

PHƯƠNG PHÁP MÔ TẢ THÀNH PHẦN THỰC VẬT THẨM THỰC VẬT TRONG NGHIÊN CỨU ĐỒNG CỎ

Nguyễn Văn Quang (Sưu tầm)

Viện Chăn nuôi

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

TÓM TẮT

Về thành phần thực vật, thảm thực vật đồng cỏ trong các ô thí nghiệm và nghiên cứu thực địa có thể được mô tả bằng các thông số khác nhau (mật độ thực vật, độ che phủ, tần suất hoặc tỷ lệ năng suất). Mỗi tham số mô tả các tính năng khác nhau, trong những trường hợp nhất định có thể tương quan với nhau ở một mức độ nào đó, nhưng không hoàn toàn tương đương. Do đó, trước hết, việc lựa chọn tham số để đánh giá phụ thuộc vào mục đích cụ thể của cuộc điều tra. Để đánh giá thông số đã chọn, có nhiều phương pháp khác nhau về chủ quan, độ chính xác, nỗ lực và yêu cầu đối với thiết bị kỹ thuật. Việc lựa chọn phương pháp phụ thuộc chủ yếu vào độ chính xác cần thiết, nỗ lực hợp lý và các nguồn lực sẵn có.

Từ khóa: đồng cỏ, thành phần thực vật, thông số, phương pháp đánh giá

GIỚI THIỆU

Trong khoa học đồng cỏ, đặc tính của thảm thực vật về thành phần thực vật của nó là một trong những khía cạnh quan trọng nhất. Thành phần thực vật của đồng cỏ phản ánh cả điều kiện địa điểm và các yếu tố quản lý. Những thay đổi của chúng ảnh hưởng đến thành phần thực vật, do đó ảnh hưởng đến năng suất và chất lượng thức ăn thô xanh. Những thay đổi trong thành phần thực vật theo thời gian cung cấp những gợi ý có liên quan về tác động của môi trường và quản lý đến thảm thực vật. Vì lý do này, việc mô tả thành phần thực vật của đồng cỏ và đồng cỏ là rất cần thiết trong khoa học đồng cỏ và do đó là một phần không thể thiếu trong giám sát và phân tích cả trong các thử nghiệm thực địa và khảo sát thực địa. Thảm thực vật đồng cỏ có thể được khảo sát ở các cấp độ khác nhau: từ quan điểm toàn cầu với sự trợ giúp của viễn thám đến các khu vực nhỏ bằng các phương pháp khác nhau. Có thể chuyển đổi giữa các thang đo này, trong khi việc tổng hợp dữ liệu chi tiết sang quy mô toàn cầu dễ dàng hơn nhiều so với cách khác

Bài viết này đề cập đến các lựa chọn và phương pháp khác nhau để phân tích thành phần thực vật của thảm thực vật đồng cỏ, và cung cấp tổng quan về các thông số và phương pháp phù hợp nhất như là một chức năng của mục tiêu nghiên cứu. Trọng tâm chủ yếu tập trung vào các thí nghiệm hiện trường và nghiên cứu thực địa với nền tảng nông học hoặc sinh thái và được sắp xếp theo các ô có tỷ lệ khác nhau thay vì theo dõi thảm thực vật hoặc lập bản đồ thảm thực vật; mặc dù nhiều khái niệm được thảo luận ở đây có liên quan đến cả hai lĩnh vực ứng dụng.

CÁC THÔNG SỐ ĐỂ MÔ TẢ THÀNH PHẦN THỰC VẬT CỦA ĐỒNG CỎ

Trong bước đầu tiên, các tham số thích hợp cho mô tả thành phần thực vật phải được chọn. Nói chung, mô tả định tính thuần túy về thành phần thực vật bằng danh sách các loài là không đủ để có được thông tin liên quan đến nông học trong khoa học đồng cỏ, trong khi thông tin định lượng tốt hơn nhiều được cung cấp bởi các thông số định lượng.

Mật độ cây trồng

Mật độ đại diện cho số lượng cá thể trên một đơn vị diện tích. Thông số này có tầm quan trọng lớn để đánh giá hiệu quả định lượng của các biện pháp điều chỉnh hoặc kiểm soát cỏ dại đối với số lượng cây hoặc bộ phận của cây, thường được áp dụng cho các loài mục tiêu được

chọn. Trong thực tế, việc xác định các cá thể đơn lẻ là một thách thức lớn trong trường hợp mật độ cao của các loài liên kết phát triển thân leo, những loài tạo ra nhiều hơn từ cùng một hệ thống gốc hoặc những loài có sự tăng trưởng vô tính. Nhưng mật độ có thể được ghi lại ngay cả trong những trường hợp miễn là một đơn vị đếm được tiêu chuẩn hóa được xác định. Trong các trường hợp cụ thể, mật độ thân cây có thể phù hợp hơn số lượng cá thể để định lượng sự xuất hiện của một loài và mô tả sự thay đổi của nó theo thời gian (Müller-Dombois và Ellenberg, 1974). Nếu kích thước của thực vật hoặc các bộ phận của cây tương đối đồng nhất, mật độ của chúng cũng cung cấp một con số gián tiếp về sinh khối của chúng.

Độ che phủ là tỷ lệ của khu vực khảo sát được bao phủ bởi hình chiếu đứng của các bộ phận của cây trên mặt đất. Chỉ xem xét các bộ phận thực vật trên cùng, tổng độ che phủ không thể vượt quá 100% và tham số được đánh giá được gọi là *nấp trên* (Greig-Smith, 1983). Sự khác biệt giữa 100% và lớp phủ trên cùng tương ứng với tỷ lệ các khoảng trống thực vật, đại diện cho tỷ lệ đất trống. Nếu việc đánh giá tỷ lệ đất trống nhằm mục đích định lượng thiệt hại do chuột đồng, bụi cây, rậm rạp và theo dõi thiệt hại, thì cần khảo sát ngay sau khi cắt hoặc chặn thả. Nếu mục đích của cuộc điều tra là thay vào đó định lượng việc bảo vệ đất chống xói mòn do thảm thực vật đưa ra, việc đánh giá cũng có thể có ý nghĩa với thảm thực vật không bị xáo trộn. Trong một số trường hợp, độ che phủ cũng đang xem xét các bộ phận của cây chổng chéo và sau đó có thể hơn 100% (Schechtner, 1958 ; Whalley và Hardy, 2000 ; Kirmer, 2004). Hơn nữa, nó cũng được phân biệt giữa *lớp phủ cơ bản* và *lớp phủ tán cây*, nơi trước đây chỉ xem xét cơ sở thực vật, trong khi phần thứ hai chiếm tất cả các bộ phận của cây trên mặt đất (Whalley và Hardy, 2000). Che phủ được sử dụng thường xuyên nhất trong sinh thái thực vật và nghiên cứu sinh lý thực vật. Tuy nhiên, *lớp phủ trên cùng* có liên quan cao để đánh giá khả năng bảo vệ chống xói mòn đất, vì có mối quan hệ chặt chẽ giữa lớp phủ thực vật và xói mòn đất (Copeland, 1965; Linse và cs., 2001).

Tần suất là tỷ lệ của các trường hợp, trong đó một loài nhất định có thể được phát hiện tại một số điểm quan sát hoặc khu vực phụ xác định. Tần suất thay vì đưa ra bằng chứng về sự đồng đều của phân phối hơn là sự phong phú trong trường hợp các cá thể phát triển tập trung một chỗ (Müller-Dumbois và Ellenberg, 1974; Greig-Smith, 1983). Tham số này phù hợp nhất để khảo sát động lực thực vật khi các ô quan sát được khảo sát nhiều lần trong chuỗi thời gian (Bonham, 2013). Daget và Poissonet (1971) lấy được sự đóng góp cụ thể từ các giá trị tần số bằng cách tính tỷ lệ của một tần số loài nhất định trên tổng tần số của tất cả các loài.

