển các hệ thống bền vững và linh hoạt hơn (Distel và cs., 2020).

Các yếu tố động vật thúc đẩy khả năng hấp thụ là thể trọng, khả năng sản xuất sữa, BCS, giai đoạn cho con bú, trạng thái mang thai và tuổi tác (Peyraud và Delagarde, 2013). Việc so sánh chế độ ăn chỉ có đồng cỏ với TMR được thực hiện bởi Kolver và Muller, 1998 thường được tham khảo để chứng minh sự khác biệt về lượng ăn vào tiềm năng giữa các hệ thống sản xuất. Trong nghiên cứu đó, DMI được ghi nhận là 19,0 và 23,4 kg/ngày, và sản lượng sữa lần lượt là 29,6 và 44,1 kg/ngày khi so sánh chế độ ăn chỉ có đồng cỏ với TMR. Tuy nhiên, những giá trị về lượng ăn vào và sản lượng sữa trong chế độ ăn chỉ có đồng cỏ chỉ có thể đạt được trong một khoảng thời gian ngắn của mùa chăn thả. Do đó, xem xét tổn thất BCS và tổn thất chất lượng đồng cỏ, sản lượng sữa trung bình theo lý thuyết dựa trên khẩu phần ăn trên đồng cỏ là khoảng 20 kg/ngày (Ferris, 2007).

DMI tự nguyện cũng có thể bị ảnh hưởng bởi hàm lượng nước của đồng cỏ, dao động từ 70% đến 88% (Estrada và cs., 2004). Giá trị khoảng 18% DM được quan sát thấy ở đồng cỏ mùa xuân, điều này giải thích phần nào lượng tiêu thụ cao hơn khoảng 10% được báo cáo khi so sánh với đồng cỏ mùa thu (~14% DM) trong cùng một biện pháp quản lý (Dillon, 2007). Người ta không tìm thấy tác dụng của nước bên ngoài đối với DMI (Estrada và cs., 2004). Các chiến lược quản lý đồng cỏ khác nhau đã được phát triển để cải thiện việc phân bố đồng cỏ non và nhiều lá cho bò, kích thích DMI và nâng cao hiệu quả sử dụng đồng cỏ. Trong số các biện pháp chính là trợ cấp đồng cỏ (PA) và thời gian phân bố đồng cỏ. Cái trước được định nghĩa là lượng đồng cỏ được cung cấp cho bò trong một ngày chăn thả (thường được đo trên mặt đất) và được biểu thị bằng kg DM/bò mỗi ngày, trong khi cái sau tương ứng với thời gian trong ngày mà đồng cỏ mới (thường là dải chăn thả) được phân bố. Các biện pháp thực hành khác có thể ảnh hưởng đến chất lượng và tính sẵn có của đồng cỏ, và do đó làm thay đổi DMI của đồng cỏ, là tỷ lệ thả giống, tần suất cho ăn, thời gian cắt (đặc biệt là trong các hệ thống cho ăn không chăn thả) và tỷ lệ bón phân (Taweel, 2007; Roche và cs., 2017).

Năng lượng

Kolver (2003) đã báo cáo rằng trong điều kiện quản lý đồng cỏ tốt, lượng ăn vào đồng cỏ đạt được bởi một con bò có kích thước và năng suất trung bình (tức là khoảng 550 kg thể trọng và sản xuất 25 kg sữa/ngày) là đủ để đáp ứng nhu cầu của nó nhưng ở những con bò lớn hơn. với sản lượng lớn hơn, năng lượng sẽ là yếu tố hạn chế đầu tiên của chế độ ăn. Giá trị trên được tính toán bằng cách sử dụng mô hình Hệ thống Protein và Carbohydrate của Cornell Net (CNCPS), xem xét nhu cầu năng lượng hàng ngày gần 50 Mcal/ngày ME và DMI trên đồng cỏ là 3,15% BW. Vì vậy, nồng độ ME trung bình của khẩu phần phải là ~2,86 Mcal/kg DM. Sản lượng sữa cao hơn báo cáo trước đây có thể đạt được trong thời gian chăn thả ngắn vào mùa xuân, trong đó DMI đồng cỏ có thể đạt 3,5% BW (~19 kg DM/bò đồng cỏ mỗi ngày), điều này giải thích cho mức gần 30 kg/ngày sản lượng sữa được ghi nhận bởi Kolver và Muller, 1998. Tuy nhiên, để duy trì sản lượng sữa trên 35 kg/ngày, cần phải cung cấp vượt quá 60 Mcal ME, và ngay cả trong kịch bản DMI đồng cỏ tối đa, nồng độ năng lượng trên 3,0 Mcal/ kg DM của ME sẽ được yêu cầu (Kolver, 2003). Ryegrass tươi có thể đạt giá trị mục tiêu ~2,86 Mcal/kg DM trong một vài tháng vào mùa xuân, nhưng sau đó mật độ năng lượng nhanh chóng giảm xuống giá trị ~2,40 Mcal/kg DM vào mùa hè. Giá trị năng lượng gần với giá trị của mùa xuân cũng có thể được ghi nhận vào mùa thu, tùy thuộc vào việc quản lý đồng cỏ và thậm chí trong mùa đông ở những nơi không có tuyết (Fulkerson và cs., 1998). Các giống lúa mạch đen có ME cao đã được phát triển trong những năm gần đây bằng cách tăng hàm lượng axit béo. Mục tiêu tăng ít nhất 0,25 Mcal tổng năng lượng/kg DM đã được đề xuất để có tác động liên quan đến năng lượng tiêu thụ; tuy nhiên, người ta đã quan sát thấy không quá 0,8% đến 1,4% lượng axit béo tăng lên trên cơ sở DM, tương đương với mức tăng từ 0,08 đến 0,13 Mcal tổng năng lượng/kg DM (Beechey-Gradwell, 2021). Mật độ năng lượng của đồng cỏ được xác định bởi hàm lượng chiết xuất ether thấp (tức là ~ 3% trên cơ sở DM) và tỷ lệ NFC thấp. Hàm lượng tinh bột của cỏ lúa mạch đen thấp, trung bình 1,5% trên cơ sở DM, trong khi WSC dao động từ 5% đến 25% DM, tùy theo trạng thái hiện tượng học và mùa vụ (Fulkerson và Donaghy, 2001). Đồng cỏ lúa mạch đen mùa xuân thường có WSC trung bình ~15% trên cơ sở DM, trong khi giá trị mùa thu là khoảng 5% đến 10% DM (Beltrán và cs., 2022). Có ý kiến cho rằng các giống lúa mạch đen có hàm lượng đường cao (thường dao động từ 15% đến 25% WSC trên cơ sở DM) có thể tăng sản lượng sữa do DMI lớn hơn (do ngon miệng hơn) và thành phần hóa học cân bằng hơn trên đồng cỏ (CP thấp hơn) và hàm lượng NDF) cải thiện khả năng sản xuất và tiêu hóa vi sinh vật dạ cỏ, nhưng không tìm thấy tác

động tích cực nào đến DMI, sản lượng sữa và thành phần sữa (Taweel, 2007). Chất xơ hòa tan trong chất tẩy rửa trung tính (NDSF) thường chiếm một phần nhỏ trên đồng cỏ, dao động từ 5% đến 15% DM, nhưng nó cung cấp một phần nguồn cung cấp năng lượng (Morales và cs., 2021). Nó chứa pectin, β -glucans, galactan và các hợp chất hữu cơ khác, nhưng vì nó thường được tính toán bằng sự khác biệt nên nó có thể có sai số đo lường phân tích lớn (Hall, 2014). Việc xác định hàm lượng đường là một trong những nguồn sai sót chính khi ước tính hàm lượng NDSF, trong đó WSC được ưu tiên thay vì xác định carbohydrate hòa tan trong etanol vì phương pháp này chiết xuất hoàn toàn fructan, tránh đánh giá quá cao hàm lượng NDSF. Dineen và cs. (2021) đã báo cáo các giá trị lần lượt là 12,4% và 21,6% trên cơ sở DM bằng cách sử dụng phương pháp xác định carbohydrate hòa tan trong ethanol hoặc WSC, cho thấy rằng nên sử dụng quy trình tiêu chuẩn để so sánh chính xác các đồng cỏ. Khẩu phần ăn trên đồng cỏ thường có trung bình khoảng 20% NFC, nhưng giá trị này có thể thấp tới 10% trong một số mùa, do đó, nguồn cung cấp năng lượng chính trong khẩu phần ăn trên đồng cỏ thường đến từ sự phân hủy carbohydrate cấu trúc (Morales và cs., 2021).

