



- Information



Station fédérale de recherches laitières ⁽¹⁾
Liebefeld
CH-3003 Berne

Station fédérale de recherches ⁽²⁾
en production végétale, Changins
CH-1260 Nyon

Septembre 2000 / 402 P/W

**La composition de l'herbe des pâturages de
montagne est-elle différente de celle des prairies de
plaine?**

**Ist Futter aus Berg- und Talweiden unterschiedlich
zusammengesetzt?**

J.O. Bosset⁽¹⁾, B. Jeangros⁽²⁾,
J. Scehovic⁽²⁾, H. Troxler⁽²⁾

Revue Suisse Agric. 32 (2) 63- 68 (2000)
Agrarforschung 7 (7) 308-313 (2000)

La composition de l'herbe des pâturages de montagne est-elle différente de celle des prairies de plaine?

B. JEANGROS, J. SCEHOVIC et J. TROXLER.

Station fédérale de recherches en production végétale de Changins, CH-1260 Nyon
J. O. BOSSET, Station fédérale de recherches laitières de Liebefeld, CH-3003 Berne

@ E-mail: bernard.jeangros@rac.admin.ch
Tél. (+41) 22/36 34 444.

Résumé

Dans cet article, nous comparons les compositions botaniques et chimiques d'herbages situés à des altitudes comprises entre 600 et 2100 m, dans le cadre d'une vaste étude consacrée aux relations existant entre les caractéristiques de l'herbe et celles du fromage de type Gruyère. Les prairies temporaires de plaine observées dans cette étude sont composées uniquement de graminées et de légumineuses et leur flore est beaucoup moins riche que celle des pâturages permanents situés en montagne. Dans ces derniers, l'élévation de l'altitude s'accompagne d'une nette diminution de l'abondance des graminées, au profit d'espèces appartenant avant tout aux familles des Composées, des Rosacées et des Plantaginacées. Des différences ont été observées entre les compositions chimiques des herbages de plaine et de montagne. L'herbe des pâturages de haute altitude se distingue en particulier par une teneur nettement plus élevée en composés phénoliques solubles et par une plus forte activité biologique des métabolites secondaires. En revanche, la digestibilité est peu influencée par l'altitude.

Introduction

Dans de nombreuses régions herbagères, la production laitière constitue une source de revenus importante. De plus en plus, le succès de cette production dépend de la qualité du fromage, principal produit commercialisé. Le rôle des herbages dans la filière «herbe-lait-fromage» est encore mal connu, même si quelques études ont débuté dans divers pays de l'arc alpin (COULON, 1997). Les Stations fédérales de recherches de Changins (RAC) et de Liebefeld (FAM) ont mis sur pied en 1995 une importante étude pluridisciplinaire sur ce sujet, dont les objectifs, les lieux d'observation et les procédures ont déjà été décrits

(JEANGROS *et al.*, 1997). BOSSET *et al.* (1999) donnent une synthèse intermédiaire des résultats obtenus à ce jour. Dans cet article, nous comparons les principales caractéristiques botaniques et chimiques des herbages mis à disposition des vaches sur quatre unités de production situées à des altitudes comprises entre 600 et 2100 m. Une comparaison plus détaillée a été publiée récemment (JEANGROS *et al.*, 1999). Les résultats de l'étude des herbages, après avoir été confrontés à ceux provenant des laits et des fromages, devraient permettre de préciser si certains composés présents dans les produits laitiers sont d'origine végétale et peuvent être considérés comme des «tra-

ceurs botaniques». Indépendamment de leur influence organoleptique ou nutritionnelle, de telles substances pourraient contribuer à caractériser l'origine d'un fromage, par exemple dans le cadre d'une appellation d'origine contrôlée (AOC) ou protégée (AOP).

Matériel et méthodes

Quatre sites et huit milieux

L'étude s'est déroulée sur quatre unités de production situées dans les Préalpes vaudoises (unités 1 et 2), les Préalpes fribourgeoises (unité 3) et la plaine de la Sarine (unité 4), décrites en détail par JEANGROS *et al.* (1997). Les conditions naturelles n'étaient pas homogènes à l'intérieur des unités 1 à 3. C'est pourquoi plusieurs milieux ont été distingués au sein d'une même unité de production pour l'analyse des caractéristiques botaniques et chimiques des herbages permanents (tabl. 1).

Composition botanique

Nous avons effectué 86 relevés linéaires selon la méthode DAGET et POISSONET (1969) sur les pâturages permanents des unités 1 à 3. Les relevés ont été réalisés peu avant le passage des animaux, sur les types de végétation habituellement broutés par les vaches. Au total, 272 espèces ont été observées (nomenclature selon AESCHIMANN et HEITZ, 1996). Dans l'unité 4 où les herbages étaient de jeunes prairies temporaires composées uniquement de graminées et de légumineuses, la proportion occupée par les différentes espèces a été estimée visuellement.

Tableau 1. Principales caractéristiques climatiques, géologiques et botaniques des différents milieux dans les quatre unités de production.

Milieu	1a	1b	2a	2b	2c	3a	3b	4
Unité de production	L'Etivaz 1	L'Etivaz 1	L'Etivaz 2	L'Etivaz 2	L'Etivaz 2	Montbovon	Montbovon	Posieux
Localisation des pâturages	Le Van	Petit Clé et Grand Clé	Pâquier Martin	Les Arpilles	La Case	Les Allières	Les Allières	Grangeneuve
Altitude (m)	1400-1510	1690-1920	1275-1520	1685-1900	1870-2120	900-1210	910-1250	600-650
Exposition dominante	ouest	ouest	sud	est	est	nord-ouest, ouest	est, sud-est	± plat
Roche-mère dominante	flysch ²	flysch ²	flysch ² et calcaire	flysch ² et calcaire	flysch ² et calcaire	flysch ² et calcaire	calcaire	molasse ³
Etage de végétation	montagnard	subalpin supérieur	montagnard	subalpin inférieur	subalpin supérieur	montagnard	montagnard	collinéen
Nombre d'espèces ¹	49	49	56	61	46	53	55	6
Nb. de familles botaniques ¹	14	18	18	21	18	18	18	2

¹Par relevé, moyennes par milieu.

²Roche sédimentaire composée d'un mélange d'argiles, de sables et de conglomérats plus grossiers et donnant souvent naissance à des sols peu perméables.

³Roche sédimentaire composée de particules de taille homogène et donnant naissance dans ce cas à des sols assez perméables.

Analyses chimiques

Des échantillons d'herbe ont également été prélevés juste avant le passage des vaches. Sur l'ensemble des quatre unités, nous avons prélevé au total 130 échantillons d'herbe entre le 2 juin et le 15 septembre 1995. Plusieurs espèces ont en outre été récoltées et analysées isolément pour déterminer les caractéristiques chimiques des principales familles botaniques.

Sur chaque échantillon, nous avons analysé de nombreux paramètres chimiques, en particulier les matières fibreuses totales (NDF; SCEHOVIC, 1979), la matière azotée (MA; méthode Kjeldahl), les composés phénoliques solubles (CPFS; SCEHOVIC, 1979), les terpènes supérieurs non volatils (TERA;

SCEHOVIC *et al.*, 1998) et déterminé l'indice d'action négative potentielle (IANP; SCEHOVIC, 1995a). La digestibilité de la matière organique (dMO) a été estimée à l'aide de l'équation proposée par SCEHOVIC (1991) et la teneur en énergie nette pour la lactation (NEL) à l'aide des formules pour fourrages verts de DACCORD et CHAUBERT (1994). Les autres paramètres analysés sont indiqués par JEANGROS *et al.* (1999).

Résultats

Les résultats sont présentés sous la forme de box-plots qui donnent, par milieu (fig. 1 et 2) ou famille botanique (fig. 3), la médiane, la moyenne (trait

interrompu plus fin), les quartiles inférieur et supérieur (limites à l'intérieur desquelles se trouvent 50% des valeurs) ainsi que les limites 10% et 90% (qui comprennent 80% des valeurs).