Tỷ lệ năng suất biểu thị tỷ lệ tương đối (trọng lượng %) sinh khối vật chất khô trên mặt đất của một loài hoặc một nhóm loài liên quan đến tổng sản lượng chất khô (Klapp, 1930; được trích dẫn trong (Voigtländer và Voss, 1979). Thông số này đặc biệt phù hợp cho các nghiên cứu nông học với trọng tâm đặc biệt là sản xuất thức ăn thô xanh và chất lượng thức ăn thô xanh. Tỷ lệ năng suất tự nó cũng cung cấp cái nhìn sâu sắc về mối quan hệ cạnh tranh giữa các loài và không nhất thiết phải cung cấp thông tin về sự phong phú tuyệt đối của chúng, trừ khi thông tin này được kết hợp với dữ liệu năng suất. Trong trường hợp này, sản phẩm của tỷ lệ sản lượng của một loài nhất định theo năng suất của toàn bộ cộng đồng cho phép ước tính sản lượng của loài này.

Tỷ lệ sản lượng

Tùy thuộc vào tham số được phân tích, ý nghĩa và giá trị của thông tin được tạo ra khác nhau. Ví dụ, một loài có các cá thể rất nhỏ phân bố đồng nhất trên toàn khu vực được đánh giá

kết hợp với các loài phân bố cao, đồng đều khác thực sự sẽ biểu hiện tần số cao và mật độ thực vật nhưng độ che phủ thấp và tỷ lệ năng suất thấp. Cùng một loài, nếu phát triển tập trung một chỗ, vẫn sẽ biểu hiện mật độ cây cao, nhưng tần số thấp. Biểu hiện của các thông số khác nhau tùy thuộc vào kích thước và phân bố của cây trong vùng trồng trọt.

Cả tỷ lệ năng suất cũng như độ che phủ đều cung cấp thông tin về sự xuất hiện định lượng của loài. Mặc dù là hai tham số khác nhau để mô tả thảm thực vật, người ta thường cho rằng chúng cho các giá trị ước tính tương tự nhau. Điều này đặc biệt áp dụng cho thảm thực vật ngắn, nhưng không phải trong trường hợp thảm thực vật cao hơn. Ví dụ, có những khác biệt có liên quan khi các cây cao phân bố không đều đang phát triển trong một thảm thực vật dày đặc, ngắn. Nhìn chung, sự khác biệt lớn hơn giữa tỷ lệ che phủ và năng suất thường được dự kiến bằng cách sử dụng lớp phủ trên thay vì lớp phủ cũng xem xét các bộ phận của cây chổng chéo và biểu thị nó như là một phần trăm của tổng số vô của tất cả các loài.

Một ví dụ về điều này được cung cấp bởi Weinzierl (1902), báo cáo kết quả đánh giá của một cộng đồng thực vật bằng cách ước tính cả tỷ lệ sản lượng và tỷ lệ che phủ. Tùy thuộc vào thông số được đánh giá, sự khác biệt mạnh về tỷ lệ xảy ra đối với một số loài. Vì lý do này, Weinzierl (1902) chỉ ra rằng các đánh giá tập trung vào tỷ lệ năng suất là không phù hợp để phân loại các cộng đồng thực vật theo quan điểm tế bào học.

YÊU CẦU CHUNG CỦA PHƯƠNG PHÁP KHẢO SÁT

Lựa chọn thang đánh giá phù hợp

Trong sinh thái học thực vật, các thang đo dựa trên các khoảng thời gian mà các giá trị được đánh giá thường được sử dụng, dẫn đến cái gọi là dữ liệu bị kiểm duyệt giữa chừng (Onofri và cs., 2019). Thang đo bảy cấp của Braun-Blanquet (1964) được sử dụng rất thường xuyên, có phạm vi biến đổi 20% (loại 2), 25% (lớp 3, 4 và 5). Thang đo này được gọi là thang đo mức độ phong phú / thống trị và được sử dụng để ước tính sự xuất hiện của loài cũng xem xét mật độ thực vật đối với các giá trị che phủ thấp (Voigtländer và Voss, 1979). Một số thang đo thứ tự cung cấp các khoảng không bằng nhau, với các khoảng chặt hơn cho tỷ lệ che phủ / năng suất thấp và khoảng rộng hơn cho các giá trị cao (van der Maarel, 1979; Gauch, 1982; Dietl, 1995). Các thang đo này khá giống với các thang đo logarit, phản ánh thực tế rằng bằng cách ước lượng trực quan, sẽ dễ dàng hơn để đánh giá sự khác biệt nhỏ đối với các giá trị thấp (ví dụ: từ 3 đến 5%), trong khi gần như không thể để bắt đúng sự khác biệt cho các giá trị cao (ví dụ: từ 45 đến 47%). Tuy nhiên, trong trường hợp các tham số với tổng giá trị của chúng là 100% (nghĩa là tỷ lệ che phủ và tỷ lệ sản lượng cao nhất), tuy nhiên, các giá trị cao có thể được ước tính khá đáng tin cậy bằng cách trừ đầu tiên từ 100 loài ít phong phú hơn, để đánh giá hơn (Traxler, 1997). Thang đo logarit phản ánh tốt hơn nhận thức của con người so với tỷ lệ phần trăm và tránh tuyên bố về độ chính xác quá mức. Tuy nhiên, có một số mất mát thông tin bất lợi gây ra bởi i) bởi khả năng ước lượng chưa biết của người quan sát duy nhất (người quan sát được đào tạo tốt và có kỹ năng vẫn có thể bắt được những khác biệt nhỏ ở giá trị cao tốt hơn người quan sát trung bình), ii) bởi sự không thể thích nghi được lặp đi lặp lại của ước tính, tổng cộng sẽ chiếm 100% khi thêm tất cả các giá trị ước tính và iii) bởi các thuộc tính không phụ gia của các điểm số này, không cho phép tính toán các khoản tiền hoặc phương tiện có ý nghĩa. Trong các trường hợp như vậy, điểm giữa của khoảng thời gian tương ứng của điểm số thường bị tranh chấp (nghĩa là giá trị phần trăm là 62,5 được sử dụng thay vì điểm tương ứng với khoảng từ 50 đến 75%). Điều đơn giản là tổng giá trị giả định của tất cả các

loài không thể sao chép tổng giá trị thực của loài. Chúng chỉ là một ủy quyền cho các giá trị thực và, trong trường hợp khoảng cách rộng, không có khả năng bắt đúng sự khác biệt giữa các đơn vị thử nghiệm hoặc thay đổi theo thời gian nhỏ hơn chiều rộng khoảng. Tuy nhiên, quy mô logarit rất phù hợp trong hệ sinh thái thực vật để thực hiện các quy trình thống kê đa biến (Gusmeroli, 2012). Có các thang đo bổ sung như của Pfadenhauer và cs.(1986) sử dụng 8 danh mục, Londo (1976) với 12 danh mục, Londoscale được sửa đổi bởi Zacharias (1996) sử dụng 20 danh mục hoặc những danh mục của Schmidt (1974, được trích dẫn trong Pfadenhauer và cs., 1986), Bornkamm và Hennig (1982), Wilmanns (1989) và Dierschke (1994). Dữ liệu đã được kiểm duyệt có thể được phân tích bằng các kỹ thuật được gọi là “phân tích sự sống sót” (Onofri và cs., 2019).

Thời gian đánh giá

Trong hầu hết các trường hợp, thời điểm thích hợp nhất để đánh giá thảm thực vật trên đồng cỏ là ngay trước khi thực hiện lần cắt đầu tiên, vì hầu hết các loài có thể dễ dàng tìm thấy hơn vào thời điểm này. Đồng thời, giai đoạn thực vật của các loài thống trị cũng nên được đánh giá. Khi các thông số định lượng của thành phần thực vật thay đổi theo sự phát triển của loài, thông tin này cho phép đánh giá khả năng so sánh của dữ liệu thu được trong các mùa sinh trưởng khác nhau.