Chất đạm

Hàm lượng CP được khuyến nghị trong khẩu phần ăn của bò sữa thay đổi từ 16% đến 17,5% trên cơ sở chất khô, đối với những con bò sản xuất khoảng 30 và 50 kg sữa/ngày tương ứng (NASEM, 2021). Tuy nhiên, đồng cỏ có hàm lượng CP thay đổi, dao động từ 13% đến 27% trên cơ sở vật chất khô tùy thuộc vào loài trên đồng cỏ, giai đoạn hiện tượng học, phân bón và mùa vụ (Keim và cs., 2013). Do đó, chế độ ăn chủ yếu dựa trên đồng cỏ thường chứa CP quá mức (~18%-21%), vấn đề càng trở nên trầm trọng hơn khi những chế độ ăn này được cung cấp cho bò sản xuất trung bình (Morales và cs., 2021). Hàm lượng CP cao trong cỏ lúa mạch đen một phần là kết quả của quá trình chọn lọc di truyền, đặc biệt bằng cách giảm hàm lượng chất xơ nhưng tăng hàm lượng tế bào, tạo ra thức ăn thô xanh có khả năng tiêu hóa cao, nhưng khi được sử dụng làm nguồn thức ăn duy nhất (đặc biệt là trong mùa xuân), nó sẽ thường vượt quá nhu cầu protein dinh dưỡng của gia súc (Gilliland và cs., 2021). Điều này dẫn đến giá trị hiệu quả sử dụng nitơ (NUE) thấp trong chế độ ăn nghiêm ngặt trên đồng cỏ, thường dưới 25%, trong khi giá trị từ 25% đến 30% có thể đạt được với đồng cỏ cộng với chất bổ sung (tùy thuộc vào loại và mức độ bổ sung) khác xa so với giá trị lớn hơn 40% đạt được trong một số hệ thống sử dụng chế độ ăn TMR (Beltrán và cs., 2022).

Mặc dù việc sử dụng CP là hướng dẫn chung khi xây dựng khẩu phần ăn, mục tiêu chính trong dinh dưỡng protein là mô tả đặc điểm thức ăn theo các phần RDP và RUP của chúng, dự đoán sự chuyển đổi RDP thành protein vi sinh vật dạ cỏ (MCP) và xác định MP và AA có thể chuyển hóa. hiệu quả sử dụng (NASEM, 2021). Thật không may, nghiên cứu về các chủ đề này ít được phát triển đối với PS vì việc sử dụng nó ít thường xuyên hơn trên toàn thế giới, nhưng chủ yếu là do sự khác biệt lớn về số lượng và chất lượng của các loài được sử dụng trong PS, cũng như khó khăn hơn trong việc xác định lượng ăn vào. Thực tế khuyến nghị cho bò đang cho con bú là 10% RDP và ~6% đến 7,5% RUP trên cơ sở DM, mức sau tùy thuộc vào sản lượng sữa (NASEM, 2021). Điều này tương đương với 38% đến 43% RUP trên cơ sở CP. Tuy nhiên, động học phân hủy protein đối với các loài đồng cỏ khác nhau cho thấy hàm lượng RDP thay đổi từ 72% đến 90% CP tùy theo mùa (Keim và cs., 2013). Do đó, cỏ lúa mạch đen chứa 25% CP với 85% RDP sẽ chỉ chứa 3,75% RUP trên cơ sở DM, điều này gây hạn chế cho bò sữa mặc dù hàm lượng CP quá cao. Một hạn chế nữa khi thiết lập nguồn cung cấp N là thời gian thủy phân duy nhất (21 - 24 giờ) thường được sử dụng để xác định hàm lượng AA trong mẫu thức ăn. Tuy nhiên, điều này có thể dẫn đến sự phục hồi không hoàn toàn đối với một số AA, do đó, hệ số hiệu chỉnh cho từng AA và thậm chí giữa các loại

protein khác nhau có thể được sử dụng để ước tính một cách thích hợp nguồn cung cấp AA thực sự cho bò sữa (Lapierre và cs., 2019). Dineen và cs. (2021) đã báo cáo rằng nồng độ Ile và Val bị đánh giá thấp khi sử dụng một lần thủy phân HCl trong 21 giờ, cho thấy rằng cần phải có quy trình thủy phân nhiều lần để dự đoán nồng độ AA thực sự của cỏ lúa mạch đen.

Sự suy thoái dạ cỏ của CP trong khẩu phần ăn là một yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến quá trình lên men dạ cỏ và cung cấp AA cho bò sữa. Protein có thể phân hủy trong dạ cỏ cung cấp phần lớn N theo yêu cầu của vi sinh vật dạ cỏ và bao gồm chủ yếu là peptide, AA tự do và urê. MCP được tổng hợp trong dạ cỏ thường cung cấp hầu hết AA đi vào ruột non (~60% lượng N chảy vào tá tràng), với sự tổng hợp của nó bị ảnh hưởng bởi các yếu tố khác nhau bao gồm DMI, tốc độ thoái hóa (Kd) của các thành phần khẩu phần trong dạ cỏ và tốc độ di chuyển (Kp) dịch tiêu hóa từ dạ cỏ (Kolver, 2003; NASEM, 2021). Sự phụ thuộc lớn vào nguồn cung cấp N của vi sinh vật vào tổng dòng NAN (~82% dòng Nomasal) đã được báo cáo đối với những con bò tiêu thụ chế độ ăn dựa trên lúa mạch đen tươi, do đó cần phải định lượng thêm AA cụ thể góp phần vào dòng NAN này (Dineen và cs., 2020). Theo truyền thống, các mô hình dinh dưỡng sử dụng động học phân hủy CP trong dạ cỏ để tính toán độ phân hủy của từng AA riêng lẻ (giả sử rằng tất cả chúng đều bị phân hủy với tốc độ như nhau trong dạ cỏ; Van Duinkerken và cs., 2011). Điều này, cùng với sự phân hủy CP dạ cỏ cao trên đồng cỏ, có thể dẫn đến sai sót khi ước tính sự phân hủy của một số AA, có khả năng đánh giá quá cao việc cung cấp một số AA trong khẩu phần ăn. Tốc độ phân hủy protein có thể bị ảnh hưởng nhiều bởi giống cỏ, độ trưởng thành và khoảng thời gian tái sinh, trung bình là 23%/giờ ở cỏ lúa mạch đen (Sun và cs., 2010). Tỷ lệ cao này, cùng với giá trị Kp thu được từ thức ăn thô xanh nhỏ hơn so với thức ăn tinh (lần lượt là 4,87 so với 5,28%/giờ), giải thích sự phân hủy protein cao của đồng cỏ (Hanigan và cs., 2021). Đồng cỏ cũng có đặc điểm là có hàm lượng protein hòa tan (SP) cao, dao động từ 30% đến 77% trong cỏ lúa mạch đen (Sun và cs., 2010; Keim và cs., 2013). Mặc dù SP có sẵn để các vi sinh vật dạ cỏ sử dụng nhưng do hàm lượng SP cao trong đồng cỏ nên một phần của nó cũng có thể thoát vào ruột, cung cấp một số AA tự do. Giá trị 8% đã được báo cáo đối với SP thoát khỏi dạ cỏ nhưng giá trị này có thể khác nhau đối với từng phần nhỏ (Volden và cs., 2002). Điều này gợi ý rằng khẩu phần có quá nhiều N có thể làm tăng thoát vị dạ cỏ của AA và do đó làm tăng MP, bù đắp một phần cho nguồn cung cấp MCP hạn chế; tuy nhiên, cần lưu ý rằng điều này sẽ làm tăng nồng độ urê trong máu và sữa. Điều này có liên quan đến việc giảm khả năng sinh sản, dễ mắc các bệnh chuyển hóa và tác động tiêu cực đến môi trường (Raboisson và cs., 2017). Người ta đã đề xuất rằng sự sẵn có đồng bộ của protein và năng lượng trong dạ cỏ sẽ cho phép sử dụng các chất dinh dưỡng hiệu quả hơn, do đó cải thiện việc sản xuất các sản phẩm vi sinh vật, tăng cường cung cấp chất dinh dưỡng cho vật nuôi và có khả năng cải thiện hiệu suất chăn nuôi của vật nuôi (Sinclair và cs., 1993; Hall và Huntington, 2008). Mặc dù lý thuyết này rất hấp dẫn vì nó xem xét ảnh hưởng của khẩu phần trong ngày và sự tương tác của các chất dinh dưỡng và các thành phần phụ khác nhau, nhưng không có bằng chứng rõ ràng nào về sự không đồng bộ của chất dinh dưỡng trong dạ cỏ được tìm thấy trong thực tế (Hall và Huntington, 2008). Hiệu ứng không đồng bộ rõ ràng hơn có thể xảy ra trong mô hình cho ăn của PS, trong đó động vật ăn đồng cỏ có lượng protein có khả năng phân hủy cao và nguồn cung cấp NFC thấp trong vài giờ mỗi ngày và thức ăn bổ sung (thường là các loại ngũ cốc có hàm lượng tinh bột cao) chỉ được cung cấp khi vắt sữa lần (Kolver và cs., 1998a). Tuy nhiên, những tác động tiêu cực tiềm tàng trong quá trình sản xuất protein của vi sinh vật do sự không đồng bộ của năng lượng dạ cỏ và nguồn cung cấp N có thể được bù đắp bằng việc tái sử dụng urê N, có thể không ảnh hưởng đến trạng thái N của toàn bộ động vật (Hall và Huntington, 2008). Kolver và Muller ban đầu đề xuất vào năm 1998 rằng khẩu phần ăn trên đồng cỏ cung cấp đủ MP để duy trì sản