Composition botanique

Dans les prairies temporaires de plaine (milieu 4), le nombre d'espèces et le nombre de familles botaniques sont faibles (tabl. 1), contrairement aux pâturages de montagne où ils sont beaucoup plus élevés et peu influencés par les différences de conditions climatiques (altitude, exposition) ou géologiques

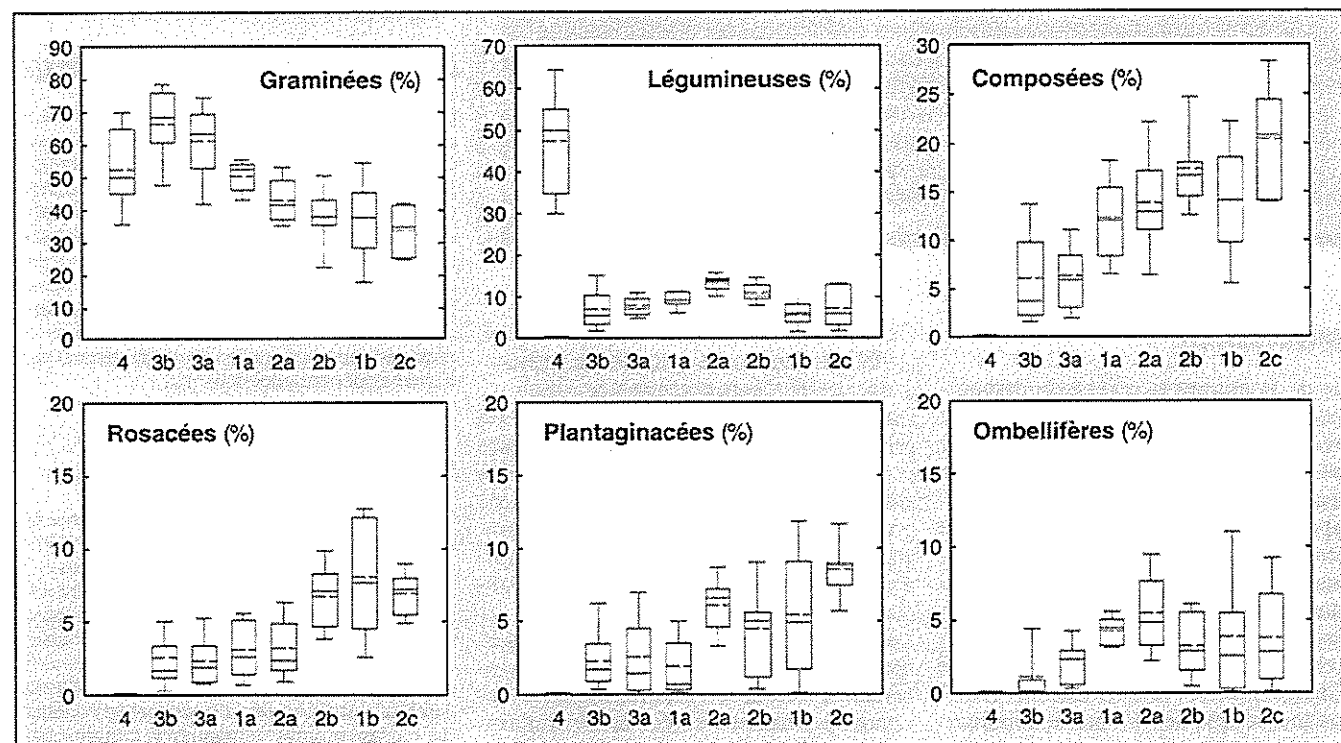


Fig. 1. Contribution spécifique (en %) des principales familles botaniques à la composition des herbages des différents milieux classés par ordre d'altitude croissante (voir le chapitre «Résultats» pour la légende des box-plots et le tabl. 1 pour la légende des milieux).

(roche-mère). En revanche, l'abondance de plusieurs familles botaniques varie considérablement d'un milieu à l'autre (fig. 1).

En moyenne, la somme des contributions spécifiques des graminées diminue de 66% dans le milieu 3b à 33% dans le milieu 2c. En fait, on observe une baisse régulière de l'importance des graminées dans les pâturages permanents lorsque l'altitude s'élève. L'augmentation de diverses familles de plantes herbacées dicotylédones, en particulier des Composées, des Rosacées et des Plantaginacées, compense la diminution progressive des graminées dans les pâturages de haute altitude. Les légumineuses quant à elles sont beaucoup moins bien représentées dans les pâturages permanents d'altitude que dans les prairies de plaine.

L'analyse statistique des 86 relevés effectués sur les pâturages permanents fait apparaître 6 types de végétation, répartis selon l'altitude. Une vingtaine de plantes sont spécifiques des pâturages de l'étage subalpin (milieux 1b, 2b et 2c), comme le liondent de Suisse (*Leontodon helveticus*), la fausse pâquerette (*Aster bellidiflorus*), le plantain noirâtre (*Plantago atrata*), le plantain des Alpes (*Plantago alpina*), la ligustique mutelline (*Ligusticum mutellina*), la benoîte des montagnes (*Geum montanum*) et la potentille dorée (*Potentilla*

aurea). Une quinzaine d'espèces n'apparaissent qu'à l'étage montagnard (milieux 1a, 2a, 3a et 3b), comme l'achillée millefeuille (*Achillea millefolium*), le plantain moyen (*Plantago media*), le plantain lancéolé (*Plantago lanceolata*), la grande berce (*Heraclium sphondylium*), la renoncule rampante (*Ranunculus repens*), la gesse des prés (*Lathyrus pratensis*) et plusieurs graminées (*Phleum pratense*, *Lolium perenne*, *Poa trivialis*, *Holcus lanatus*, etc.).

Composition chimique et digestibilité

Herbages

La teneur en matières fibreuses totales (NDF) des herbages de plaine (4) est comparable à celle des unités 1 et 2 (fig. 2). Celle des pâturages de l'unité 3 est par contre un peu plus élevée.

Les herbages temporaires de plaine (milieu 4) sont les plus riches en matière azotée (MA) et en terpènes supérieurs non volatils (TERA). Ce dernier groupe de composés est également assez abondant dans les herbages du milieu 2a.

Parmi toutes les substances analysées, les composés phénoliques solubles (CPFS) sont ceux qui varient le plus

d'un milieu à l'autre. Ils augmentent très nettement avec l'altitude. L'indice d'action négative potentielle (IANP) évolue de la même façon que les CPFS lorsque l'altitude augmente.

La digestibilité de la matière organique (dMO) dépasse en moyenne 70%, sauf pour les herbages des milieux 3a et 3b (69%). Elle ne diminue pas avec l'altitude, puisque c'est l'herbe des pâturages les plus élevés (2c) qui montre la meilleure dMO (76%). Ces digestibilités conduisent à des teneurs en énergie comprises entre 5,4 (milieu 3a) et 6,1 MJ NEL par kg MS (milieux 4 et 2c).

Familles botaniques

Les graminées contiennent beaucoup de NDF, mais peu de MA (fig. 3). Les légumineuses sont riches en MA. Leur richesse en TERA est en moyenne faible, même si certains échantillons de trèfle violet (*Trifolium pratense*) en contiennent un peu plus.

C'est chez les Composées (comme par exemple la marguerite, *Leucanthemum vulgare*) et les plantains (surtout le plantain des Alpes) que l'on trouve le plus de TERA. Les Plantaginacées sont également assez riches en NDF.

Les Rosacées (*Alchemilla* spp., *Potentilla erecta*) et les Ombellifères contiennent peu de NDF. Les premières sont riches en CPFS, les secondes en MA.