Ở đồng cỏ rộng lớn, bị cắt muộn, việc xác định loài được thực hiện dễ dàng hơn bởi giai đoạn hiện tượng tiên tiến của hầu hết các loài thực vật, cho phép sử dụng các ký tự chẩn đoán của các cơ quan phát sinh (ví dụ: hoa hoặc quả). Thay vào đó, ở vùng đồng cỏ được quản lý chặt chẽ, việc xác định phải chủ yếu dựa vào các cơ quan sinh dưỡng. Nếu mục đích của cuộc khảo sát là một mô tả đầy đủ về đa dạng thực vật, danh sách các loài thu được nên được kiểm soát và hoàn thành một cách lý tưởng trong các lần tái sinh sau, vì một số loài có thể dễ dàng bị bỏ qua trong lần tăng trưởng đầu tiên hoặc đang phát triển. Đối với sự tái sinh, nên ước tính ít nhất trọng lượng-% của các nhóm loài cỏ, cành và cây họ đậu để ghi nhận sự thay đổi giữa các mức tăng trưởng khác nhau.

Mức độ chi tiết thực vật

Mức độ mong muốn của chi tiết thực vật phụ thuộc vào mục tiêu khảo sát. Trong khi đối với các nghiên cứu sinh thái, nhằm đặc trưng cho sự đa dạng thực vật, một danh sách đầy đủ các loài (và phân loài) là một yêu cầu khá đơn giản, các mức độ chi tiết thực vật khác ít tốn thời gian hơn có thể hợp lý cho các mục tiêu khác.

Phương pháp xếp hạng trọng lượng khô (Mannetje và Haydock, 1963; Jones và Hargreaves, 1979; Tothill và cs., 1992) tính trung bình các kết quả của một số đánh giá nhất định trong các tứ giác nhỏ. Trong mỗi ô tiêu chuẩn, chỉ có thứ hạng của ba loài phong phú nhất về tỷ lệ sản lượng được ghi lại và các giá trị tiêu chuẩn được gán cho các cấp bậc. Ví dụ, quy trình này đã được tìm thấy là chính xác có thể chấp nhận được cho một nghiên cứu nhằm mục đích định lượng các phương tiện có trọng số cộng đồng của các đặc điểm chức năng (Lavorel và cs., 2008).

Đối với các nghiên cứu nông học, việc đánh giá ở cấp độ nhóm cỏ, các loại đậu và thảo được cho phép phân loại các loại cỏ theo các loại, ví dụ, theo hệ thống Thụy Sĩ (Daccord và cs., 2007): giàu cỏ (> 70% cỏ), cân đối (giữa 50% và 70% cỏ), giàu các chi (> 50% các chi, cây họ đậu <50%) và giàu cây họ đậu (cây họ đậu > 50%). Loại phân loại này có thể nhanh chóng

được học và áp dụng bởi các học viên với độ chính xác hợp lý ngay cả sau một khóa đào tạo ngắn (Peratoner và cs., 2018) và cho phép lần lượt có được một số gợi ý về tiềm năng năng suất (Troxler và Thomet, 1988), chất lượng thức ăn thô xanh và sự ổn định của nó cùng với sự tiến bộ của giai đoạn hiện tượng ở đoạn cắt cỏ đầu tiên (Nußbaum và cs., 1999 ; Daccord và cs., 2007; Peratoner và cs., 2016a ; 2016b), sự phù hợp để bảo tồn thức ăn ủ chua (Weißbach và cs., 1977; Frame and Laidlaw, 2014), tốc độ sấy khô và nguy cơ vỡ vụn khi làm cỏ khô (Höhn, 1988; Frame và Laidlaw, 2014) và nguy cơ ô nhiễm đất (Resch và cs., 2014).

Lựa chọn khu vực khảo sát đại diện

Đặc biệt đối với các cuộc điều tra tập trung vào xã hội học thực vật và đa dạng loài, việc lựa chọn đúng khu vực khảo sát đại diện là một điều kiện tiên quyết quan trọng. Trong đồng cỏ được quản lý, các khu vực như vậy nên càng đồng nhất càng tốt. Bohner và Sobotik (2000) ước tính kích thước khu vực lý tưởng là khoảng 100 m² để bắt tất cả các loài có liên quan đến chẩn đoán, trong đó một số loài đang phát triển thưa thớt. Một kích thước tương tự (50-100 m²) được đề xuất bởi Müller-Dombois và Ellenberg (1974) cho đồng cỏ khô, nhưng 10-25 m² cho đồng cỏ sản xuất và 5-10 m² cho đồng cỏ được thụ tinh có thể đủ theo các tác giả. Kích thước của khu vực khảo sát tối ưu cũng có thể được xác định bằng cách lập biểu đồ cho thấy mối quan hệ giữa số lượng loài và kích thước của khu vực khảo sát. Trong một khung có kích thước nhất định (ví dụ 0,5 × 0,5 m), số lượng loài được ghi lại và sau đó khung này được lật lại thường xuyên, vì không có sự gia tăng số lượng loài tích lũy. Số loài sau đó được vẽ theo kích thước khu vực để suy ra kích thước tối thiểu cần thiết. Điểm uốn của đường cong, đại diện cho kích thước tăng số lượng loài giảm, có thể được coi là một sự thỏa hiệp tốt giữa nỗ lực cần thiết và phát hiện của hầu hết các loài (Whalley và Hardy, 2000), trong khi kích thước khu vực không có tăng thêm loài đạt được đại diện cho diện tích tối thiểu cần thiết để lấy tất cả các loài.

Vì trong các thí nghiệm hiện trường, kích thước của khu vực khảo sát bị giới hạn bởi kích thước lô, chỉ nên sử dụng phần trung tâm, đồng nhất để tránh các hiệu ứng biên. Xem xét yêu cầu này và được đưa ra một diện tích ô nhất định, một hình tròn của các ô cho phép giảm các hiệu ứng biên xuống mức tối thiểu, nhưng nó có nhược điểm là ít dễ kết hợp với các ô khác trong thiết kế hiện trường. Hơn nữa, ranh giới của một hình tròn khó phân định trên đồng ruộng và quản lý (nghĩa là thụ tinh hoặc thu hoạch) so với hình tứ giác hoặc hình chữ nhật. Hình vuông có tỷ lệ ranh giới nhỏ hơn bất kỳ hình chữ nhật nào khác, trong khi dạng hình chữ nhật thể hiện tỷ lệ ranh giới ngày càng tăng với chiều dài của cạnh dài hơn. Tuy nhiên, trong trường hợp đánh giá được thực hiện mà không cần vào ô, để tránh giẫm đạp thảm thực vật, hình chữ nhật cho phép truy cập hình ảnh hoặc vật lý tốt hơn vào khu vực trung tâm (Traxler, 1997). Các lát cắt là một phần mở rộng của dạng hình chữ nhật và phù hợp mỗi khi thay đổi thảm thực vật được phát hiện hoặc mô tả dọc theo một đường dẫn được xác định trước bao gồm độ dốc môi trường (Whalley và Hardy, 2000). Một số phương pháp để đánh giá độ che phủ và tần số (ví dụ, tứ giác điểm, phân tích tuyến tính) được thực hiện dọc theo các mặt cắt, cũng có thể được định vị trong các ô.

Cả số lượng bản ghi và kích thước của các khu vực khảo sát phải được điều chỉnh theo tính đồng nhất của phương pháp điều tra được sử dụng. Đồng cỏ không đồng nhất, thường xảy ra trong các ô lớn được chặn thả, đặt ra những thách thức đặc biệt để mô tả thảm thực vật. Trong những trường hợp như vậy, vì không thể đánh giá tổng diện tích, nên lặp lại các đánh giá trên

một số lượng nhỏ các tiểu vùng phản ánh đầy đủ thực tế trung bình. Vị trí ngẫu nhiên được chiếm dụng nếu tính không đồng nhất không cực đoan và phương pháp được chọn cho phép một số lượng lớn các quan sát mà không tăng quá nhiều nỗ lực thời gian. Tuy nhiên, trong trường hợp này, cần thận trọng để tránh sự thiên vị vô thức trong việc lựa chọn các vùng (Whalley và Hardy, 2000). Lấy mẫu lưới cố định (lập kế hoạch trước vị trí trong các ô của các khu vực được lấy mẫu) khắc phục vấn đề này. Nó cũng cho phép phát hiện tốt hơn các thay đổi theo thời gian bằng các phép đo lặp lại, nếu các đánh giá được thực hiện theo thời gian tại cùng một vị trí. Lấy mẫu ngẫu nhiên được phân tầng được chiếm đoạt trong trường hợp có mẫu rõ ràng: trong trường hợp này, số lượng vùng cho mỗi loại vùng xuất hiện được xác định tỷ lệ thuận với tổng diện tích của nó trong ô và sau đó các khu vực lấy mẫu đơn lẻ được chỉ định ngẫu nhiên trong loại tương ứng (Whalley và Hardy, 2000).