lượng sữa khoảng 38 kg/ngày. Tuy nhiên, một nghiên cứu sau đó cung cấp lượng ăn vào tự do hoặc hạn chế trên đồng cỏ (75% lượng ăn vào tự do) cho những con bò chỉ sản xuất 21,5 và 20,9 kg sữa/ngày, tương ứng, cho thấy một số AA (arginine, methionine và histidine) bị hạn chế khi việc xác định nguồn cung cấp qua đường ruột và thứ tự rõ ràng của việc hạn chế sản xuất AA đã thay đổi thành methionine, lysine và leucine khi lượng tiêu thụ bị hạn chế (Kolver và cs., 1999). Pacheco và cs. (2003) đã xác định dòng AA đến tuyến vú bằng cách sử dụng các động vật tương tự như Kolver và cs. (1999) và phát hiện ra rằng isoleucine, leucine, valine và lysine là EAA có sự phân chia lớn nhất về phía tuyến vú, điều này có thể cho thấy tác dụng hạn chế tiềm tàng đối với quá trình tổng hợp protein sữa và việc hạn chế histidine cũng được đề xuất. Sự không nhất quán rõ ràng về thứ tự giới hạn AA giữa các nghiên cứu có thể phản ánh sự khác biệt về chuyển hóa sau hấp thu giữa các cá thể AA (Kolver và cs., 1999), điều này phù hợp với các nghiên cứu gần đây mâu thuẫn với lý thuyết giới hạn AA duy nhất, đề xuất rằng phản ứng của động vật phải là được nhìn nhận dưới dạng bề mặt phản hồi, được giải thích bằng nhiều sự kết hợp của AA có sẵn (NASEM, 2021; Hanigan, 2022). Điều quan trọng cần lưu ý là các nghiên cứu của Kolver và cs. (1999) và Pacheco và cs. (2003) không tính toán sự hấp thụ qua đường ruột của từng AA và chỉ ước tính chúng bằng cách sử dụng các hệ số trước đó được tính cho các loại thức ăn khác như đậu tương (Stern và cs., 1985). Một phương pháp tiếp cận dựa trên đồng vị ổn định *in vivo* để đánh giá AA được hấp thụ từ thức ăn đã được đề xuất bởi Estes và cs. (2018) và nó được mở rộng bởi Huang và cs. (2021) để mô tả nguồn gốc AA (MCP hoặc từ RUP). Huhtanen và Ahvenjärvi (2022) trong một đánh giá gần đây, đã kết luận rằng có khả năng cải thiện các dự đoán về việc cung cấp MP trong khẩu phần ăn của bò, cho thấy rằng RUP thường được đánh giá quá cao so với MCP, điều này có thể liên quan đến việc đánh giá thấp MP vi khuẩn do đánh giá thấp MP sự đóng góp của động vật nguyên sinh vào dòng protein. Điều này phù hợp với Dineen và cs. (2020) đã báo cáo rằng NAN động vật nguyên sinh tương ứng với 24% dòng NAN của vi sinh vật từ chế độ ăn dựa trên lúa mạch đen. Cần có thông tin chi tiết và chính xác về phần nitơ của đồng cỏ, cùng với phương pháp toàn diện và tiêu chuẩn (phương pháp tiếp cận dựa trên đồng vị ổn định), để đánh giá chính xác khả năng hấp thụ AA qua đường ruột từ đồng cỏ và trong tương lai, nâng cao dữ liệu chính xác nghiên cứu quá trình trao đổi chất sau hấp thu.

Chất xơ

Quá trình lên men trước dạ dày cho phép động vật nhai lại lấy được nhiều năng lượng hơn từ thức ăn thô so với khả năng chỉ sử dụng enzyme trong ruột của động vật có vú, nhưng sự thích nghi tiến hóa này cũng khiến chúng cần một lượng chất xơ tối thiểu nhất định để duy trì chức năng dạ cỏ thích hợp. Do đó, hàm lượng chất xơ trong khẩu phần có thể làm thay đổi lượng thức ăn ăn vào tự nguyện (chủ yếu liên quan đến sự giãn nở của lưới dạ cỏ), quá trình nhai và sản xuất nước bọt sau đó (một chất đệm dạ cỏ quan trọng), lên men và vận động dạ cỏ (bị ảnh hưởng bởi độ nổi của hạt và các đặc tính của thảm dạ cỏ), và thậm chí có thể thay đổi hàm lượng chất béo sữa (Allen, 1996; Westwood và cs., 2003). Các khuyến nghị hiện nay về việc bổ sung NDF vào chế độ ăn nằm trong khoảng từ 25% đến 33% trên cơ sở DM, tùy thuộc vào nguồn chất xơ và hàm lượng tinh bột trong chế độ ăn. Ví dụ, đối với chế độ ăn chứa 30% tinh bột, nên sử dụng 25% NDF và 75% trong số này (19% trên cơ sở DM) phải đến từ thức ăn thô xanh (NASEM, 2021). Loại thứ hai đề cập đến NDF thức ăn thô xanh (fNDF), khuyến nghị nằm trong khoảng từ 17% đến 27% trên cơ sở DM. Khái niệm này được đề xuất để giải thích rõ hơn sự khác biệt giữa các loại thức ăn thô xanh, khả năng lấp đầy dạ cỏ và các yếu tố nguy cơ trong khẩu phần so với việc chỉ sử dụng NDF trong khẩu phần ăn (NASEM, 2021).

Các khái niệm khác đã được đề xuất để thể hiện không chỉ nguồn sợi mà còn cả các đặc tính vật lý của nó. Do đó, NDF hiệu quả (eNDF) được định nghĩa là hiệu quả của chất xơ trong việc duy trì tỷ lệ chất béo sữa; giá trị cho đồng cỏ nằm trong khoảng từ 17% đến 78% NDF (Kolver và de Veth, 2002). NDF hiệu quả về mặt vật lý (peNDF) là một phần NDF kích thích hoạt động nhai và góp phần tạo nên thảm nổi gồm các hạt lớn trong dạ cỏ (Mertens, 1997; Westwood và cs., 2003). Điều quan trọng cần lưu ý là các khái niệm và khuyến nghị tương ứng được đề cập ở trên đã được phát triển và xác nhận chủ yếu bằng cách sử dụng thông tin từ chế độ ăn kiêng TMR. Tuy nhiên, khi khẩu phần ăn chưa được cắt nhỏ và trộn lẫn trước đó như trường hợp của khẩu phần ăn trên đồng cỏ, điều đó khiến cho việc ước tính thực tế về eNDF hoặc peNDF trở nên khó khăn (Westwood và cs., 2003). Điều này có liên quan đến thực tế là kích thước hạt của cỏ tươi thay đổi đáng kể trước và sau khi nhai, các hạt lớn của lá và thân được giữ lại trong dạ cỏ ở các thời điểm khác nhau (lần lượt là 16,1 và 20,2 giờ) và một số hạt lớn có thể thoát ra dạ cỏ và được tìm thấy trong phân (Poppi và cs., 1981; Kolver và cs., 1998b). Vì vậy, thiếu một phương pháp được xác nhận tiêu chuẩn và toàn diện có thể áp dụng cho tất cả các loại chế độ ăn kiêng, hạn chế việc áp dụng thực tế các khái niệm này. Mặc dù vậy, những tiến bộ quan trọng đã được thực hiện để hiểu rõ hơn về thành phần NDF trong thức ăn, vốn không đại diện cho một thành phần đồng nhất thông qua quá trình lên men dạ cỏ (Raffrenato và cs., 2018). Trong số này, Mertens (2002) đã đề xuất một phương pháp để tinh chỉnh việc xác định tỷ lệ NDF bằng cách sử dụng α -amylase và natri sulfite cũng như hiệu chỉnh ô nhiễm tro (aNDFom), Raffrenato và cs. (2018) đã phát triển một phương pháp in vitro để xác định aNDFom không tiêu hóa trong dạ cỏ (uNDF). Những phương pháp cải tiến này đã mang lại kết quả mô tả tốt hơn về phần aNDFom có khả năng tiêu hóa (Raffrenato và cs., 2019). Những khái niệm này cũng dẫn đến những khuyến nghị thực tế mới, chẳng hạn như lượng uNDF tiêu thụ tối đa phải từ 0,39% đến 0,48% được biểu thị bằng %BW (Cotanch và cs., 2014), hoặc hàm lượng peuNDF trong chế độ ăn uống (một khái niệm mới kết hợp peNDF và uNDF) dường như có liên quan tốt hơn đến DMI và ECM (Grant và cs., 2020), nhưng chúng chưa được thử nghiệm trong khẩu phần ăn trên đồng cỏ.