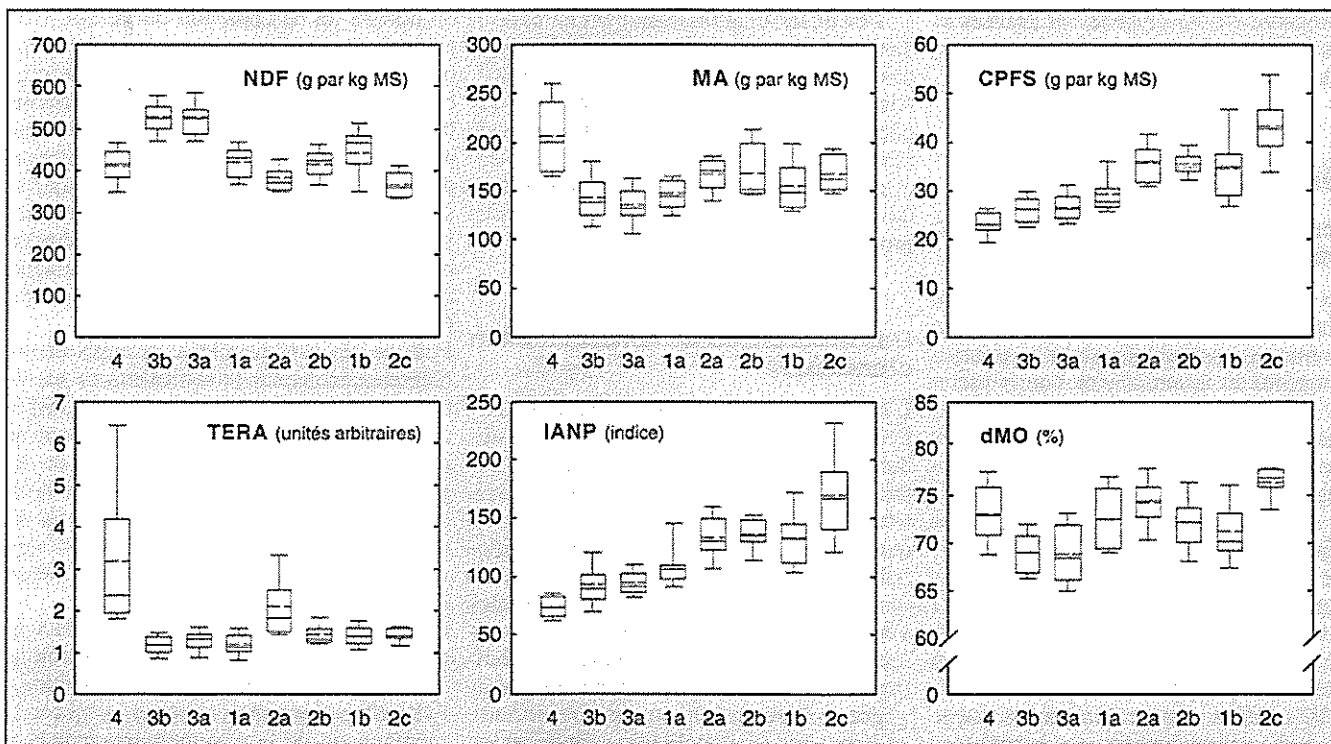


Fig. 2. Teneurs en matières fibreuses totales (NDF), en matière azotée (MA), en composés phénoliques solubles (CPFS), en terpènes supérieurs non volatils (TERA), indice d'action négative potentielle (IANP) et digestibilité de la matière organique (dMO) des herbages dans les différents milieux classés par ordre d'altitude croissante (voir le chapitre «Résultats» pour la légende des box-plots et le tabl. 1 pour la légende des milieux).

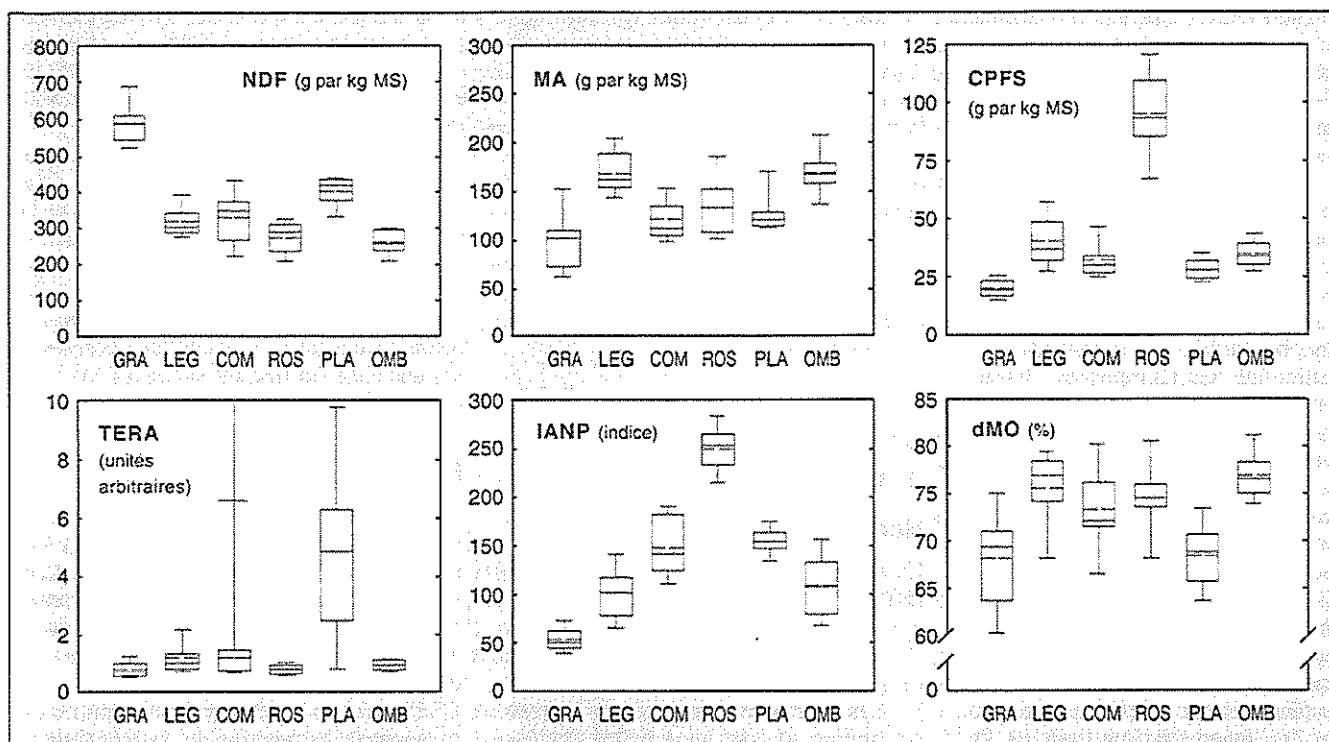


Fig. 3. Teneurs en matières fibreuses totales (NDF), en matière azotée (MA), en composés phénoliques solubles (CPFS), en terpènes supérieurs non volatils (TERA), indice d'action négative potentielle (IANP) et digestibilité de la matière organique (dMO) des graminées (GRA), des légumineuses (LEG), des composées (COM), des rosacées (ROS), des plantaginacées (PLA) et des ombellifères (OMB) récoltées et analysées isolément (voir le chapitre «Résultats» pour la légende des box-plots).

Les valeurs IANP sont faibles chez les graminées, assez élevées chez les Composées et les Plantaginacées et très élevées chez les Rosacées. La dMO est moyenne (< 70%) chez les graminées et les Plantaginacées, plus élevée chez les autres familles (environ 75%).

Discussion

La composition botanique varie selon l'altitude

La pauvreté floristique des prairies de plaine de cette étude est représentative de nombreuses situations où les prairies temporaires assurent une bonne partie de l'alimentation des vaches laitières. Mais il existe aussi à basse altitude des prairies offrant une composition botanique diversifiée.

Nos observations sur la botanique des pâturages permanents, concentrées dans deux régions seulement, ne rendent pas compte non plus de toute la diversité des situations que l'on peut rencontrer dans les étages montagnard et subalpin des Alpes septentrionales (DIETL *et al.*, 1998). Elles montrent néanmoins que la composition botanique des herbages étudiés varie en fonction de l'altitude et que la famille des graminées est moins bien représentée à l'étage subalpin qu'à l'étage montagnard. La diminution des

graminées est surtout bénéfique à trois familles de dicotylédones herbacées: les Composées, les Rosacées et les Plantaginacées.

Des analyses plus fines mettent en évidence des groupes d'espèces spécifiques des différents étages de végétation. Ainsi, si des différences d'origine végétale apparaissent entre les fromages fabriqués à différentes altitudes, celles-ci pourraient provenir de représentants de ces familles botaniques ou de ces groupes d'espèces.

Des différences de composition chimique

L'importance des différences entre milieux dans la composition chimique des herbages varie d'un paramètre à l'autre. L'effet de l'altitude se marque surtout pour les CPFS et pour l'IANP. Ce dernier permet d'estimer l'activité globale des métabolites secondaires contenus dans la fraction soluble des cellules végétales (SCEHOVIC, 1995a). Les valeurs élevées observées à l'étage subalpin, en partie aussi à l'étage montagnard (milieu 2a), indiquent une forte activité des métabolites secondaires. On sait qu'une telle activité réduit la digestibilité de la matière organique et l'appétibilité du fourrage à l'état vert (SCEHOVIC, 1995b). Par contre, pour la

plupart des très nombreux métabolites secondaires contenus dans les plantes, on ignore encore ce qu'ils deviennent dans l'organisme animal et s'ils influent ou non sur la composition du lait. Nos analyses de quelques groupes de métabolites secondaires permettent de préciser que les CPFS, et particulièrement la fraction polymérisée, sont les principaux responsables de l'augmentation de l'IANP. Par ailleurs, d'autres analyses ont permis de montrer que les terpènes volatils étaient plus répandus dans les plantes récoltées en montagne que dans celles prélevées en plaine (MARIACA *et al.*, 1997).

Pour ce qui concerne les composés organiques primaires (constituants pariétaux, matière azotée, etc.), les différences entre milieux sont relativement peu importantes. Globalement, les digestibilités observées peuvent être qualifiées de satisfaisantes compte tenu du niveau de production laitière des vaches. Elles sont peu influencées par l'altitude.