Số lượng bản sao cần thiết để phát hiện sự khác biệt đáng kể giữa các phương pháp tùy thuộc vào lý thuyết thống kê và có thể được ước tính dựa trên độ rộng mong muốn của khoảng tin cậy và độ chính xác (chênh lệch nhỏ nhất có liên quan giữa trung bình dự kiến và quan sát được) (Traxler, 1997).

PHƯƠNG PHÁP MÔ TẢ THẨM THỰC VẬT ĐỒNG CỎ

Các phương pháp khác nhau đã được phát triển và sử dụng trong thế kỷ trước trên toàn thế giới để mô tả thẩm thực vật trên đồng cỏ (Hanson, 1934; Braun-Blanquet, 1951; Johnston, 1957; Scharouner, 1958). Nhiều tác giả đã chú ý đến độ tin cậy, khả năng nhân rộng và so sánh của các phương pháp khác nhau (Goodall, 1952; Tüxen, 1972; Greig-Smith, 1983; Everson và cs., 1990; Lepš và Hadincová, 1992; Grant, 1993 ; Traxler, 1997) .Các phương pháp được sử dụng thường xuyên nhất được mô tả trong các đoạn tiếp theo, với mô tả chủ yếu tập trung vào các vấn đề hoạt động. Điều này cho phép phân cụm các phương thức, vì mục đích rõ ràng, chỉ trong một vài danh mục.

Phương pháp ước lượng trực quan

Ưu điểm chính của phương pháp này là tính độc lập với các thiết bị kỹ thuật và chi phí thời gian thấp. Voigtländer và Voss (1979) cũng như Dethier và cs. (1993) khẳng định rằng, trong điều kiện thuận lợi, các phương pháp ước lượng trực quan có khả năng cạnh tranh với các phương pháp khách quan về độ chính xác. Tuy nhiên, theo Traxler (1997) độ chính xác của ước tính phụ thuộc vào một số yếu tố:

Kích thước của khu vực được đánh giá (càng nhỏ càng chính xác)

Mô hình phân phối (các điểm nhỏ gọn dễ ước tính hơn so với các cá thể đơn lẻ hoặc thực vật phân tán)

Đặc điểm tăng trưởng (bụi cỏ và hoa dễ ước tính hơn)

Sự khác biệt về hình thái của loài (dễ dàng phân biệt loài này với loài khác)

Sự phân tầng của cộng đồng thực vật (đồng cỏ được cho là đặc biệt khó ước tính)

Khía cạnh ra hoa (thực vật có hoa thường được đánh giá quá cao)

Khả năng đi vào khu vực khảo sát (trong các ô thí nghiệm, việc ước tính phải được thực hiện chủ yếu từ bên ngoài các ô để tránh xáo trộn; điều này làm cho việc đánh giá độ che phủ của dự án khó khăn hơn).

Hơn nữa, điều kiện chủ quan, trình độ đào tạo, kinh nghiệm và thói quen của người quan sát đóng vai trò quan trọng (Peratoner và cs., 2018). Các quan sát vào cuối một ngày làm việc dài chẳng hạn, kém chính xác hơn so với những quan sát vào đầu một ngày. Hơn nữa, kiến thức trước đây về thành phần thực vật của lô khảo sát hoặc của cộng đồng thực vật được khảo sát cho phép người quan sát tìm kiếm mục tiêu cho các loài dự kiến sẽ được tìm thấy. Trong trường hợp lý tưởng, các khu vực được điều tra phải luôn được khảo sát bởi cùng một người (Vittoz và Guisan, 2007). Mặc dù một số lỗi hệ thống, chủ quan của ước tính xảy ra, so sánh đầy đủ và đáng tin cậy giữa các phương pháp khác nhau có thể thu được bằng phương pháp này. Ước tính trực quan chủ yếu phù hợp để xác định tỷ lệ che phủ và năng suất.

Theo phương pháp của Klapp / Stählin (Klapp, 1930; được trích dẫn trong Voigtländer và Voss, 1979), tỷ lệ năng suất của các loài cụ thể liên quan đến toàn bộ sinh khối trên mặt đất (= 100%) được ước tính và điều này có thể được thực hiện nhanh chóng bởi các nhà quan sát có kinh nghiệm. Thông thường, một danh sách tất cả các loài xuất hiện được tổng hợp và sau đó tỷ lệ năng suất của các nhóm loài (cỏ, bao gồm cả cây cỏ và cao điểm, thảo mộc và cây họ đậu) được ước tính. Tỷ lệ của các nhóm này sau đó được phân bổ giữa các loài đơn lẻ, thường bắt đầu bằng các loài có đại diện kém, để ước tính hơn. Theo Traxler (1997), ước tính trực quan của lớp phủ là phương pháp được sử dụng nhiều nhất trong hệ sinh thái thực vật vì lý do thực hiện nhanh chóng và độ chính xác. Tại AREC Raumberg-Gumpenstein, một phiên bản sửa đổi của phương pháp Braun-Blanquet (1951) được thành lập bởi Schechtner (1958). Trái ngược với quy mô thứ năm đến chín phần, thường được sử dụng trong xã hội học thực vật và thực vật học, một tỷ lệ phần trăm được sử dụng để ước tính độ che phủ của các loài đơn (CS). Phương pháp này cần rất nhiều kinh nghiệm, thói quen và khá tốn thời gian. Trong thực tế, ban đầu, tất cả các loài xuất hiện tại khu vực quan sát được ghi lại và phân bổ cho các nhóm cỏ cao, cỏ trung bình, cỏ đáy, graminoids (trảm tích và cao điểm), cây họ đậu và cây cảnh. Sau đó, độ che phủ của tất cả các loài đơn lẻ được ước tính là diện tích-%, trong khi các ký hiệu sau được sử dụng để xác định giá trị che phủ rất thấp:

++ = hiếm (= 0,66 % diện tích), + = rất hiếm (= 0,33% diện tích) và r đối với các loài có một hoặc hai cá thể xuất hiện trong khu vực khảo sát

Theo quyết định của tất cả các loài, tổng tỷ lệ diện tích trong các nhóm thực vật cũng như độ che phủ thực vật tổng thể (CV) được tính (= tổng độ che phủ của nhóm. Tổng độ che phủ của loài). Ở những đồng cỏ cao và rậm rạp, tổng diện tích có thể lên tới 130% 140% diện tích, trong khi ở những đồng cỏ ngắn và thưa thớt, giá trị này thậm chí có thể giảm xuống dưới 100%. Xác nhận kết quả có thể được thực hiện theo nhiều cách khác nhau, ví dụ, khi so sánh với các khu vực quan sát khác để quyết định xem tổng độ che phủ quá cao hay quá thấp. Ngoài ra, có thể so sánh độ che phủ của các loài đơn hoặc nhóm loài.