Điều thú vị là, hầu hết các khuyến nghị về chất xơ hiện có trong tài liệu dường như không thể áp dụng trực tiếp cho chế độ ăn dựa trên đồng cỏ, vì chúng được đưa ra cho chế độ ăn TMR (hàm lượng NDF và fNDF của chế độ ăn dựa trên đồng cỏ thường vượt quá các giá trị được đề cập ở trên). Kolver (2000) khuyến nghị cung cấp tối thiểu 35% NDF ở bò tiêu thụ khẩu phần ăn trên đồng cỏ chất lượng tốt và 17% eNDF trên cơ sở DM; tuy nhiên, do sự khác biệt lớn về hàm lượng NDF của đồng cỏ, cũng như giá trị eNDF, nên lượng chất xơ tối thiểu trong chế độ ăn trong thực tế vẫn chưa được xác định. Có ý kiến cho rằng bò chăn thả có thể chịu được giá trị pH gần 5,8 trước khi quá trình lên men OM và khả năng tiêu hóa chất xơ bị ảnh hưởng, điều này cho thấy hàm lượng chất xơ cần thiết sẽ thấp hơn chế độ ăn TMR (de Veth và Kolver, 2001). Mặc dù vậy, vẫn có những báo cáo về tình trạng nhiễm axit cận lâm sàng ở đàn bò sữa vào cuối mùa đông và đầu mùa xuân, khi đồng cỏ phát triển nhanh và chứa hàm lượng nước cao và hàm lượng chất xơ thấp (Westwood và cs., 2003). Một phạm vi rộng về sự thoái hóa dạ cỏ NDF đã được báo cáo trong tài liệu, từ 5 đến 20%/giờ tùy thuộc vào loài đồng cỏ, giai đoạn hiện tượng học, giống, bộ phận cây, mùa vụ, bón phân và quản lý đồng cỏ, và điều này cũng có thể bị ảnh hưởng bởi kỹ thuật đo lường được sử dụng (Sun và cs., 2010; Keim và cs., 2013). Giới hạn trên cho khuyến nghị về chất xơ cũng khó xác định. Điều này có thể liên quan đến khả năng giảm lượng ăn vào tự nguyện cũng như giảm nguồn cung cấp năng lượng trong khẩu phần (Allen, 1996; Kolver, 2003). Chất xơ có tính tẩy trung tính thường lên men và di chuyển từ lưới chậm hơn so với các thành phần khác trong khẩu phần vì nó có tác dụng làm no lâu hơn so với các thành phần thức ăn không có chất xơ (Allen, 1996). Kolver (2003),

trong một phân tích độ nhạy của các đặc tính của cỏ lúa mạch đen sử dụng mô hình CNCPS, đã báo cáo rằng mức tăng 10% về NDF Kd (từ 13 lên 14,3%/giờ) đã cải thiện sản lượng sữa được cho phép bởi chế độ ăn ME và MP cung cấp thêm 0,5 và 0,7 kg. /d tương ứng. Các loài đồng cỏ ôn đới có thể có giá trị NDF khoảng 30% đến 50% (Keim và cs., 2013), điều này giải thích phạm vi rộng của DMI tự nguyện trên đồng cỏ được quan sát thấy trong các mùa khác nhau (10–20 kg DM/ngày) (Morales và cs., 2021). Kolver (2003) cũng xem xét thành phần hóa học của cỏ lúa mạch đen trong phân tích độ nhạy của họ, cho thấy rằng NDF tăng 10% (từ 36% lên 46% DM) làm giảm sản lượng sữa được phép cung cấp ME trong chế độ ăn uống là 0,7 kg/ngày, điều này có liên quan đến các dự đoán của mô hình hàm lượng carbohydrate phi cấu trúc thấp hơn và giảm tổng hợp MCP, điều này cũng dẫn đến sản lượng sữa được AA cho phép thấp hơn. Xét rằng NDF tương ứng với phần hóa học lớn nhất trên đồng cỏ và sự phân hủy của nó thường cung cấp nguồn năng lượng chính trong khẩu phần ăn trên đồng cỏ, điều cần thiết là phải xác định các giới hạn cụ thể cho việc đưa vào khẩu phần ăn của nó (xem xét các phương pháp và khái niệm mới hiện có), cũng như để mô tả sâu hơn các yếu tố khác nhau làm thay đổi thành phần đồng cỏ và sự suy giảm chất xơ trong dạ cỏ ở các loài đồng cỏ khác nhau được quan tâm.

NHỮNG VẤN ĐỀ VỀ VIỆC ĐƯA ĐỒNG CỎ VÀO CHẾ ĐỘ ĂN

Một số yếu tố có khả năng hạn chế số lượng đồng cỏ sẵn có bao gồm các yếu tố khí hậu (mùa, hạn hán, lượng mưa và lũ lụt, sương giá và tuyết, nhiệt độ, độ ẩm tương đối, độ dài ngày, ánh sáng mặt trời, v.v.), các yếu tố phù du (khả năng sinh sản, chất hữu cơ, khả năng thoát nước), trong số những yếu tố khác) và các yếu tố sinh học (sâu bệnh, ký sinh trùng, bệnh tật, các loài động vật ăn cỏ, v.v.) (Zhao và cs., 2020; Gilliland và cs., 2021). Với nhiều yếu tố hạn chế sự sẵn có của đồng cỏ trong năm, rõ ràng là số lượng đồng cỏ này không đủ để đạt được lượng tiêu thụ tự nguyện dự kiến trong phần lớn thời gian của năm (Dillon, 2007). PS có thể khác nhau từ những hệ thống sử dụng đồng cỏ làm nguồn dinh dưỡng chính cho đến các hệ thống trong đó đồng cỏ chỉ được sử dụng làm thức ăn thô xanh bổ sung cho gia súc được cho ăn chủ yếu tại PMR. Do đó, các yếu tố như mức độ bổ sung, thời vụ sinh bê, độ dài mùa sinh trưởng của đồng cỏ và kiểu gen của động vật phải được xem xét để xác định lượng thức ăn cần thiết và liệu nó có thể được cung cấp bởi đồng cỏ sẵn có tại một thời điểm nhất định hay không (Washburn và Mullen, 2014). Bổ sung là việc cung cấp các chất dinh dưỡng bổ sung (chủ yếu là thức ăn đậm đặc, nhưng cũng có thức ăn thô xanh) để đạt được sản lượng, thành phần sữa mục tiêu hoặc cả hai (Jacobs, 2014). Những tác động tích cực đến năng suất vật nuôi thường được quan sát thấy khi bổ sung, nhưng phản ứng của chúng thay đổi tùy thuộc vào lượng bổ sung được cung cấp và loại thức ăn, cũng như PA và lượng ăn vào cũng như các đặc tính dinh dưỡng của đồng cỏ (Bargo và cs., 2003; Jacobs, 2014). Yếu tố chính đằng sau phản ứng này trong tỷ lệ thay thế (SR), trong PS là việc giảm DMI đồng cỏ trên mỗi kg DM bổ sung được tiêu thụ (Jacobs, 2014). SR được báo cáo dao động từ 0,11 đến 1,0 kg đồng cỏ/kg đối với thức ăn tinh và 0,84 đến 1,02 kg đồng cỏ/kg đối với thức ăn ủ chua (Bargo và cs., 2003). Việc giảm DMI trên đồng cỏ này có liên quan đến hạn chế vật lý của việc lấp đầy dạ cỏ (giải thích sự thay thế lớn hơn được tạo ra bởi thức ăn giàu chất xơ), thay đổi hành vi cho ăn (việc cung cấp thức ăn năng lượng làm giảm hoạt động chăn thả) và sự thay đổi môi trường dạ cỏ (nguồn cung cấp đậm đặc có khả năng làm giảm độ pH dạ cỏ ảnh hưởng đến sự thoái hóa chất xơ) (Bargo và cs., 2003; Jacobs, 2014). Lượng chất xơ có chất tẩy rửa trung tính được mô tả là một yếu tố dự báo tốt về lượng DMI tiềm ẩn, cụ thể là các giá trị $1,2 \pm 0,1\%$ lượng NDF tiêu thụ hàng ngày được biểu thị bằng %BW đã được đề xuất khi sử dụng chế độ ăn TMR (Mertens, 1987). Kolver và Muller (1998) đã báo cáo giá trị 1,47% và 1,21% lượng NDF ăn