Peu de travaux ont été consacrés aux effets de l'altitude sur la composition chimique des herbages. Lorsque seule l'altitude augmente (même espèce, même stade de développement, même exposition, etc.), quelques auteurs décrivent une légère amélioration de la valeur nutritive. En Autriche, GRUBER *et al.* (1998) ont observé une diminu-

tion progressive de la digestibilité de la matière organique sur quatre pâturages situés le long d'un gradient d'altitude croissant. Cette divergence par rapport à nos résultats s'explique probablement par des différences dans la composition botanique des pâturages et/ou dans le stade de développement des plantes au moment des observations.

Relations entre composition chimique et composition botanique

Les variations de composition chimique entre les herbages des différents milieux s'expliquent en partie par des différences de composition botanique. Ainsi, les particularités chimiques de l'herbe récoltée dans les milieux 3a et 3b, notamment sa richesse en NDF, résultent en bonne partie de sa proportion élevée en graminées. Celles des herbages temporaires de plaine, en particulier leur richesse en MA, proviennent d'une forte proportion de légumineuses. L'augmentation avec l'altitude des dicotylédones herbacées, en particulier des Rosacées et, dans une moindre mesure, des Plantaginacées et des Composées, explique l'élévation des teneurs en CPFS et des indices IANP.

Toutefois, les variations de la composition chimique de l'herbe ne s'expliquent pas complètement par des différences de composition botanique. Parmi les autres facteurs susceptibles d'intervenir, le stade de développement des plantes au moment du prélèvement joue certainement aussi un rôle. En début de saison, les herbages des milieux 3a et 3b ont été pâturés à un stade un peu plus

Conclusions

- ❑ La richesse floristique des pâturages permanents situés entre 900 et 2100 m est peu influencée par l'altitude et elle est beaucoup plus élevée que celle des prairies temporaires de plaine observées dans cette étude.
- ❑ L'élévation de l'altitude s'accompagne d'une nette augmentation de la part des dicotylédones herbacées dans les pâturages permanents, en particulier des Composées, des Rosacées et des Plantaginacées, au détriment des graminées.
- ❑ Parmi tous les paramètres chimiques observés, les teneurs en composés phénoliques solubles (CPFS) et l'indice d'action négative potentielle (IANP) sont ceux qui ont le plus varié en fonction de l'altitude; les herbages de l'étage subalpin se distinguent par une forte activité biologique des métabolites secondaires.
- ❑ Les différences au niveau des composés organiques primaires (constituants pariétaux, matière azotée, etc.) sont relativement peu importantes et la digestibilité de l'herbe ne dépend guère de l'altitude.
- ❑ Les différences de composition chimique de l'herbe s'expliquent en partie par des modifications de la composition botanique, plus précisément dans l'abondance des principales familles botaniques.

tardif que ceux des autres milieux. Cela explique en partie pourquoi ils contiennent davantage de NDF et un peu moins de MA que les autres herbages permanents. D'autre part, la composition chimique d'une même espèce peut varier en fonction des conditions de croissance, en particulier selon l'altitude (SCEHOVIC, 1981).

Remerciements

Nous remercions toutes les personnes qui ont apporté leur contribution à la réalisation de cette étude, en particulier E. Mosimann (RAC-Changins), Karine Meystre (RAC), D. Conod (RAC), P. Rognon (RAC), N. Doutaz (IAG-Grange-neuve) et W. Dietl (FAL-Reckenholz) pour les relevés de végétation et

les prélèvements d'herbe ainsi que Simone Dick (RAC) et F. Schubiger (FAL) pour les analyses de laboratoire.

Bibliographie

- AESCHIMANN D., HEITZ Ch., 1996. Index synonymique de la Flore de Suisse. Centre du réseau suisse de floristique, *Documenta floristicae helvetiae* 1, Genève, 318 p.
- BOSSET J. O., JEANGROS B., BERGER T., BUTIKOFER U., COLLOMB M., GAUCH R., LAVANCHY P., SCEHOVIC J., TROXLER J., SIEBER R., 1999. Comparaison de fromages à pâte dure de type Gruyère produits en régions de montagne et de plaine. *Revue suisse Agric.* 31 (1), 17-22.
- COULON J. B., 1997. Effets de la nature des fourrages sur les caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques du fromage. *Fourrages* 152, 429-436.

Riassunto

La composizione dell'erba dei pascoli di montagna è diversa da quella dei prati di pianura?

In questo articolo compariamo le composizioni botaniche e chimiche d'erbaggi situati a delle altitudini comprese tra 600 e 2100 m nell'ambito di un vasto studio consacrato alle relazioni esistenti tra le caratteristiche dell'erba e quelle del formaggio di tipo Gruyère. I prati temporanei in pianura osservati in questo studio sono composti unicamente da graminacee e da leguminose e la loro ricchezza floristica è molto minore di quella dei pascoli permanenti situati in montagna. In questi ultimi, l'aumento d'altitudine si accompagna con una netta diminuzione dell'abbondanza delle graminacee, favorendo le specie appartenenti soprattutto alle famiglie delle composite, delle rosacee e delle plantaginacee. Delle differenze nella composizione chimica sono state osservate tra gli erbaggi di pianura e quelli di montagna. L'erba dei pascoli di grande altitudine si distingue in particolare per un tenore nettamente più elevato in composti fenolici solubili e da una più forte attività biologica dei metaboliti secondari. Invece l'altitudine influisce poco sulla digestibilità dell'erba.

Zusammenfassung

Bestehen Unterschiede in der Zusammensetzung von Futter aus Berg- und Talweiden?

In diesem Beitrag werden die botanische und chemische Zusammensetzung des Weidefutters aus Höhenlagen zwischen 600 und 2100 m ü.M. verglichen. Die Daten wurden im Rahmen einer interdisziplinären Studie über die Beziehungen der Eigenschaften des Futters und jener des Käses vom Typ Gruyère erhoben. Die untersuchten Kunstwiesen aus dem Talgebiet setzen sich nur aus Gräsern und Leguminosen zusammen und ihre floristische Vielfalt ist viel geringer als diejenige der Bergweiden. In letzteren nimmt mit zunehmender Höhenlage der Gräseranteil ab zugunsten von Arten aus den Familien der Korbblütler, der Rosen- und der Wegerichgewächse. Es wurden Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung zwischen Tal- und Bergfutter festgestellt. Das Futter aus hochgelegenen Weiden zeichnet sich vor allem durch einen deutlich höheren Gehalt an löslichen Phenolverbindungen und durch eine höhere biologische Aktivität der sekundären Inhaltsstoffe aus. Dagegen wurde die Verdaulichkeit des Futters kaum von der Höhenlage beeinflusst.

- DACCORD R., CHAUBERT C., 1994. Formules et équations de prédiction. In: «Apports alimentaires recommandés et tables de la valeur nutritive des aliments pour les ruminants», 3^e éd., Station fédérale de recherches en production animale, Posieux (Ed.), LmZ, Zollikofen, 305-318.
- DAGET P., POISSONET J., 1969. Analyse phytologique des prairies, applications agronomiques. Document 48, CNRS-CEPE, Montpellier, 67 p.
- DIETL W., JEANGROS B., TROXLER J., 1998. Principales communautés et espèces végétales des pâturages des Alpes. *Revue suisse Agric.* 30 (4), I-VIII.
- GRUBER L., GUGGENBERGER T., STEINWIDDER A., SCHAUER A., HÄUSLER J., STEINWENDER R., SOBOTIK M., 1998. Ertrag und Futterqualität von Almfutter des Höhenprofils Johnsbad in Abhängigkeit von den Standortfaktoren. In: 4. Alpenländisches Expertenforum, 24.-25. März 1998, BAL-Gumpenstein, A-8952 Irnding, 63-93.
- JEANGROS B., TROXLER J., CONOD D., SCEHOVIC J., BOSSET J. O., BUTIKOFER U., GAUCH R., MARIACA R., PAUCHARD J.-P., SIEBER R., 1997. Etude des relations entre les caractéristiques des herbages et celles du lait, de la crème et du fromage de type L'Etivaz ou Gruyère. I. Présentation du projet. *Revue suisse Agric.* 29 (1), 23-34.
- JEANGROS B., SCEHOVIC J., TROXLER J., BACHMANN H. J., BOSSET J. O., 1999. Comparaison de caractéristiques botaniques et chimiques d'herbages pâturés de plaine et de montagne. *Fourrages* 159, 277-292.
- MARIACA R. G., BERGER T. F. H., GAUCH R., IMHOF M. I., JEANGROS B., BOSSET J. O., 1997. Occurrence of Volatile Mono- and Sesquiterpenoids in Highland and Lowland Plant Species as Possible Precursors for Flavor in Milk and Dairy Products. *J. Agric. Food Chem.* 45 (11), 4423-4434.
- SCEHOVIC J., 1979. Prévion de la digestibilité de la matière organique et de la quantité de matière sèche ingérée des graminées, sur la base de leur composition chimique. *Fourrages* 79, 57-78.
- SCEHOVIC J., 1981. Influence du biotope sur la qualité des graminées. *Recherche agron. en Suisse* 20, 49-76.
- SCEHOVIC J., 1991. Considérations sur la composition chimique dans l'évaluation de la qualité des fourrages des prairies naturelles. *Revue suisse Agric.* 23 (5), 305-310.
- SCEHOVIC J., 1995a. Etude de l'effet de diverses espèces de plantes des prairies permanentes sur l'hydrolyse enzymatique des constituants pariétaux. *Ann. Zootech.* 44, 87-96.
- SCEHOVIC J., 1995b. Pourquoi et comment tenir compte des métabolites secondaires dans l'évaluation de la qualité des fourrages. *Revue suisse Agric.* 27 (5), 297-301.
- SCEHOVIC J., JEANGROS B., TROXLER J., BOSSET J. O., 1998. Effets de la composition botanique des herbages pâturés sur quelques composants des fromages de type L'Etivaz ou Gruyère. *Revue suisse Agric.* 30 (4), 167-171.