Trong các thí nghiệm thực địa, phương pháp điều tra thường được nhân rộng nhiều lần, chủ yếu cung cấp tổng diện tích thực vật khác nhau (CV). Điều này phải được xem xét, khi tính toán độ che phủ trung bình của một loài thực vật. Vì lý do này, tỷ lệ che phủ của các loài có thể được tiêu chuẩn hóa (CSZ) như sau:

CSZ = tỷ lệ che phủ chuẩn hóa của một loài

CS = tỷ lệ che phủ của một loài (diện tích-%)

CV = tổng diện tích thảm thực vật (diện tích-%)

Khung ước tính (khung đếm, khung tần số)

Việc sử dụng khung gỗ hoặc kim loại cung cấp một định nghĩa chính xác về khu vực được khảo sát. Tuy nhiên, một điểm quan trọng là quyết định liệu các nhà máy nằm ngoài khung có được đưa vào quan sát hay không. Thông thường, nguồn gốc trong khung là tiêu chí phù hợp cho quyết định này. Tuy nhiên, quyết định vẫn chủ quan một phần cho các loài phát triển ở lề của khung. Hơn nữa, kích thước của khung có liên quan ở khía cạnh này: khung càng nhỏ, tỷ lệ cây trồng ở rìa khung càng cao và nguy cơ đưa ra quyết định sai (Müller-Dombois và Ellenberg, 1974) càng cao. Trong các khung khoa học đồng cỏ có kích thước $0,5 \times 0,5$ m hoặc $1,0 \times 1,0$ m thường được sử dụng (Whalley và Hardy, 2000). Các khung như vậy có thể được sử dụng để ước tính độ che phủ, mật độ hoặc tần số của cây.

Đối với các phép đo tần số, các khung thường được chia thành 100 hình tứ giác và trong mỗi hình đó, sự xuất hiện của mỗi loài được ghi lại. Số lượng tứ giác, trong đó một loài xuất hiện, đại diện cho tần số của nó. Các khung hình tròn có kích thước $0,1 \text{ m}^2$ có thể được sử dụng để lựa chọn ngẫu nhiên các điểm quan sát bằng cách ném các khung liên tục theo sau bằng cách ghi lại các loài xảy ra trong khung.

Tứ giác điểm, đánh chặn điểm

Phương pháp này được gọi là phương pháp chặn điểm, phương pháp điểm tứ giác hoặc phương pháp điểm (Levy và Madden, 1933; Goodall, 1952; Goodall, 1953). Với phương pháp này, sự xuất hiện của một loài không được ghi lại trong một khu vực nhất định, nhưng tại một điểm xác định. Thông thường, các chân dây được hạ thấp theo chiều dọc xuống tại các điểm giao nhau của khung lưới hoặc thông qua các lỗ cách đều nhau (các kênh dẫn hướng) trong một khung. Điểm tiếp xúc giữa pin và thảm thực vật xác định loài được ghi lại. Nếu chỉ số diện tích lá (LAI) là tham số được nhắm mục tiêu, góc $32,5^\circ$ của chân so với phương ngang sẽ giảm thiểu sai số do đánh giá thấp khu vực tán lá của các loài có thói quen dựng lá (Wilson, 1960).

Phương pháp chặn điểm có thể được sử dụng để đánh giá nắp trên nếu chỉ ghi lại lần tiếp xúc đầu tiên, mà còn cho các phép đo tần số, với điều kiện là tất cả các tiếp điểm trên mỗi điểm quan sát đều được ghi lại. Khi tất cả các liên hệ trên mỗi điểm, bao gồm các liên hệ lặp lại của cùng một loài tại cùng một điểm được ghi lại, tỷ lệ cụ thể có thể được lấy và xem như là một biểu hiện tương đối của sinh khối trên mặt đất (Goodall, 1952; Ostermann, 1991). Loại bản ghi này cũng có thể được thực hiện với sự trợ giúp của ống kính thiên văn, trong đó chức năng của dây được thay thế bằng sợi tóc chéo (Traxler, 1997). Phương pháp đánh chặn điểm mang lại tính khách quan và chính xác tốt hơn cho các nghiên cứu về động lực học thực vật so với ước tính trực quan (Stampfli, 1991; Vittoz và Guisan, 2007). Tuy nhiên, có một số bất lợi do nỗ lực thời gian cao và trong trường hợp điều kiện gió và thảm thực vật cao, có thể cản trở các phép đo hoặc thậm chí làm cho chúng không thể. Cũng cần một số lượng lớn các bản sao để bắt các loài quý hiếm (Traxler, 1997). Như một sự thỏa hiệp có thể chấp nhận, các loài không bị chặn nhưng xuất hiện trong khu vực khảo sát có thể được thêm vào danh sách loài với tần suất dưới 1% (Peratoner, 2003; Pittarello và cs., 2018).

Phân tách năng suất bằng tay

Về mặt lý thuyết, một quyết định chính xác cả về cấp độ loài và cấp độ nhóm loài, cũng có thể được thực hiện bằng cách tách thủ công kỹ tốn thời gian của năng suất thu hoạch. Do đó,

việc phân tách thủ công ở đồng cỏ hầu hết được thực hiện với các mẫu phụ được xác định cho các nhóm cỏ, thảo mộc và cây họ đậu để tìm kiếm các đặc điểm chức năng của chúng và tác động của chúng đối với các thông số cụ thể như phân đoạn protein hoặc carbohydrate thô (Pötsch và Resch, 2007; Weichselbaum, 2015; Gabauer, 2018).

Phương pháp dựa trên việc thu thập dữ liệu kỹ thuật số

Các phương pháp này, bao gồm cả viễn thám và viễn thám, ngụ ý sự sẵn có của các công cụ để nắm bắt, xử lý và ghi lại thông tin liên quan đến thảm thực vật được khảo sát. Ưu điểm chính của chúng là khả năng thu thập lượng dữ liệu lớn trong thời gian ngắn, do đó giảm công sức và thời gian và trong trường hợp viễn thám, khả năng thu thập dữ liệu từ các vị trí xa hoặc khó truy cập, có khả năng bao phủ mọi vị trí kịp thời và không gian (Wachendorf và cs., 2018). Một tiến bộ lớn đã đạt được trong hai thập kỷ qua khi ước tính chất lượng sinh khối và thức ăn thô xanh là chủ yếu, nhưng chúng đã được chứng minh là phù hợp trong việc cung cấp thông tin có giá trị về các thông số khác liên quan đến thành phần thực vật của vùng trồng trọt, miễn là tôi) một loài mục tiêu, hoặc ii) thành phần thực vật là đơn giản, hoặc iii) thông tin ở cấp độ cộng đồng hoàn thành mục tiêu khảo sát. Ví dụ, nhiếp ảnh và phân tích hình ảnh kỹ thuật số (DIA) đã được chứng minh là cung cấp thông tin đáng tin cậy về độ che phủ và tỷ lệ sản lượng của cây họ đậu trong hỗn hợp cỏ ba lá (Himstedt và cs., 2010) và cho phép phát hiện tự động một lá rộng cỏ dại (*Rumex obtusifolius*) ở đồng cỏ (Gebhardt và cs., 2006; Gebhardt và Kühbauch, 2007). Sự nhấn mạnh hiện đang được đặt vào phép đo phổ, một phương pháp không xâm lấn cho phép phân tích các hệ thống sinh học về các thành phần, cấu trúc và chức năng phân tử. Thảm thực vật và động lực sinh trưởng của nó có thể được mô tả ở cấp độ cộng đồng bằng nhiều chỉ số khác nhau có được từ các phép đo phổ của trường và một phần cũng liên quan đến đặc điểm thực vật (ví dụ, lập bản đồ thảm thực vật, độ phong phú của loài) ở cấp độ cộng đồng (Govender và cs., 2007; Psomas và cs., 2011; Hollberg và Schellberg, 2017). Kỹ thuật đo quang phổ cũng có thể được sử dụng để phát hiện cỏ dại (Glenn cs., 2005) hoặc, như mong đợi trong tương lai, để ước tính thời gian thu hoạch tối ưu kết hợp với dữ liệu vệ tinh (Schaumberger và Schellberg, 2015). Tuy nhiên, so với các phương pháp thủ công và trực quan, phép đo phổ đòi hỏi cả thiết bị tốn kém và kiến thức nâng cao trong xử lý dữ liệu.