vào theo %BW đối với bò tiêu thụ 19 kg DM trên đồng cỏ và 23,4 kg DM của TMR, tương ứng. Ngoài ra, họ cũng báo cáo mức tăng DMI từ 3,39% lên 3,93% (được biểu thị bằng %BW) khi cung cấp chế độ ăn TMR hoặc đồng cỏ không hạn chế, tương ứng. Sự gia tăng tương tự về DMI cũng được quan sát thấy khi so sánh bò chăn thả với bò cung cấp PMR hoặc TMR (lần lượt là 3,58, 3,99 và 4,15% BW; Bargo và cs., 2002) hoặc khi cung cấp PA thấp hoặc cao cho bò không được bổ sung và bò được bổ sung đậm đặc bò (lần lượt là 2,91% và 3,37% so với 3,85% và 3,97% BW; Bargo và cs., 2003). Auldist và cs. (2017) đã thử nghiệm các sự kết hợp khác nhau của PA (15, 25 hoặc 40 kg DM/ngày của bò, được đo ở mặt đất) và bổ sung (6, 10, 12 hoặc 14 kg DM/ngày của bò). Họ phát hiện ra rằng PA cao hơn làm tăng một phần DMI nhưng giảm việc sử dụng đồng cỏ và không có sự khác biệt về sản lượng sữa giữa các mức PA, trong khi việc tăng bổ sung PMR làm tăng tổng DMI nhưng sự thay thế đồng cỏ đã được quan sát và sản lượng sữa chỉ khác biệt đáng kể ở mức PMR cao hơn. Tương tự như vậy, sản lượng sữa tăng vừa phải (1,08 kg sữa/kg thức ăn đậm đặc) và SR là 0,49 kg đồng cỏ/kg thức ăn đậm đặc đã được báo cáo bởi Bargo và cs. (2004) khi cung cấp 9 kg thức ăn đậm đặc làm từ ngô cho những con bò đang gặm cỏ trên đồng cỏ cỏ cây ăn quả-bromegrass. Các nghiên cứu nói trên cho thấy bò có thể tiêu thụ giá trị NDF cao từ khẩu phần ăn trên đồng cỏ, khoảng 1,3% đến 1,8% BW mỗi ngày, nhưng những giá trị này bị ảnh hưởng quan trọng bởi PA và chất lượng đồng cỏ, chuyển thành giá trị DMI từ 2,9% đến 3,4 % của BW. Việc bổ sung bằng chất cô đặc, PMR hoặc TMR có thể đạt giá trị DMI gần 4% BW và thậm chí cao hơn, nhưng phản ứng của sản xuất sữa đối với việc bổ sung là vừa phải và đang giảm dần (Bargo và cs., 2002; Auldist và cs., 2017). Người ta đề xuất rằng ở PS, để cho ăn bổ sung có lợi nhuận, tỷ lệ giá sữa trên thức ăn phải xấp xỉ 1,1, 1,5 và 4,5 khi lượng thức ăn dư thừa sau chăn thả cao hơn mặt đất khoảng 20, 35 hoặc 50 mm (Roche và cs., 2017). Tuy nhiên, khi DMI được tìm cách tối ưu hóa, có vẻ như việc đưa vào đồng cỏ khoảng 10 đến 14 kg DM của đồng cỏ chất lượng cao sẽ cho phép “chừa không gian” cho các chất bổ sung và đạt được lượng ăn vào tương tự như những gì được quan sát thấy trong chế độ ăn TMR (Auldist và cs., 2017).

Trong điều kiện chăn thả hạn chế (thời gian hoặc số lượng đồng cỏ hạn chế), đặc biệt là trong các mùa khác ngoài mùa xuân, việc đưa một phần nhỏ đồng cỏ vào khẩu phần ăn (<10 kg DM/ngày) cũng đã được chứng minh là có tác động tích cực - đặc biệt bằng cách thay thế thức ăn bổ sung tốn kém hơn nhưng vẫn duy trì mức sản xuất, nhờ khả năng tiêu hóa cao (~85% chất khô trong giai đoạn sinh dưỡng) so với các loại thức ăn thô xanh khác. Lượng đồng cỏ đưa vào khẩu phần sẽ phụ thuộc vào một số yếu tố, chẳng hạn như loại của hệ thống sản xuất, chi phí thức ăn bổ sung và mục tiêu của người chăn nuôi, nhưng việc đưa vào khoảng 40% đến 50% khẩu phần ăn dường như có khả năng giảm chi phí trong khi dường như không hạn chế lượng thức ăn tự nguyện ăn vào.

Xem xét rằng đồng cỏ là thức ăn chủ yếu trong PS, điều cần thiết là phải xác định rõ ràng đâu là loại thức ăn lý tưởng để đưa đồng cỏ vào khẩu phần ăn của bò. Điều này đòi hỏi một cách tiếp cận phân tích tổng hợp, bao gồm các yếu tố như loại hệ thống sản xuất, năng suất của bò, tổng DMI, tổng lượng chất xơ ăn vào, chi phí đồng cỏ và thức ăn bổ sung, các chỉ số về lợi nhuận của trang trại và mục tiêu của người nông dân, cùng nhiều yếu tố khác.

NHỮNG VẤN ĐỀ VỀ KIỂU GEN ĐỘNG VẬT VÀ DINH DƯỠNG

Trong các phần trước, sự đa dạng rộng rãi tồn tại trong PS đã được thảo luận, cũng như các yếu tố có thể thay đổi chất lượng và số lượng đồng cỏ sẵn có cũng như lượng thức ăn của bò, cùng với phản ứng năng suất tiếp theo của chúng. Tuy nhiên, ngày càng có nhiều thông tin

ủng hộ sự khác biệt trong các phản ứng sản xuất, sử dụng nguồn dự trữ của cơ thể, các đặc điểm sinh sản, tuổi thọ và sức khỏe giữa và trong các giống, chủng sữa và thậm chí cả các dòng chọn lọc (Washburn và Mullen, 2014; Roche và cs., 2017).

Sự phát triển của “bò chăn thả chuyên dụng” đã được thúc đẩy chủ yếu cho các hệ thống chăn thả theo mùa và với mức bổ sung thấp, cho thấy một con bò khỏe mạnh, tự chủ và “dễ chăm sóc” (Roche và cs., 2017, Roche và cs., 2018). Các thuộc tính của động vật như vậy bao gồm khả năng đạt được lượng thức ăn thô xanh lớn (đáp ứng nhu cầu dinh dưỡng của chúng gần như hoàn toàn từ đồng cỏ được chăn thả), sản xuất số lượng sữa hợp lý (tức là 5.500 - 7.500 kg/bò trong mỗi chu kỳ sữa và 350-500 kg/bò chất béo và protein trong sữa mỗi lần cho con bú), có khả năng đi bộ quãng đường dài (nguy cơ bị què thấp), khả năng sinh sản cao (có thai trong vòng ~ 80 ngày sau khi đẻ) và tuổi thọ cao (ở đàn lâu dài và sức khỏe tốt) (Roche và cs., 2018).

Các nghiên cứu so sánh các chủng Holstein Friesian khác nhau (New Zealand [NZ-HF] và Bắc Mỹ [NA-HF]), có giá trị di truyền tương tự về đặc điểm sữa, đã chỉ ra rằng trong điều kiện chăn thả bò NZ-HF có thể ăn nhiều đồng cỏ hơn và tạo ra nhiều chất rắn sữa hơn được biểu thị bằng phần trăm thể trọng của chúng và cũng có mức huy động dự trữ cơ thể thấp hơn và khả năng sinh sản tốt hơn NA-HF (Baudracco và cs., 2010). Tuy nhiên, khi cung cấp chế độ ăn TMR, bò NA-HF có DMI và sản lượng sữa cao hơn, trong khi NZ-HF có SR cao, hạn chế DMI của chúng (Dillon, 2007; Baudracco và cs., 2010). Sự tồn tại của các tương tác chủng - môi trường cho thấy rằng chủng bò thích hợp nhất sẽ khác nhau tùy thuộc vào hệ thống sản xuất cụ thể mà nó được quản lý. Do đó, kế hoạch nhân giống nên xem xét các mục tiêu nhân giống cấp hệ thống cá thể hóa (Baudracco và cs., 2010; Roche và cs., 2017). Sự tồn tại của các hiệu ứng dị hợp làm tăng thêm sự phức tạp khi tiến hành đánh giá di truyền, do đó, các hiệu ứng giống và dị hợp tiềm ẩn cần được xem xét khi ước tính giá trị giống (Penasa và cs., 2010).

Từ quan điểm dinh dưỡng, bằng chứng hiện có cho thấy kiểu gen của bò đóng vai trò quyết định sự phân chia các chất dinh dưỡng và do đó các mô hình dinh dưỡng nên xem xét biến số này để mở rộng dự đoán của chúng cho các hệ thống sản xuất và kiểu gen khác nhau (Friggens và cs., 2013). Có rất ít thông tin về các thông số di truyền liên quan đến dinh dưỡng từ bò sữa chăn thả chủ yếu do khó xác định DMI. Tuy nhiên, khả năng di truyền được báo cáo đối với DMI (0,10-0,30), cân bằng năng lượng (0,06-0,29) và khả năng tiêu hóa DM toàn đường rõ ràng (0,08-0,45) qua các thời kỳ cho con bú cho thấy tồn tại biến thể di truyền và có thể cải thiện di truyền (Berry và cs., 2007). Một số yếu tố đã được đề xuất để giải thích sự khác biệt về hiệu quả sử dụng năng lượng giữa những con bò có giá trị di truyền cao và thấp như những thay đổi trong việc huy động nguồn dự trữ của cơ thể để hỗ trợ sản xuất, sự phân chia ưu tiên lượng ME giữa sữa và mô cơ thể, thay đổi trong việc sử dụng năng lượng trong dạ cỏ, thay đổi về hiệu quả sử dụng ME cho sản xuất sữa và sự khác biệt về yêu cầu bảo trì ME. Tương tự, sự khác biệt về NUE có liên quan đến việc phân chia lượng N dư thừa từ nước tiểu sang phân và hiệu quả sử dụng MP (tức là sản lượng protein sữa: lượng MP hấp thụ) (Cheng và cs., 2014). Friggens và cs. (2013) kết luận rằng để thể hiện chính xác “các ưu tiên của động vật” trong việc sử dụng chất dinh dưỡng, cần phải có sự thừa nhận rõ ràng về vai trò của cả kiểu gen và sự biểu hiện của kiểu gen này qua thời gian trong việc phân chia chất dinh dưỡng. Điều này xem xét sự trình bày rõ ràng về cách các yếu tố di truyền làm thay đổi sự phân chia các chất dinh dưỡng theo trạng thái sinh lý khác nhau, cũng như khả năng cân bằng nội môi của động vật. Chủ đề này đã được khám phá một phần trong các mô hình nghiên cứu

cơ học (Friggens và cs., 2013); tuy nhiên, cần có thêm thông tin, đặc biệt là ở PS trong đó các giống và chủng khác nhau được sử dụng để phát triển các mô hình áp dụng cho đồng ruộng.