Summary

Does grass composition of highland pastures differ from that of lowland leys?

In this paper botanical and chemical compositions of grazed grassland located at various altitudes between 600 and 2100 m a.s.l. are compared, as part of a study on characteristics of grass related to those of Swiss hard cheese. Lowland leys are only composed of grasses and legumes and their botanical diversity is distinctly smaller than that of highland permanent pastures. In the latter, the proportion of grasses decreases with altitude elevation, while numerous dicotyledonous species increase, especially Compositae, Rosaceae and Plantaginaceae. Some differences in chemical composition of grass are observed between lowland grassland and highland pastures. In subalpine area (above 1600 m), herbages contain much more soluble phenolic compounds and reveal a greater biological activity of secondary metabolites. However, digestibility of organic matter is little influenced by altitude.

Key words: grassland, pasture, lowland, highland, botanical composition, chemical composition, digestibility.

Ist Futter aus Berg- und Talweiden unterschiedlich zusammengesetzt?

Bernard Jeangros, Jan Scehovic und Jakob Troxler, Station fédérale de recherches en production végétale de Changins, CH-1260 Nyon 1
Jacques Olivier Bosset, Eidgenössische Forschungsanstalt für Milchwirtschaft Liebefeld (FAM), CH-3003 Bern
Auskünfte: Bernard Jeangros, e-mail: bernard.jeangros@rac.admin.ch, Fax +41 (0)22 361 54 69, Tel. +41 (0)22 363 47 38

Die Rolle des Wiesenfutters in der Kette «Gras-Milch-Käse» ist noch wenig bekannt. Im Rahmen einer interdisziplinären Studie, in welcher der Einfluss des Futters auf den Käse vom Typ Gruyère untersucht wird, haben wir die botanische und chemische Zusammensetzung des Weidefutters aus verschiedenen Höhenlagen verglichen. Die untersuchten Kunstwiesen aus dem Talgebiet setzen sich nur aus Gräsern und Leguminosen zusammen und ihre floristische Vielfalt ist viel geringer als diejenige der Bergweiden. In den letzteren nimmt mit zunehmender Höhenlage der Gräseranteil zugunsten von Arten aus den Familien der Korbblütler, Rosen- und Wegerichgewächse ab. Auch die chemische Zusammensetzung des Futters aus Berg- und Talweiden ist verschieden.

In zahlreichen Futteranbaubereichen bildet die Milchproduktion eine wichtige Einkommensquelle. Dessen Erfolg hängt in vielen Fällen je länger desto mehr von der Käsequalität ab. Es ist noch wenig bekannt, welchen Einfluss das Wiesenfutter auf Milch und Käse hat, selbst wenn einige Studien in verschiedenen Alpenländern im Gange sind (Coulon 1997; Buchin *et al.* 1999).

Zu diesem Thema unternahmen 1995 die Forschungsanstalten von Changins (RAC) und Liebefeld (FAM) eine weitreichende,

interdisziplinäre Studie. Die Zielsetzungen, die Beobachtungsstandorte und das Vorgehen wurden bereits beschrieben (Jeangros *et al.* 1997). Inzwischen liegt von Bosset *et al.* (1998) auch eine Zwischenbilanz derzeitiger Ergebnisse vor. Im vorliegenden Beitrag vergleichen wir die botanischen und chemischen Hauptmerkmale des Futters, das an den vier Produktionseinheiten, verteilt auf Höhenstufen von 600 bis 2100 m ü.M., den Kühen angeboten wurde¹. Diese Ergebnisse werden in einem nächsten Schritt mit Resultaten aus der Untersuchung von Milch und Käse verglichen. Damit soll aufgezeigt werden können, ob gewisse, in Milchprodukten vorhandene Substanzen von den verfütterten Pflanzen stammen und als Leitsubstanzen betrachtet werden können. Unabhängig ihres organoleptischen und ernährungsphysiologischen Einflusses könnten solche Substanzen zur Charakterisierung des Ursprungs von Käse im Rahmen einer Geschützten Ursprungsbezeichnung (GUB, im Französischen Appellation d'Origine Contrôlée, AOC) beitragen.

Versuchsablauf

Diese Studie wurde an vier Produktionseinheiten in den Waadtländer (Einheiten 1 und 2) und Freiburger Voralpen (Einheit 3) sowie im Talgebiet (Einheit 4) durchgeführt. Eine detaillierte

Beschreibung ist bei Jeangros *et al.* (1997) zu finden. Da die natürlichen Bedingungen innerhalb der Produktionseinheiten 1 bis 3 nicht homogen waren, wurde diese, für die botanische und chemische Charakterisierung des Futters der Dauerweiden, in mehrere Standorte unterteilt (Tab. 1).

Auf den Dauerweiden der Produktionseinheiten 1 bis 3 wurden 86 lineare Aufnahmen nach der Methode Daget und Poissonet (1969) durchgeführt. Diese Erhebungen hat man bei jeder Vegetationseinheit unmittelbar vor der Beweidung mit den Milchkühen durchgeführt. Insgesamt wurden 272 Pflanzenarten erhoben (Nomenklatur gemäss Aeschmann und Heitz 1996). Bei der Produktionseinheit 4 mit Futter aus neuen Kunstwiesen, die aus Gräsern und Leguminosen zusammengesetzt sind, wurde der Anteil der verschiedenen Arten visuell erhoben.

Zum gleichen Zeitpunkt wurden auch Futterproben gesammelt. Zwischen dem 2. Juni und dem 15. September 1995 haben wir über die vier Produktionseinheiten 130 Futterproben genommen. In der Absicht, die chemischen Eigenschaften der wichtigsten botanischen Familien zu bestimmen, wurden mehrere Pflanzenarten einzeln geerntet und analysiert. Bei jeder Probe haben wir verschiedene chemische Messgrößen wie zum Beispiel Gesamtfaser (NDF; Scehovic 1979), Rohprotein (RP; Kjeldahl-Methode), lösli-

Sechsendachtzig lineare Aufnahmen dienten zur Bestimmung der botanischen Zusammensetzung der Dauerweiden.



¹ Dieser Artikel wurde kürzlich in französischer Sprache publiziert (Jeangros *et al.* 1999a). Ein detaillierter Vergleich wurde früher publiziert (Jeangros *et al.* 1999b).