Thông tin có thể lấy được từ các đánh giá thực vật

Không được quên rằng dữ liệu mô tả thành phần thực vật của thảm thực vật có thể được sử dụng để lấy thêm các tham số hữu ích để tóm tắt và tổng hợp thông tin thu được từ các đánh giá. Chúng cho phép định lượng sự đa dạng và tính toán các phương tiện có trọng số cộng đồng để mô tả thảm thực vật theo quan điểm sinh thái và nông học.

Đa dạng

Để mô tả sự đa dạng trong thảm thực vật đồng cỏ, số lượng loài trên một đơn vị diện tích (độ phong phú của loài) là thông số được sử dụng nhiều nhất, nếu chỉ xem xét thông tin định tính (sự hiện diện / vắng mặt của loài). Ba loại đa dạng về độ phong phú của loài được phân biệt (Gauch, 1982): i) số lượng loài được ghi nhận trên một đơn vị diện tích được gọi là đa dạng alpha, ii) đa dạng beta là thành phần đa dạng giữa cộng đồng (Chao và cs., 2012), trong khi iii) đa dạng gamma là tổng số loài gặp phải trong toàn bộ nghiên cứu. Định nghĩa về đa dạng beta đã được tranh luận chủ yếu (Moreno và Rodriguez, 2010) và, tùy thuộc vào các tác giả

khác nhau, có thể được thể hiện bằng sự thay đổi thành phần loài giữa các cộng đồng khác nhau trong một cảnh quan, bởi mức độ luân chuyển loài dọc theo quản lý hoặc độ dốc môi trường hoặc bởi sự phân bố tương đối của sự phong phú loài trên quy mô. Sự đa dạng Beta có thể được định lượng bằng cách sử dụng các phép đo độ tương tự hoặc khoảng cách (nghĩa là khoảng cách Euclide) (Gauch, 1982; Whalley và Hardy, 2000; Vellend, 2001) hoặc có thể được tính toán theo nhiều cách từ đa dạng alpha và gamma (Tuomisto, 2010; Chao và cs., 2012).

Nếu dữ liệu định lượng (nghĩa là tỷ lệ che phủ hoặc năng suất của loài) được coi là để mô tả tính đa dạng, các chỉ số khác có thể được sử dụng để cung cấp thước đo về tính đa dạng (xem ví dụ Magurran (1988) để biết tổng quan về các chỉ số phổ biến nhất và tính toán của chúng). Chỉ số Shannon là chỉ số được sử dụng thường xuyên nhất. Giá trị của nó tăng theo số lượng loài tăng lên và tăng độ tương tự về tỷ lệ (độ chẵn) của loài duy nhất lên đến giá trị tối đa (trong trường hợp tất cả các loài có cùng tỷ lệ) bằng logarit tự nhiên của số loài. Một lượng hóa của độ chẵn (thước đo độ đồng đều của Shannon), nằm giữa giá trị gần bằng 0 và một và không phụ thuộc vào số loài, cũng có thể được lấy từ chỉ số Shannon.

Các chỉ tiêu sinh thái và nông học

Một loạt các chỉ số hoặc đặc điểm của loài cụ thể có thể được sử dụng để tính toán các phương tiện có trọng số cộng đồng. Chúng được lấy làm giá trị trung bình của chỉ tiêu hoặc đặc điểm của lợi ích được cân bằng bởi một trong các tham số mô tả định lượng thành phần thực vật.

Trong hệ sinh thái thực vật, các giá trị chỉ thị thường có thể được kết hợp với cả dữ liệu tỷ lệ che phủ hoặc năng suất (Spatz và cs., 1979; Briemle, 1997; Bohner, 2015). Về vấn đề này, một số tùy chọn có sẵn, từ các giá trị chỉ báo của Ellenberg (Ellenberg, 1979) và Landolt's (Landolt và cs., 2010) cho một số yếu tố địa điểm sinh thái cho các chiến lược cạnh tranh theo Grime (Grime, 1977; Grime, 2001; Frank và Klotz, 1990; Landolt và cs., 2010), các loại chiến lược chức năng sinh sản (Klotz và cs., 2002) hoặc các đặc điểm chức năng của thực vật (Lavorel và cs., 2008; Schellberg và Pontes, 2012).

Từ góc độ nông học, việc tính toán các phương tiện có trọng số cộng đồng có thể được thực hiện tốt nhất bằng cách sử dụng tỷ lệ đóng góp hoặc năng suất cụ thể của các loài (Peeters, 2015). Phổ biến nhất là giá trị thức ăn thô xanh tiềm năng theo Klapp (khỏe nhất là khoan dung và khoan dung khoan dung (Briemle và cs., 2002; Landolt và cs., 2010).

KẾT LUẬN

Việc lựa chọn các phương pháp thích hợp để mô tả và mô tả thành phần thực vật trong nghiên cứu đồng cỏ phải tuân theo các tiêu chí khác nhau. Mục tiêu của cuộc điều tra chủ yếu xác định việc lựa chọn các tham số sẽ được ghi lại. Nếu, ví dụ, trọng tâm của điều tra được đặt vào chất lượng thức ăn thô xanh, việc xác định tỷ lệ năng suất như một tham chiếu trực tiếp đến sinh khối được khuyến nghị. Tuy nhiên, nếu lợi ích chính được đặt vào phân bố loài và thay đổi của nó theo thời gian, điều này có thể đạt được tốt nhất bằng cách ghi lại tần số. Cuối cùng, việc lựa chọn các phương pháp thích hợp cho các tham số cụ thể cũng phụ thuộc vào độ chính xác dự kiến và có thể đạt được, cũng như nỗ lực chấp nhận được và vào các tài nguyên có sẵn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bohner, A. 2015. Bedeutung und Aktualität von Zeigerpflanzen im Grünland. In: Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein (Ed.): Bericht über das 20. Alpenländische Expertenforum zum Thema Bedeutung und Funktionen des Pflanzenanand HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdenstein, 44.ning
- Bohner, A. and Sobotik, M. 2000. Das Wirtschaftsgrünland im Mittleren Ennstal aus Vegetationsökologischer Sicht. In: Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein (Ed.): MAB-Forschungsbericht. Landschaft und Landwirtschaft im Wandel. Das Grünland im Bergros sterreichs. September 22-23, 2000, Vienna. Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, pp. 15–50.
- Bonham, C.D. 2013. Measurements for terrestrial vegetation. 2nd ed., Wiley, Hoboken, 246 p.
- Bornkamm, R. and Hennig, U. 1982. Experimentell-ökologische Untersuchungen zur Sukzession von ruderalen Pflanzengesellschaften auf unerschiedlichem Boden. I. Zusammensetzung der Vegetation. Flora 172, 267–316.
- Briemle, G. 1997. Zur Anwendbarkeit ökologischer Wertzahlen im Grünland. Angewandte Botanik 71, 219–228.
- Briemle, G., Nitsche, S. and L. Nitsche. 2002. Nutzungswertzahlen für Gefäßpflanzen des Grünlandes. Schriftenreihe für Vegetationskunde 38, pp. 203–225.
- Braun-Blanquet, J. 1951. Pflanzensoziologische Grundzüge der Vegetationskunde. 2nd ed., Springer-Verlag, Vienna, 631 p.
- Chao, A., Chiu, C.-H. and TC Hsieh. 2012. Proposed Resolution for Diversity Zoning Debates. Ecology 93, pp. 2037–2051.
- Copeland, O.L. 1965. Land use and ecological factors related to sediment production. Proceedings of the Federal Interagency Settlement Conference 2, pp. 72–84.
- Daccord, R., Wyss, U., Jeangros, B. and Meisser, M. 2007. Bewertung von Wiesenfutter. Nährstoffgehalt für die Milch- und Fleischproduktion. AGFF-Merkblatt 3, Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaus (AGFF), Zürich, 6 pp.
- Daget, P. and Poissonet, J. 1971. Une methode d namanalyse phytologique des Prairies. Criteres dxapplication. Annales Agronomique 22, pp. 5–41.
- Dethier, M.N., Graham, E.S., Cohen, S. and Tear, L.M. 1993. Intuitive percentage estimate vs random score: 'target' is not always better. Marine ecological progress 96, 93 100100.
- Dierschke, H. 1994. Pflanzensoziologie. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 683 p.
- Dietl, W. 1995. Wandel der Wiesenvegetation im Schweizer Mittelland. Zeitschrift für kologie und Naturschutz 4, pp. 239–249.
- Ellenberg, H. 1979. Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 2. Auflage verb. Studia Geobotanica 9, 122 p.
- Everson, T.M., Clarke, G.P.Y. and Everson, C.S. 1990. Precision in monitoring plant species composition in montane grasslands. Vegetatio 88, pp. 135–141.
- Frame, J. and Laidlaw, A.S. 2014. Improved grassland management. Crowood Press, New York, 352 p.
- Frank, D. and S. Klotz. 1990. Biologisch-ökologische Daten zur Flora in der DDR. Wissenschaftliche Beiträge 32 / P41. Martin-Luther-University of Halle-Wittenberg, Halle (Saale), 167 pp.
- Gabauer, J. 2018. Auswirkung Verschiedener Düngungsvarianten im Dauergrünland auf die in vitro-Verdaulichkeit und den Energiegehalt des Futter. Masterarbeit, Universität für Bodenkultur Wien, 108 p.
- Gauch, H.G. 1982. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge University Press, Cambridge, 298 p.