KẾT LUẬN

Bất chấp sự khác biệt lớn trong việc đưa đồng cỏ vào khẩu phần ăn của bò, các trang trại thường được nhóm lại dưới cùng một tiêu đề hệ thống chăn thả dựa vào đồng cỏ. Cần có sự phân loại hệ thống chăn thả dựa vào đồng cỏ tiêu chuẩn và cụ thể hơn để đưa ra các khuyến nghị chính xác về lượng bao gồm đồng cỏ trong chế độ ăn, xem xét các yếu tố như số lượng và thời gian tiếp cận đồng cỏ, chuồng trại, độ dài của mùa chăn thả, tính thời vụ của việc sinh bê, số lượng và phương pháp bổ sung, trong số những người khác. Chế độ ăn dựa trên đồng cỏ được cho là chủ yếu bao gồm đồng cỏ; tuy nhiên, trên thực tế, điều này không thực sự đúng trong suốt cả năm. Việc sử dụng đồng cỏ trong chế độ ăn thay đổi rõ rệt do sự thay đổi về tính sẵn có của đồng cỏ và chất lượng dinh dưỡng cũng như tác động của các biện pháp quản lý chăn thả khác nhau, cùng với sự đa dạng rộng rãi của các loài đồng cỏ và giống cây trồng được sử dụng. Việc ước tính DMI một cách đáng tin cậy vẫn là một thách thức trong hệ thống chăn thả dựa vào đồng cỏ; đây là điểm quan trọng để tiến tới chế độ ăn kiêng chính xác. Mặc dù có một loạt lợi ích liên quan đến việc sử dụng hệ thống chăn thả dựa vào đồng cỏ nhưng cần xác định chính xác mức độ sử dụng hệ thống chăn thả dựa vào đồng cỏ tối thiểu sẽ đạt được những lợi ích này. Về vấn đề này, việc đưa vào khoảng 40% đến 50% khẩu phần ăn đường như có khả năng giảm chi phí trong khi đường như không hạn chế lượng thức ăn tự nguyện ăn vào, nhưng cần phân tích thêm dữ liệu. Các nghiên cứu trong tương lai nên đi sâu vào đặc tính của các phân nitơ và carbohydrate của các loài đồng cỏ khác nhau và các chất bổ sung được sử dụng, xem xét các kỹ thuật phòng thí nghiệm mới hiện có. Các khuyến nghị về chất xơ, cả tối thiểu và tối đa, cần được xác định cụ thể cho khẩu phần ăn trên đồng cỏ vì lượng chất xơ được đưa vào lớn hơn, thường có tốc độ thoái hóa dạ cỏ cao hơn, có vẻ như những điều này không thể được ngoại suy trực tiếp từ chế độ ăn kiêng TMR. Có vẻ như bò có thể tiêu thụ lượng NDF đồng cỏ trong khẩu phần ăn cao hơn so với TMR (~1,3-1,8% BW/ngày). Nói chung, theo hướng dẫn của hệ thống chăn thả thâm canh, nông dân thường cố gắng tối đa hóa việc sử dụng đồng cỏ trong khẩu phần ăn của bò; tuy nhiên, điều này có thể hạn chế DMI, tạo ra khẩu phần không cân bằng và giảm NUE, thường dẫn đến năng suất thấp hơn. Điều này thể hiện rõ hơn trong các hệ thống trung gian (sử dụng đồng cỏ cộng với các mức bổ sung khác nhau), sử dụng động vật có tiềm năng năng suất từ trung bình đến cao, nơi đường như có sự đơn giản hóa quá mức trong công thức khẩu phần. Chế độ ăn có xu hướng chứa quá nhiều N và lượng carbohydrate không chứa chất xơ ở mức trung bình đến thấp. NUE thấp là mối quan tâm đặc biệt ở PS; Các nghiên cứu trong tương lai nên theo dõi những tiến bộ trong việc xây dựng khẩu phần ăn được sử dụng trong các hệ thống nuôi nhốt và định lượng chuyên sâu sự thoái hóa CP và AA trong dạ cỏ (nhấn mạnh vào sự hiểu biết về nguồn cung cấp N của vi sinh vật) cũng như sự hấp thu qua đường ruột của chúng và việc sử dụng khẩu phần ăn trên đồng cỏ sau khi hấp thụ sau đó để tạo ra các chiến lược cụ thể để đối mặt với vấn đề này. Sự tồn tại của các tương tác chung - môi trường cho thấy rằng kế hoạch nhân giống nên xem xét các mục tiêu nhân giống ở cấp độ hệ thống riêng lẻ. Tuy nhiên, thông tin có sẵn về chủ đề này rất hạn chế và thậm chí còn rời rạc hơn do sự đa dạng của các giống được sử dụng. Có rất ít thông tin về các thông số di truyền liên quan đến dinh dưỡng từ bò sữa chăn thả, chủ yếu là do khó đo lường, nhưng kiểu hình mới ở dòng này có thể giúp hiểu rõ hơn về sự khác biệt trong việc sử dụng chất dinh dưỡng của bò cũng như những tương tác tiềm ẩn giữa động vật - hệ thống. Điều này đòi hỏi cách tiếp cận phân tích tổng hợp, tạo ra thông tin để phát triển và cải tiến các mô hình cơ học, cho phép xác định và định lượng các

yếu tố chính tiềm năng giải thích các hiện tượng được đề cập trước đó, cũng như định hướng phát triển nghiên cứu trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Allen, M.S. 1996. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. *J. Anim. Sci.* ; 74 (8994921): 3063-3075.
- Auldust, M.J., Wright, M.M., Maret, L.C., Jacobs, J.L. and Wales W.J. 2017. Effects of pasture allowance on milk production of dairy cows offered increasing amounts of partial mixed rations in spring. *Anim. Prod. Sci.* 2017; 57: 1305-1310
- Bargo, F., Delahoy, J.E. and Muller, L.D. 2004. Milk production of dairy cows fed total mixed rations after a grazing period. *Prof. Anim. Sci.* 2004; 20: 270-277
- Bargo, F., Muller, L.D., Delahoy, J. and Cassidy, T.W. 2002. Performance of high producing dairy cows with three different feeding systems combining pasture and total mixed rations. *J. Dairy Sci.* 2002; 85 (12487461): 2948-2963
- Bargo, F., Muller, L.D., Kolver, E.S. and Delahoy, J.E. 2003. Invited Review: production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. *J. Dairy Sci.* 2003; 86 (12613846): 1-42
- Baudracco, J., Lopez-Villalobos, N., Holmes, C.W. and Macdonald, K.A. 2010. Effects of stocking rate, supplementation, genotype and their interactions on grazing dairy systems: A review. *N. Z. J. Agric. Res.* 2010; 53: 109-133
- Beechey-Gradwell, Z. 2021. Progress towards delivering high metabolisable energy ryegrass. *J. N. Z. Grasslands.* 2021; 83: 99-106
- Beltrán, I.E., Calvache, I., Cofre, R., Salazar, F., Keim, J.P., Morales, A., Pulido, R.G. and Alfaro, M. 2022. Nitrogen intake and its partition on urine, dung and products of dairy and beef cattle in Chile. *Agronomy (Basel).* 2022; 12: 15
- Berry, D.P., Horan, B., O'Donovan, M., Buckley, F., Kennedy, E., McEvoy, M. and Dillon, P. 2007. Genetics of grass dry matter intake, energy balance, and digestibility in grazing Irish dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2007; 90 (17881707), pp. 4835-4845
- Boyle, P.T. and Stockdale, C.R. 2011. Dairy farm management systems: Seasonal, pasture-based, dairy cow breeds. in: Fuquay J.W. Fox P.F. McSweeney P.L.H. *Encyclopaedia of Dairy Sciences*. Vol. 2. Academic Press, Amsterdam, The Netherlands 2011, pp. 29-37
- Cheng, L., Woodward, S.L., Dewhurst, R.J., Zhou, H. and Edwards, G.R. 2014. Nitrogen partitioning, energy use efficiency and isotopic fractionation measurements from cows differing in genetic merit fed low-quality pasture in late lactation. *Anim. Prod. Sci.* 2014; 54, pp. 1651-1656
- Cotanch, K.W., Grant, R.J. and Van Amburgh, M.E. 2014. Zontini A. Fustini M. Palmonari A. Formigoni A. Applications of UNDF in ration modeling and formulation. in: Proc. Cornell Nutrition Conference. Department of Animal Science, Cornell University, Ithaca, NY 2014, pp. 114-131
- de Veth, M.J. and Kolver, E.S. 2001. Digestion of ryegrass pasture in response to change in pH in continuous culture. *J. Dairy Sci.* 2001; 84 (11417705): 1449-1457
- Dillon, P. 2007. Achieving high dry-matter intake from pasture with grazing dairy cows. in: Elgersma A. Dijkstra J. Tamminga S. *Fresh Herbage for Dairy Cattle. The Key to a Sustainable Food Chain*. Springer, Dordrecht, the Netherlands 2007: 1-26
- Dineen, M., Delaby, L., Gilliland, T. and McCarthy, B. 2018. Meta-analysis of the effect of white clover inclusion in perennial ryegrass swards on milk production. *J. Dairy Sci.* 2018; 101 (29174151): 1804-1816
- Dineen, M., McCarthy, B., Dillon, P., LaPierre, P.A., Fessenden, S., Matthews, C., Galvin, N. and Van Amburgh, M.E. 2020. Rumen metabolism, omasal flow of nutrients, and microbial dynamics in lactating dairy cows fed fresh perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) not supplemented or supplemented with rolled barley grain. *J. Dairy Sci.* 2020; 103 (33069418): 11332-11348