Tab. 1. Wichtigste klimatische, geologische und botanische Merkmale der verschiedenen Standorte an den vier Produktionseinheiten

Standort	1a	1b	2a	2b	2c	3a	3b	4
Produktionseinheit	L'Etivaz 1	L'Etivaz 1	L'Etivaz 2	L'Etivaz 2	L'Etivaz 2	Montbovon	Montbovon	Posieux
Name der Weiden	Le Van	Petit Clé und Grand Clé	Pâquier Martin	Les Arpillés	La Case	Les Allières	Les Allières	Grangeneuve
Höhenlage (m)	1400-1510	1690-1920	1275-1520	1685-1900	1870-2120	900-1210	910-1250	600-650
Überwiegende Exposition	W	W	S	O	O	NW, W	O, SO	± flach
Überwiegendes Muttergestein	Flysch ²	Flysch ²	Flysch ² und Kalk	Flysch ² und Kalk	Flysch ² und Kalk	Flysch ² und Kalk	Kalk	Molasse ³
Vegetationsstufe	montane	obere subalpine	montane	untere subalpine	obere subalpine	montane	montane	colline
Anzahl Arten ¹	49	49	56	61	46	53	55	6
Anzahl botanischer Familien ¹	14	18	18	21	18	18	18	2

¹Pro Aufnahme, Mittelwert des Standortes

²Sedimentgestein (bestehend aus Ton, Sand und gröberen Konglomeraten), das meistens wenig durchlässige Böden aufkommen lässt

³Sedimentgestein (bestehend aus gleich grossen Partikeln), das in diesem Fall verhältnismässig durchlässige Böden aufkommen lässt

che Phenolverbindungen (CPFS; Scchovic 1979) und höhere nichtflüchtige Terpene (TERA; Scchovic *et al.* 1998) analysiert sowie den Index der möglichen negativen Aktivität bestimmt (IANP; Scchovic, 1995a). Die Verdaulichkeit der organischen Substanz (vOS) wurde mit Hilfe der von Scchovic (1991) vorgeschlagenen Gleichungen und der Nettoenergiegehalt für Milch (NEL) anhand der Formel für Grünfütter nach Daccord und Chaubert (1994) berechnet. Weitere untersuchte Messgrößen sind bei Jeangros *et al.* (1999b) erwähnt.

Die Ergebnisse sind in Form von «Box-Plots» dargestellt, die pro Standort (Abb. 1 und 2) oder Pflanzenfamilie (Abb. 3) folgende Werte angeben: Medianwert, Mittelwert (dünnere, unterbrochene Linie), untere und obere Quartile (innerhalb dieser Grenzen befinden sich 50 % der Werte), ebenso die 10 %- und 90 %-Grenzen (umfassen 80 % der Werte).

Botanische

Zusammensetzung

In den Kunstwiesen im Talgebiet (Produktionseinheit 4) ist

die Anzahl an Pflanzenarten und -familien gering (Tab. 1). In den Bergweiden hingegen ist sie höher und wenig von den verschiedenen klimatischen (Höhenlage, Exposition) und geologischen (Muttergestein) Bedingungen beeinflusst. Dagegen variiert der Mengenanteil mehrerer botanischer Familien von einem zum anderen Standort beträchtlich (Abb. 1). Im Mittel verringert sich der Gräseranteil von 66 % im Standort 3b auf 33 % im Standort 2c. Dies bestätigt, dass mit zunehmender Meereshöhe der Gräseranteil auf Dauerweiden regelmässig abnimmt. Die Zunahme verschiedener Kräuterfamilien, vor allem von Arten aus den Familien der Korbblütler, Rosen- und Wegerichgewächse, kompensieren die progressive Abnahme der Gräser auf Weiden in Hochlagen. Auch die Leguminosen sind auf hochgelegenen Dauerweiden weniger vorhanden als in den Talwiesen. Die statistische Auswertung von 86 Aufnahmen auf Dauerweiden ergab in Abhängigkeit von der Höhe sechs Vegetationseinheiten. Etwa 20 Pflanzenarten wie Schweizer Milchkraut (*Leontodon helveticus*), Alpenmasslieb (*Aster bellidiflorus*),

Berg-Wegerich (*Plantago atrata*), Alpen-Wegerich (*Plantago alpina*), Mutterkorn (*Ligusticum mutellina*), Gemeine Berg-Nelkenwurz (*Geum montanum*) und Gold-Fingerkraut (*Potentilla aurea*) sind spezifisch für Weiden der subalpinen Stufe (Standorte 1b, 2b und 2c). Nur auf der montanen Stufe (Standorte 1a, 2a, 3a und 3b) wurden 15 Arten wie Gemeine Schafgarbe (*Achillea millefolium*), Mittlerer Wegerich (*Plantago media*), Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*), Wiesen-Bärenklau (*Heracleum sphondylium*), Kriechender Hahnenfuss (*Ranunculus repens*), Wiesen-Platterbse (*Lathyrus pratensis*) und mehrere Gräserarten (*Phleum pratense*, *Lolium perenne*, *Poa trivialis*, *Holcus lanatus* usw.) nachgewiesen.

Chemische

Zusammensetzung und Verdaulichkeit

Wiesenfutter: Der Gesamtfaseranteil (NDF) des Futters von Talwiesen (Produktionseinheit 4) ist mit demjenigen der Produktionseinheiten 1 und 2 vergleichbar (Abb. 2). Jenes der Weiden aus der Produktionseinheit 3 liegt dagegen etwas höher. Die Kunstwiesen im Talgebiet

Abb. 1. Spezifischer Anteil der wichtigsten botanischen Familien im Futter der verschiedenen Standorte, geordnet nach zunehmender Höhenlage (siehe Text für die Legende der «Box-Plots» und Tab. 1 für die Legende der Standorte in der Abszisse).

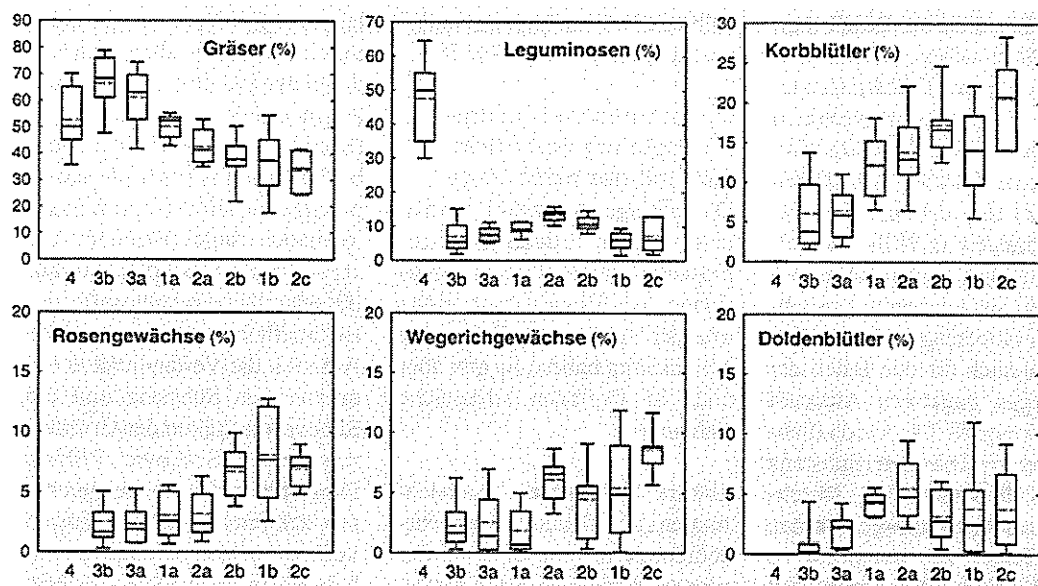


Abb. 2. Gehalt an Gesamtfaser (NDF), Rohprotein (RP), löslichen Phenolverbindungen (CPFS), höheren nichtflüchtigen Terpenen (TERA), Index der möglichen negativen Aktivität der sekundären Inhaltsstoffe (IANP) und Verdaulichkeit der organischen Substanz (vOS) der Futterproben der verschiedenen Standorte, geordnet nach zunehmender Höhenlage (siehe Text für die Legende der «Box-Plots» und Tab. 1 für die Legende der Standorte in der Abszisse).