- Gebhardt, S. and Kühbauch, W. 2007. A new algorithm for automatic *Rumex obtusifolius* detection in digital images using color and texture features and the influence of image resolution. *Agriculture Precision* 8.1–13.
- Gebhardt, S., Schellberg, J., Lock, R. and Kühbauch, W. 2006. Identification of broadleaf dock (*Rumex obtusifolius*L.) in grasslands by digital image processing. *Precision Agriculture* 7, pp. 165–178.
- Glenn, N.F., Mundt, J.T., Weber, K.T., Prather, T.S., Lass, L.W. and Pettingill, J. 2005. Ultrasonic data processing for repeat detection of minor cases of leaf spot disease. *Environmental remote sensing* 95, 399 Row 412.
- Goodall, D.W. 1952. Some considerations in using point quadrilaterals for vegetation analysis. *Australian Journal of Scientific Research* 5, 1 Row 41.
- Goodall, D.W. 1953. Focal plot method for vegetation analysis. The data processing for grass tussock. *Australian Journal of Botany* 1, pp. 457–461.
- Govender, M., Chetty, K. and Bulcock, H. 2007. A review of hypersensitive remote sensing and its application in plant and water resources research. *Country SA* 33, pp. 145–152.
- Grant, S.A. 1993. Resource description: botanical composition and growing region. Print: Davies, A., Baker, RD, Grant, SA and AS Laidlaw (Eds): *The Sward Measurement Handbook*. 2nd ed., British Prairie Society, Read, p. 69.
- Greig-Smith, P. 1983. *Quantitative Plant Ecology*. 3rd Edition, University of California Press, Berkeley, Los Angeles, 360 p.
- Grime, J.P. 1977. Evidence for the existence of three major strategies in plants and their relevance to ecological and evolutionary theory. *American naturalist* 111, pp. 1169–1194.
- Grime, J.P. 2001. *Plant strategy, plant processes and ecosystem properties*, second edition, Wiley, Chicester, 456 p.
- Gusmeroli, F. 2012. *Prati, pascoli e paesaggio alpino*. So-ZooAlp, San Michele all'Adige, 264 p.
- Hanson, HC. 1934. Comparison of botanical analysis methods of the prairies of western North Dakota. *Journal of Agricultural Research* 49, pp. 815–842.
- Himstedt, M., Fricke, T. and Wachendorf, M. 2010. Relationship between cover and dry matter contribution of grass legumes in legume mixes. *Crop Science* 50, pp. 2186–2193.
- Hollberg, J. and Schellberg, J. 2017. Discrimination of intensity levels of grassland fertilization by vegetation indices. *Remote sensing* 9, 81.
- Höhn, E. 1988. Abtrocknung und Ernteverlust von kräuterreichen Wiesen. *Schweizerische Landwirtschaftliche Forschung* 27, pp. 181–189.
- Kirmer, A. 2004. *Methodische Grundlagen und Ergebnisse initiiert Vegetationsentwicklung auf xerothermen Extremstandorten des ehemaligen Braunkohletagebaus in Saxony-Anhalt*. Thesis Botanicae, 385. Cramer, Berlin, Stuttgart, 167 p.
- Klapp, E. 1930. Zum Ausbau der Graslandbestandsaufnahme zu wissenschaftlichen Zwecken. *Pflanzenbau* 6, pp. 197–210.
- Klotz, S., Kühn, I. and Durka, W. 2002. BIOLFLOR - Eine Datenbank mit biologisch-ökologischen Merkmalen zur Flora von Deutschland. *Schriftenreihe für Vegetationskunde* 38. Bundesamt für Naturschutz, Bonn, 334 p.
- Johnston, A. 1957. Comparison of the straight line intercept, vertical point benchmark, and loop method used to measure the basal area of grassland vegetation. *Canadian Journal of Plant Science* 37, pp. 34–42.
- Jones, R.M. and Hargreaves, J.N.G. 1979. Improvements to the dry weight rating method for measuring botanical composition. *Grass and Grass Science* 34, pp. 181–189.

- Landolt, E., Erhardt, A., Hegg, O., Klötzli, F., Lämmli, W., Nobis, M., Rudmann-Maurer, K., Schweingruber, F.H., Theurillat, J.-P., Urmi, E., Vust, M. and Wohlgenuth, T. 2010. Plant designation: ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen. Haupt, Bern, 378 p.
- Lavorel, S., Grigulis, K., McIntyre, S., Williams, NSG, Garden, D., Dorrough, J., Berman, S., Suyier, F., Thébault, A. and Bonis, A. 2008. Evaluation of functional diversity in the field - a methodological problem! *Functional ecology* 22, pp. 134–147.
- Lepš, J. and Hadincová, V. 1992. How reliable is our vegetation analysis? *Journal of Plant Science* 3, No. 119.
- Levy, F.B. and Madden, E.A. 1933. The grassland analysis point method. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture* 46, pp. 267–279.
- Linse, S.J., Mergen, D.E., Smith, J.L. and Trlica, M.J. 2001. Upland erosion under a simulated most damaging storm. *Scope Management Journal* 54, 353361361.
- London, G. 1976. Decimal scale for quadrilateral goodness of fit. *Vegetatio* 33, pp. 61–64.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, Princeton, 256 p.
- Mannetje, L.T. and Haydock, K.P. 1963. Dry weight rating method for botanical composition measurement. *Journal of the British Grassland Association* 18, 268 mai275.
- Moreno, C.E. and Rodríguez, P. 2010. A consistent term for quantifying species diversity? *Oecologia* 163, pp. 279–282.
- Müller-Dombois, D. and H. Ellenberg. 1974. *Purpose and methods of plant ecology*. John Wiley and Sons, New York, Sydney, London, Toronto, 547 p.
- Nußbaum, H., Weißbach, F., Elsässer, M., Schenkel, H., Staudacher, W., von Borstel, U., Groß, F., Seibold, R. and Rieder, J.B. 1999. Grundfutterbewertung. Teil A: DLG-Schlüssel zur Bewertung von Grünfutter, Silage und Heu mit Hilfe der Sinnenbewertung. DLG-Information February 1999. Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft, Frankfurt.
- Onofri, A., Piepho, H.-P. and Kozak, M. 2019. Censored data analysis in agricultural research: A review with software examples and tips. *Chronicles of Applied Biology* 174, pp. 3–13.
- Ostermann, O. 1991. Der Einfluß der Schafweide auf die Vegetationsdynamik der subalpinen Hakenkiefernbestände *Pinus uncinata* Mill. ex Mirbel). *Methoden und Ergebnisse im Vercors, Frankreich*. Thesis, Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen.
- Peeters, A. 2015. Synthesis of systems of European grassland types at the plot, farm, and regional levels. *Grassland Science in Europe* 20, pp. 116–118.
- Peratoner, G. 2003. *Organic propagation of alpine species and their use in ecological restoration of alpine ski runs*. Kassel University Press, Kassel, 240 p.
- Peratoner, G., Kasal, A., Florian, C. and Pramsohler, M. 2018. Accuracy of plant stand type visual assessment for forage quality estimation. *Grassland Science in Europe* 23, pp. 950–952.
- Peratoner, G., Romano, G., Piepho, H.-P., Bodner, A., Schaumberger, A., Resch, R. and Pötsch, E.M. 2016a. Suitability of different methods for plant composition characterization to predict forage quality of permanent grasslands at first mowing. *Grassland Science in Europe* 21, pp. 311–313.
- Peratoner, G., Romano, G., Schaumberger, A., Piepho, H.-P., Resch, R. and A. Bodner. 2016b. webGRAS: a web application for estimating potential forage quality of permafrost. *Grassland Science in Europe* 21, 203 From 205.
- Pittarello, M., Lonati, M., Gorlier, A., Perotti, E., Probo, M. and Lombardi, G. 2018. Plant diversity and pastoral value in alpine grasslands was maximized at different nutritional indicator values. *Ecological indicators* 85, pp. 518–524.