- Dineen, M., McCarthy, B., Ross, D., Ortega, A., Dillon, P. and Van Amburgh, M.E. 2021. Characterization of the nutritive value of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) dominated pastures using updated chemical methods with application for the Cornell Net Carbohydrate and Protein System. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2021; 272114752
- Distel, R.A., Arroquy, J.I., Lagrange, S. and Villalba, J.J. 2020. Designing diverse agricultural pastures for improving ruminant production systems. *Front. Sustain. Food Syst.* 2020; 4596869
- Estes, K.A., White, R.R., Yoder, P.S., Pilonero, T., Schramm H., Lapierre H., Hanigan M.D. 2018. An in vivo stable isotope-based approach for assessment of absorbed amino acids from individual feed ingredients within complete diets. *J. Dairy Sci.* 2018; 101 (29778479): 7040-7060
- Estrada, J.I.C., Delagarde, R., Faverdin, P. and Peyraud, J.L. 2004. Dry matter intake and eating rate of grass by dairy cows is restricted by internal, but not external water. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2004; 114: 59-74
- Ferris, C.P. 2007. Sustainable pasture based dairy systems – Meeting the challenges. *Can. J. Plant Sci.* 2007; 87: 723-738
- Friggens, N.C., Brun-Lafleur, L., Faverdin, P., Sauvant, D. and Martin, O. 2013. Advances in predicting nutrient partitioning in the dairy cow: Recognizing the central role of genotype and its expression through time. *Animal.* 2013; 7 (23031683): 89-101
- Fulkerson, W.J. and Donaghy, D.J. 2001. Plant-soluble carbohydrate reserves and senescence - key criteria for developing an effective grazing management system for ryegrass-based pastures: a review. *Aust. J. Exp. Agric.* 2001; 41: 261-275
- Fulkerson, W.J., Slack, K. and Hennessy, D.W. 1998. Hough G.M. Nutrients in ryegrass (*Lolium* spp.), white clover (*Trifolium repens*) and kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) pastures in relation to season and stage of regrowth in a subtropical environment. *Aust. J. Exp. Agric.* 1998; 38: 227-240
- García, S.C. and Fulkerson, W.J. 2005. Opportunities for future Australian dairy systems: a review. *Aust. J. Exp. Agric.* 2005; 45: 1041-1055
- Gilliland, T.J., Ball, T. and Hennessy, D. 2021. Opportunities and challenges for breeding perennial ryegrass cultivars with improved livestock production potential. *Ir. J. Agric. Food Res.* 2021; 59: 233-245
- Gonzalez-Mejia, A., Styles, D. and Wilson, P. 2018. Gibbons J. Metrics and methods for characterizing dairy farm intensification using farm survey data. *PLoS One.* 2018; 13 (29742166)e0195286
- Grant, R., Smith, W. and Miller, M. 2020. Relationships between fibre digestibility and particle size for lactating dairy cows. in: Proc. of the Western Canadian Dairy Seminar, Advances in Dairy Technology. Department of Agricultural, Food and Nutritional Science, University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada 2020: 47-57
- Hall, M.B. 2014. Feed analyses and their interpretation. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 2014; 30 (25441538): 487-505
- Hall, M.B. and Huntington, G.B. 2008. Nutrient synchrony: Sound in theory, elusive in practice. *J. Anim. Sci.* 2008; 86 (17965333): E287-E292
- Hanigan, M.D. 2022. What's new in the NRC for how we formulate for protein in diets for dairy cattle?. in: Proc. of the 2022 Tri-State Dairy Conference, Columbus, OH. 2022: 89-96
- Hanigan, M.D., Souza, V.C., Martineau, R. and Daley, V.L. 2021. Kononoff P. Predicting ruminally undegraded and microbial protein flows from the rumen. *J. Dairy Sci.* 2021; 104 (33985783): 8685-8707
- Huang, X., Yoder, P.S., Campos, L., Huang, E. And Hanigan, M.D. 2021. A method of assessing essential amino acid availability from microbial and ruminally undegraded protein in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2021; 104 (33309365): 1777-1793
- Huhtanen, P. and Ahvenjärvi, S. 2022. Review: Problems in determining metabolisable protein value of dairy cow diets and the impact on protein feeding. *Animal.* 2022; 16 (35644847)100539
- Jacobs, J.L. 2014. Challenges in ration formulation in pasture-based milk production systems. *Anim. Prod. Sci.* 2014; 54: 1130-1140

- Keim, J.P., Valderrama, X., Alomar, D. and López, I.F. 2013. In situ rumen degradation kinetics as affected by type of pasture and date of harvest. *Sci. Agric.* 2013; 70: 405-414
- Kolver, E.S. and Muller, L.D. 1998. Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *J. Dairy Sci.* 1998; 81 (9621244): 1403-1411
- Kolver, E.S., Muller, L.D., Barry, M.C. and Penno, J.W. 1998. Evaluation and application of the Cornell Net Carbohydrate and Protein System for dairy cows fed diets based on pasture. *J. Dairy Sci.* 1998; 81 (9710773): 2029-2039
- Kolver, E., Muller, L.D., Varga, G.A. and Cassidy, T.J. 1998. Synchronization of ruminal degradation of supplemental carbohydrate with pasture nitrogen in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 1998; 81 (9710772): 2017-2028
- Kolver, E., Carruthers, V., Neil, P., de Veth, M., Jansen, E. and Phipps, D. 1999. Amino acid supply to the small intestine of dairy cows fed pasture. in: *Proc. of the New Zealand Society of Animal Production*. Vol. 59. New Zealand Society of Animal Production, 1999: 180-183
- Kolver, E. 2000. Nutrition guidelines for the high producing dairy cow. in: *Proc. of the 52nd Ruakura Dairy Farmers' Conference*. Dairying Research Corporation, Hamilton, NZ 2000: 17-28
- Kolver, E.S. and de Veth, M.J. 2002. Prediction of ruminal pH from pasture-based diets. *J. Dairy Sci.* 2002; 85 (12086063): 1255-1266
- Kolver, E.S. 2003. Nutritional limitations to increased production on pasture-based systems. *Proc. Nutr. Soc.* 2003; 62 (14506876): 291-300
- Lapierre, H., Binggeli, S., Sok, M., Pellerin, D. and Ouellet, D.R. 2019. Estimation of correction factors to determine the true amino acid concentration of protein after a 24-hour hydrolysis. *J. Dairy Sci.* 2019; 102 (30591335): 1205-1212
- Leaver, J.D. 1985. Milk production from grazed temperate grassland. *J. Dairy Res.* 1985; 52 (3891803): 313-344
- March, M.D., Haskell, M.J., Chagunda, M.G.G., Langford, F.M. and Roberts, D.J. 2014. Current trends in British dairy management regimens. *J. Dairy Sci.* 2014; 97 (25306285): 7985-7994
- Mayne, S., McCaughey, J. and Ferris, C. 2011. Dairy farm management systems: Non-seasonal, pasture-based milk production systems in Western Europe. in: Fuquay J.W., Fox P.F., McSweeney P.L.H. *Encyclopaedia of Dairy Sciences*. 2nd ed. Vol. 2. Academic Press, Amsterdam, the Netherlands 2011: 44-52
- Mee, J.F. and Boyle, L.A. 2020. Assessing whether dairy cow welfare is “better” in pasture-based than in confinement-based management systems. *N. Z. Vet. J.* 2020; 68 (31973680): 168-177
- Mertens, D.R. 1987. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. *J. Anim. Sci.* 1987; 64 (3583960): 1548-1558
- Mertens, D.R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 1997; 80 (9241608): 1463-1481
- Mertens, D.R. 2002. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: Collaborative study. *J. AOAC Int.* 2002; 85 (12477183): 1217-1240
- Morales, A.G., Vibart, R.E., Li, M.M., Jonker, A., Pacheco, D. and Hanigan, M.D. 2021. Evaluation of Molly model predictions of ruminal fermentation, nutrient digestion, and performance by dairy cows consuming ryegrass-based diets. *J. Dairy Sci.* 2021; 104 (34127259): 9676-9702
- Moscovici Joubran, A., Pierce, K.M., Garvey, N., Shalloo, L. and O’Callaghan, T.F. 2021. Invited review: A 2020 perspective on pasture-based dairy systems and products. *J. Dairy Sci.* 2021; 104 (33865573): 7364-7382
- NASEM. 2021. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 8th rev. ed. The National Academies Press, Washington, DC 2021.
- Niderkorn, V. and Baumont, R. 2009. Associative effects between forages on feed intake and digestion in ruminants. *Animal*. 2009; 3 (22444815): 951-960