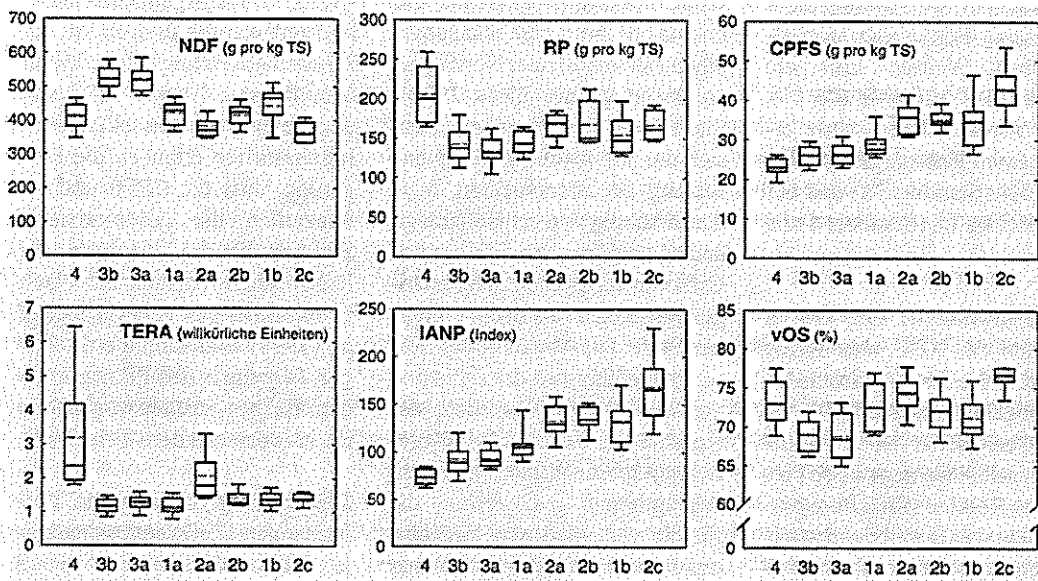
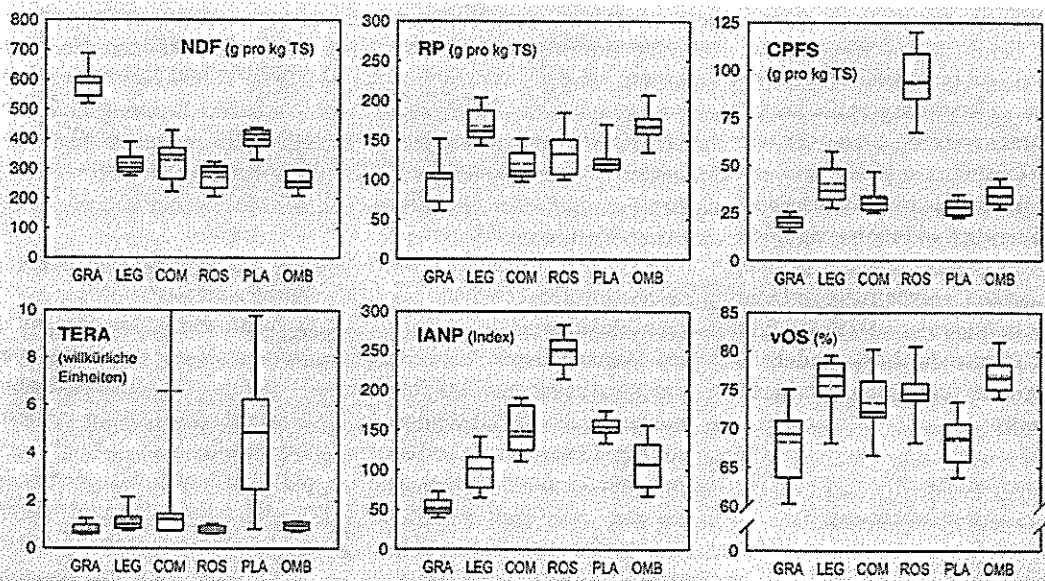


Abb. 3. Gehalt an Gesamtfaser (NDF), Rohprotein (RP), löslichen Phenolverbindungen (CPFS), höheren nichtflüchtigen Terpenen (TERA), Index der möglichen negativen Aktivität der sekundären Inhaltsstoffe (IANP) und Verdaulichkeit der organischen Substanz (vOS) der einzelnen gewonnenen und analysierten Gräser (GRA), Leguminosen (LEG), Korbblütler (COM), Rosengewächse (ROS), Wegerichgewächse (PLA) und Doldenblütler (OMB) (siehe Text für die Legende der «Box-Plots»).



sind sehr reich an Rohprotein (RP) und an höheren nichtflüchtigen Terpenen (TERA). Letztere sind ebenfalls stark vertreten im Futter des Standortes 2a. Von allen untersuchten Substanzen variieren die löslichen Phenolverbindungen (CPFS) von einem Standort zum anderen am meisten. Sie nehmen mit zunehmender Höhenlage sehr deutlich zu, was auch für den Index der möglichen negativen Aktivität (IANP) zutrifft. Die Verdaulichkeit der organischen Substanz (vOS) übersteigt im Durchschnitt 70 %, ausgenommen beim Futter der Standorte 3a und 3b (69 %). Sie nimmt mit zunehmender Meereshöhe nicht ab, da das Futter der höchstgelegenen Weiden (2c) die höchste vOS aufweist (76 %). Diese Verdaulichkeitswerte ergeben einen Energiegehalt zwischen 5,4 (Standort 3a) und 6,1 MJ NEL²/kg TS (Standort 4 und 2c).

Pflanzenfamilien: Die Gräser enthalten viel NDF, aber wenig RP (Abb. 3). Die Leguminosen sind dagegen reich an RP. Ihr Gehalt an TERA ist im Mittel gering, selbst wenn gewisse Proben von Rotklee (*Trifolium pratense*) ein wenig mehr enthalten. Bei den Korbblütlern (z.B. Margerite, *Leucanthemum vulgare*) und Wegerichgewächsen (vor allem beim Alpen-Wegerich) findet man am meisten TERA. Die Wegerichgewächse sind ebenfalls ziemlich reich an NDF. Rosengewächse (*Alchemilla* spp., *Potentilla erecta*) und Doldenblütler enthalten wenig NDF. Die ersteren sind reich an CPFS, die zweiten an RP. Die IANP-Werte sind bei den Gräsern gering, bei den Korbblütlern und bei den Wegerichgewächsen ziemlich hoch sowie bei den Rosengewächsen sehr hoch. Die vOS liegt bei den Gräsern und den Wegerichgewächsen unter-

halb von 70 % und bei den anderen Familien bei ungefähr 75 %.

Die botanische Zusammensetzung verändert sich mit der Höhenlage
Die geringe Artenzahl in den untersuchten Talwiesen ist repräsentativ für zahlreiche Situationen, wo Kunstwiesen einen grossen Anteil am Futter bei Milchkühen haben. Es gibt aber auch in Tieflagen artenreiche Wiesen.

Unsere botanischen Beobachtungen auf Dauerweiden beschränken sich nur auf zwei Regionen, deckt also nicht die gesamte Mannigfaltigkeit ab, die man in der montanen und subalpinen Höhenstufe der Nordalpen vorfinden könnte (Dietl 1998). Sie zeigen aber dennoch, dass sich die botanische Zusammensetzung der untersuchten Weiden abhängig von der Höhenlage ändert und dass die Familie der Gräser in der alpinen Stufe weniger vertreten ist als in der montanen Stufe. Die Abnahme der Gräser geht einher mit der Zunahme von drei Kräuter-Familien: der Korbblütler, Rosen- und Wegerichgewächse. Wir konnten auch Artengruppen nachweisen, die für die verschiedenen Vegetationsstufen spezifisch sind. Wenn Unterschiede zwischen Käsen, die aus der von verschiedenen Höhenlagen gewonnenen Milch produziert wurden, vorhanden sind, so könnten diese pflanzlichen Ursprungs sein und von Repräsentanten der erwähnten botanischen Familien oder Gruppen von Arten herrühren.

Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung

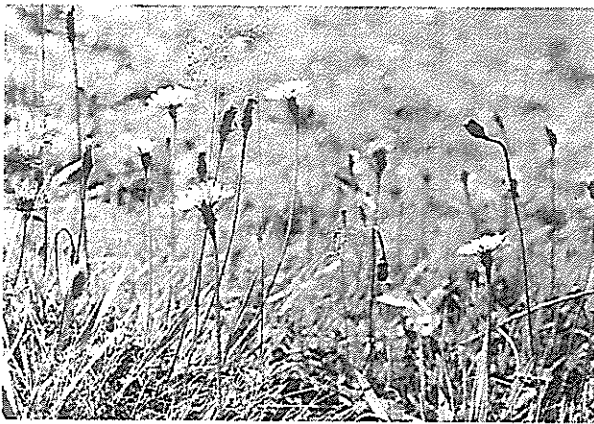
Das Ausmass der Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung des Futters zwischen den Standorten ändert von einer Messgrösse zur anderen. Die Höhenlage beeinflusst vor allem CPFS und IANP. Letztere er-

laubt die Einflüsse der sekundären Inhaltsstoffe abzuschätzen, die in der löslichen Fraktion der Pflanzenzellen enthalten sind (Scehovic 1995a). Die hohen, beobachteten Werte in der subalpinen Stufe, teilweise auch in der montanen Stufe (Standort 2a), weisen auf eine starke Aktivität der sekundären Inhaltsstoffe hin. Bekanntlich setzt eine solche Aktivität die Verdaulichkeit der organischen Substanz und die Schmackhaftigkeit des Grünfutters herab (Scehovic 1995b). Hingegen ist für die meisten der sehr zahlreichen, in den Pflanzen vorkommenden sekundären Inhaltsstoffe noch nicht bekannt, wie sie im Tierorganismus metabolisiert werden und ob sie die Zusammensetzung der Milch beeinflussen. Unsere Analysen einiger Gruppen von sekundären Inhaltsstoffen erlauben die Folgerung, dass die CPFS und im Speziellen die polymerisierte Fraktion für die Zunahme von IANP verantwortlich ist. Nach Untersuchungen von Mariaca *et al.* (1997) sind auch die flüchtigen Terpene in den Pflanzen aus den Bergen stärker vorhanden als in jenen aus dem Talgebiet.