- Pfadenhauer, J., Poschlod, P. and Buchwald, R. 1986. Überlegungen zu einem Konzept geobotanischer Dauerbeobachtungsflächen für Bayern. Teil 1. Method der Anlage und Aufnahme. Berichte der ANL 10, Akademie für Naturschutz und Landschaftspfribution, Laufen / Salzach, pp. 41 196060.
- Pötsch, E.M. and Resch, R. 2007. In vitro digestibility and energy concentrations of different legumes - results from the COST 852 experiment in Austria. In: Helgadottir, A. and EM Poetsch (Eds.): Quality legume-based forage systems for contrast media. Book Summary: COST 852 Final Meeting, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, pp. 145–148.
- Psomas, A., Kneubühler, M., Huber, S., Itten, K. and Zimmermann, N.E. 2011. Hyperspectral remote sensing to estimate terrestrial biomass and to explore species richness patterns in grassland environments. *International Journal of Remote Sensing* 32, pp. 9007–9031.
- Resch, R., Peratoner, G., Frank, P., Stögmüller, G. and Tiefenthaller, F. 2014. Futtermverschmutzung mit Erde - Ursachen und Lösungsansätze. *Der fortschrittliche Landwirt* 92, pp. 20–25.
- Schaumberger, A. and Schellberg, J. 2015. Spektrometrie - Moderne, invasive nicht Erfassungstechnik von Pflanzenbeständen. In: Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein (Ed.): Bericht über das 20. Alpenländische Expertenforum zum Thema Bedeutung und Funktionen des Pflanzenandand HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdenstein, pp.
- Schechtner, G. 1958. Grünlandsoziologische Bestandsaufnahme mittels “Flächenprozentschätzung”. *Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau* 105, pp. 33–43.
- Schellberg, J. and LdS Pontes. 2012. Plant functional characteristics and nutrient gradients in grassland. *Forage and forage science* 67, pp. 305–319.
- Spatz, G., Pletl, L. and Mangstl, A. 1979. Program OEKSYN zur ökologischen und synsystematischen Auswertung von Pflanzenbestands-aufnahmen. In: Ellenberg, H. (Ed.): *Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas*. *Scripta Geobotanica IX*, 2nd ed., Verlag Erich Goltze, Göttingen, pp. 29–36.
- Stampfli, A. 1991. Accurate determination of grassland vegetation variability by consecutive standard plot analysis. *Vegetatio* 96, pp. 185–194.
- Tothill, J.C., Hargreaves, J.N.G., Jones, R.M. and McDonald, C.K. 1992. BOTANAL - A comprehensive sampling and calculation process for estimating grassland yield and composition. 1. Field sampling. Technical Memorandum of Tropical Agronomy, 8. Tropical Crops and Grassland Division CSIRO St. Lucia, Brisbane, 24 p.
- Troxler, J. and Thomet. P. 1988. Untersuchungen zur Ertragsleistung von kräuterreichen Wiesen. *Schweizerische Landwirtschaftliche Forschung* 27, pp. 167–180.
- Traxler, A. 1997. *Handbuch des Vegetationsökologischen Monitorings. Method, Praxis, angewandte Projekte.* Teil A: Method. Monographien, 89A Bundes Managerium für Umwelt, Jugend und Familie, Vienna, 397 p.
- Tuomisto, H. 2010. A diversity of beta diversity: making a concept go bad. Part 1. Determination of beta diversity as a function of alpha and gamma diversity. *Geography* 33, 2 ball22.
- Tüxen, R. 1972. Kritische Bemerkungen zur Interpretation of pflanzensoziologischer Tabellen. In: van der Maarel, E. and R. Tüxen (eds.): *Grundfragen und Methoden der Pflanzensoziologie. Bericht über das Internationale Symposion der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde 1970 at Rinteln*, Springer, Dordrecht, pp. 168–182.
- Van Der Maarel, E. 1979. Transformation of coverage values in cytology and its effect on community similarity. *Vegetatio* 39, 97 peak114.
- Vellend, M. 2001. Commonly used indicators for species diversity change?? *Journal of Plant Science* 12, pp. 545–552.
- Vittoz, P. and A. Guisan. 2007. How reliable is the monitoring of fixed plant plots? An experiment with multiple observers. *Journal of Plant Science* 18, 413 From 422.

- Voigtländer, G. and Voss, N. 1979. Method der Grünlanduntersuchung und -bewertung. Grünland - Feldfutter - Rasen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 207 p.
- Wachendorf, M., Fricke, T. and Möckel, T. 2018. Remote sensing as a tool to assess vegetation composition, structure, quantity and quality of temperate grasslands. *Grass and grass science* 73.1: 1-14.
- Weichselbaum, F. 2015. Auswirkung unterschiedlicher Düngungsniveaus im Dauergrünland auf die Proteinfraktionierung im Grundfutter. Masterarbeit, Universität für Bodenkultur Wien, 86 p.
- Weinzierl, T. 1902. Mount Futterbauversuche, zugleich II. Bericht über die im alpinen Versuchsgarten auf der Sandlingalpe durchgeführten wissenschaftlich-praktischen Untersuchungen in den Jahren 1890-1900. Verlag W. Frick, k. k. Hofbuchhandlung, Vienna, 276 p.
- Weißbach, F., Berg, K., Weise, G. and Knabe, O. 1977. Methoden und Tabellen zur Schätzung der Vergärbarkeit. 3. Auflage, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Leipzig, 53 p.
- Whalley, R.D.B. and Hardy, M.B. 2000. Measurement of the vegetative composition of grasslands. In: Field experimental methods for pasture and animal production studies. In: Mannetje, LT and RM Jones (Eds.): Field and laboratory methods in animal and pasture production studies, CAB International, Wallingford, p. 67.
- Wilmanns, O. 1989. Ökologische Pflanzensoziologie. 4th ed., UTB 269, Quelle & Meyer, Heidelberg, 382 p.

ABSTRACT

Methods to describe the botanical composition of vegetation in grassland research

In terms of vegetation composition, grassland vegetation in experimental and field plots can be described by different parameters (plant density, cover, frequency or yield rate). Each parameter describes different features, which in certain cases may be correlated to some extent, but not entirely equivalent. Therefore, first of all, the choice of parameters for evaluation depends on the specific purpose of the investigation. To evaluate the selected parameter, there are different methods in terms of subjectivity, accuracy, effort and requirements for technical equipment. The choice of method depends mainly on the required accuracy, reasonable effort and available resources.

Keywords: *grassland, plant composition, parameters, evaluation method*

Ngày nhận bài: 14/12/2021

Ngày chấp nhận đăng: 31/12/2021