- O'Brien, D., Moran, B. and Shalloo, L. 2018. A national methodology to quantify the diet of grazing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2018; 101 (30126605): 8595-8604
- Pacheco, D., Tavendale, M.H., Reynolds, G.W., Barry, T.N., Lee, J. and McNabb, W.C. 2003. Whole-body fluxes and partitioning of amino acids to the mammary gland of cows fed fresh pasture at two levels of intake during early lactation. *Br. J. Nutr.* 2003; 90 (12908887): 271-281.
- Penasa, M., López-Villalobos, N., Evans, R.D., Cromie, A.R., Dal Zotto, R. and Cassandro, M. 2010. Crossbreeding effects on milk yield traits and calving interval in spring-calving dairy cows. *J. Anim. Breed. Genet.* 2010; 127 (20646117): 300-307.
- Peyraud, J.L. and Delagarde, R. 2013. Managing variations in dairy cow nutrient supply under grazing. *Animal.* 2013; 7 (23031792): 57-67.
- Poppi, D. and Minson, D. 1981. Ternouth J. Studies of cattle and sheep eating leaf and stem fractions of grasses. 3. The retention time in the rumen of large feed particles. *Aust. J. Agric. Res.* 1981; 32: 123-137.
- Raboisson, D., Albaaj, A., Nonne, G. and Foucras, G. 2017. High urea and pregnancy or conception in dairy cows: A meta-analysis to define the appropriate urea threshold. *J. Dairy Sci.* 2017; 100 (28668536): 7581-7587.
- Raffrenato, E. and Nicholson, C.F. 2019. Van Amburgh M.E. Development of a mathematical model to predict pool sizes and rates of digestion of 2 pools of digestible neutral detergent fiber and an undigested neutral detergent fiber fraction within various forages. *J. Dairy Sci.* 2019; 102 (30447979): 351-364.
- Raffrenato, E., Ross, D.A. and Van Amburgh, M.E. Development of an in vitro method to determine rumen undigested aNDFom for use in feed evaluation. *J. Dairy Sci.* 2018; 101 (30219418): 9888-9900
- Ramsbottom, G., Horan, B., Berry, D.P. and Roche, J.R. 2015. Factors associated with the financial performance of spring-calving, pasture-based dairy farms. *J. Dairy Sci.* 2015; 98 (25747836): 3526-3540.
- Roche, J.R., Berry, D.P., Bryant, A.M., Burke, C.R., Butler, S.T., Dillon, P.G., Donaghy, D.J., Horan, B., Macdonald, K.A. and Macmillan, K.L. 2017. A 100-Year Review: A century of change in temperate grazing dairy systems. *J. Dairy Sci.* 2017; 100 (29153162): 10189-10233.
- Roche, J.R., Berry, D.P., Delaby, L., Dillon, P.G., Horan, B., Macdonald, K.A. and Neal, M. 2018. Review: New considerations to refine breeding objectives of dairy cows for increasing robustness and sustainability of grass-based milk production systems. *Animal.* 2018; 12 (30419980): s350-s362.
- Sinclair, L.A., Garnsworth, P.C., Newbold, J.R. and Buttery, P.J. 1993. Effect of synchronizing the rate of dietary energy and nitrogen release on rumen fermentation and microbial protein synthesis in sheep. *J. Agric. Sci.* 1993; 120: 251-263.
- Stern, M.D., Santos, K.A. and Satter, L.D. 1985. Protein degradation in rumen and amino acid absorption in small intestine of lactating dairy cattle fed heat-treated whole soybeans. *J. Dairy Sci.* 1985; 68 (4038985): 45-56
- Sun, X.Z., Waghorn, G.C. and Clark, H. 2010. Cultivar and age of regrowth effects on physical, chemical and in sacco degradation kinetics of vegetative perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Anim. Feed Sci. Technol.* 2010; 155: 172-185
- Taweel, H. 2007. Improving dry-matter intake of perennial-ryegrass pasture by dairy cows. in: Elgersma A. Dijkstra J. Tamminga S. Fresh Herbage for Dairy Cattle. The Key to a Sustainable Food Chain. Springer, Dordrecht, the Netherlands 2007: 159-174
- van den Pol-van Dasselaar, A., Hennessy, D. and Isselstein, J. 2020. Grazing of dairy cows in Europe—An in-depth analysis based on the perception of grassland experts. *Sustainability (Basel)*. 2020; 12:1098
- Van Duinkerken, G. and Blok, M.C., Bannink, A., Cone, J.W., Dijkstra, J., Van Vuuren, A.M. and Tamminga, S. 2011. Update of the Dutch protein evaluation system for ruminants: The DVE/OEB2010 system. *J. Agric. Sci.* 2011; 149: 351-367
- Van Vuuren, A.M. and Van den Pol-van Dasselaar, A. 2007. Grazing systems and feed supplementation. in: Elgersma A. Dijkstra J. Tamminga S. Fresh Herbage for Dairy Cattle. The Key to a Sustainable Food Chain. Springer, Dordrecht, the Netherlands 2007: 85-101

- Volden, H., Mydland, L.T. and Olaisen, V. 2002. Apparent ruminal degradation and rumen escape of soluble nitrogen fractions in grass and grass silage administered intraruminally to lactating dairy cows. *J. Anim. Sci.* 2002; 80 (12413094): 2704-2716
- Wales, W.J. and Kolver, E.S. 2017. Challenges of feeding dairy cows in Australia and New Zealand. *Anim. Prod. Sci.* 2017; 57: 1366-1383
- Washburn, S.P. and Mullen, K.A.E. 2014. Invited review: Genetic considerations for various pasture-based dairy systems. *J. Dairy Sci.* 2014; 97 (25151878): 5923-5938
- Westwood, C.T., Bramley, E. and Lean, I.J. 2003. Review of the relationship between nutrition and lameness in pasture-fed dairy cattle. *N. Z. Vet. J.* 2003; 51 (16032329): 208-218
- Zhao, X., Xu, X., Wang, F., Greenberg, I., Liu, M., Che, R., Zhang, L. and Cui, X. 2020. Climatic, edaphic and biotic controls over soil $\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$ in temperate grasslands. *Forests.* 2020; 11: 433

ABSTRACT

Systemic, plant and animal factors influencing the inclusion of pasture in diets and their impact on diet formulation for dairy cows

Diet formulation in a pasture-based dairy system is a challenge as the quality and quantity of available pasture, which generally constitutes the base diet, is constantly changing. The objective of this paper is to cover a more in-depth review of the nutritional characteristics of pasture-based diets, identifying potential system, plant, and animal factors that condition pasture dietary inclusion in dairy cows. In practice, there is a wide diversity of pasture-based systems with predominant to minimal use of pasture requiring a more specific classification that potentially considers the amount and time of access to pasture, access to housing, length of grazing season, seasonality of calving, and level and method of supplementation. There are important differences in the nutritional quality between pasture species and even cultivars. However, under management practices that promote maintenance of pasture in a vegetative state as well as controlling the availability of pasture, it is possible to achieve high dry matter intakes (~2.9% -3.4% of live weight) of pasture with moderate to high diet energy density, protein supply, and digestibility. The amount of pasture to include in the diet will depend on several factors, such as the type of production system, the cost of supplementary feeds, and the farmer's objectives, but inclusions of ~40% to 50% of the diet seem to potentially reduce costs while apparently not limiting voluntary feed intake. Considering that there seems to be a continuum of intermediate management systems, a better understanding of the factors inherent to the feed ingredients used, as well as the use of nutrients by cows, and potential interactions between animal \times system should be addressed in greater depth. This requires a meta-analysis approach, but given the diversity of the pasture-based system in practice, the existing information is highly fragmented. A clear definition of “subsystems” is necessary to direct the future research and development of mechanistic models.

Keywords: *dairy cow, nutrient limitation, pasture-based system, ration balancing*

Ngày nhận bài: 15/4/2024

Ngày chấp nhận đăng: 30/4/2024