Die primären, organischen Verbindungen (Zellwandbestandteile, Stickstoffsubstanzen usw.) unterscheiden sich zwischen den Standorten verhältnismässig wenig. Gesamthaft können die beobachteten Verdaulichkeitswerte in Bezug auf das Leistungsniveau der Kühe als genügend qualifiziert werden. Sie werden wenig von der Meereshöhe beeinflusst.

Wenige Arbeiten befassten sich bis anhin mit dem Einfluss der Meereshöhe auf die chemische Zusammensetzung des Futters. Wenn nur die Meereshöhe als einziger Faktor zunimmt (gleiche Pflanzenart, gleiches Entwicklungsstadium, gleiche Exposition usw.), beschreiben einige Autoren eine leichte Zunahme des Nährwertes. In Öster-

² Nettoenergie Laktation



Die hochgelegenen Dauerweiden sind durch einen hohen Kräuteranteil charakterisiert, vor allem an Korbblütlern.

reich wurde auf vier Weiden entlang eines Höhengradienten eine progressive Abnahme der Verdaulichkeit der organischen Substanz beobachtet (Gruber *et al.* 1998). Dieser Unterschied zu unseren Ergebnissen erklärt sich vermutlich mit der unterschiedlichen botanischen Zusammensetzung und/oder mit dem Entwicklungsstadium der Pflanzen zum Beobachtungszeitpunkt.

Beziehung zwischen chemischer und botanischer Zusammensetzung

Die Schwankungen in der chemischen Zusammensetzung zwischen dem Futter verschiedener Standorte erklären sich teilweise durch die unterschiedliche botanische Zusammensetzung. Auf diese Weise sind die chemischen Eigentümlichkeiten der aus den Standorten 3a und 3b gesammelten Futterproben, vor allem der hohe Gehalt an NDF, zum grössten Teil auf einen hohen Gräseranteil zurückzuführen. Die Besonderheiten des Kunstwiesenfutters aus dem Talgebiet sind mit dem hohen Leguminosenanteil, vor allem des hohen Gehaltes an RP zu erklären. Die Zunahme an Kräutern mit steigender Meereshöhe geht mit dem Anstieg des Gehaltes an CPFS und des IANP-Indexes einher.

Dennoch lassen sich die Schwankungen in der chemischen Zusammensetzung des

Futters nicht vollständig durch Unterschiede in der botanischen Zusammensetzung erklären. Unter den möglichen Einflussfaktoren spielt auch das Entwicklungsstadium der Pflanzen bei der Probenentnahme eine Rolle. Bei Saisonbeginn wurde das Futter an den Standorten 3a und 3b im Vergleich zu den anderen Standorten zu einem etwas späterem Stadium beweidet. Damit kann teilweise die Tatsache erklärt werden, dass dieses Futter mehr NDF enthält und etwas weniger RP als die anderen Futtermittel. Andererseits kann die chemische Zusammensetzung einer Pflanzenart abhängig von den Wachstumsbedingungen variieren, besonders in Übereinstimmung mit der Meereshöhe (Scehovic 1981).

Folgerungen

Die floristische Artenvielfalt der Dauerweiden auf 900 bis 2100 m wird von der Meereshöhe wenig beeinflusst. Sie ist aber viel grösser im Vergleich zu den in dieser Studie untersuchten Kunstwiesen im Talgebiet.

Die zunehmende Höhenlage ist auf Dauerweiden mit einer deutlichen Zunahme des Kräuteranteiles begleitet, vor allem an Korbblütlern, Rosen- und Wegerichgewächsen auf Kosten der Gräser.

Unter allen beobachteten chemischen Messgrössen sind die löslichen Phenolverbindungen (CPFS) und der Index der möglichen negativen Aktivität (IANP) der sekundären Inhaltsstoffe diejenigen, die sich am stärksten in Abhängigkeit von der Höhenlage änderten. Das Futter der subalpinen Stufe zeichnet sich durch eine starke biologische Aktivität der sekundären Inhaltsstoffe aus.

Die Unterschiede im Gehalt an primären organischen Verbindungen (Zellwandbestand-

teile, Stickstoffverbindungen, usw.) sind relativ gering und die Verdaulichkeit des Futters hängt kaum von der Höhenlage ab.

Die Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung des Futters erklären sich teilweise durch Veränderungen in der botanischen Zusammensetzung, genauer im Mengenanteil der wichtigsten botanischen Familien.

Dank

Wir bedanken uns bei allen Personen, die bei der Realisierung dieser Studie mitgeholfen haben, besonders E. Mosimann (RAC-Changins), Karine Meye (RAC), D. Conod (RAC), P. Rognon (RAC), N. Doutaz (IAG-Grangeneuve) und W. Dietl (FAL-Reckenholz) für die Vegetationsaufnahmen und die Sammlung der Futterproben, Simone Dick (RAC) und F. Schubiger (FAL) für die Laboranalysen sowie R. Sieber (FAM) für die Begutachtung des Manuskriptes.

Literatur

- Aeschimann D. et Heitz C., 1996. Index synonymique de la Flore de Suisse. Centre du réseau suisse de floristique, documenta floristicae helvetiae 1, Genève, 318 p.
- Bosset J.O., Berger T., Bütikofer U., Collomb M., Gauch R., Lavanchy P., Sieber R. und Jeangros B., 1998. Hartkäse Typ Gruyère des Berg- und Talgebietes im Vergleich. *Agrarforschung* 5 (8), 363-366.
- Buchin S., Martin B., Dupont D., Bornard A. und Achilleos C., 1999. Influence of the composition of Alpine highland pasture on the chemical, rheological and sensory properties of cheese. *J. Dairy Res.* 66, 579-588.
- Coulon J.B., 1997. Effets de la nature des fourrages sur les caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques du fromage. *Fourrages* 152, 429-436.
- Daccord R. et Chaubert C., 1994. Formules et équations de prédiction.

In: Apports alimentaires recommandés et tables de la valeur nutritive des aliments pour les ruminants, 3e éd., Station fédérale de recherches en production animale, Posieux (ed.), LmZ, Zollikofen, 305-318.

■ Daget P. et Poissonet J., 1969. Analyse phytologique des prairies, applications agronomiques. Document 48, CNRS-CEPE, Montpellier, 67 p.

■ Dietl W., 1998. Wichtige Pflanzenbestände und Pflanzenarten der Alpweiden. *Agrarforschung* 5 (6), I-VIII.

■ Gruber L., Guggenberger T., Steinwider A., Schauer A., Häusler J., Steinwender R. und Sobotik M., 1998. Ertrag und Futterqualität von Almfutter des Höhenprofils Johnsbach in Abhängigkeit von den Standortfaktoren. In: 4. Alpenländisches Expertenforum, 24.-25. März 1998, BAL-Gumpenstein, A-8952 Irnding, 63-93.

■ Jeangros B., Troxler J., Conod D., Scchovic J., Bosset J.O., Büti-kofer U., Gauch R., Mariaca R., Pauchard J.-P. et Sieber R., 1997. Etude des relations entre les caractéristiques des herbages et celles du lait, de la crème et du fromage de type l'Etivaz ou Gruyère. I. Présentation du projet. *Revue suisse Agric.* 29 (1), 23-34.

■ Jeangros B., Scchovic J., Troxler J. et Bosset J.O., 1999a. La composition de l'herbe des pâturages de montagne est-elle différente de celle des prairies de plaine? *Revue suisse Agric.* 32 (2), 63-68.

■ Jeangros B., Scchovic J., Troxler J., Bachmann H.J. et Bosset J.O., 1999b. Comparaison de caractéristiques botaniques et chimiques d'herbages pâturés de plaine et de montagne. *Fourrages* 159, 277-292.

■ Mariaca R.G., Berger T.F.H., Gauch R., Imhof M.I., Jeangros B. and Bosset J.O., 1997. Occurrence of Volatile Mono- and Sesquiterpenoids in Highland and Lowland Plant Species as Possible Precursors for Flavor in Milk and Dairy Products. *J. Agric. Food Chem.* 45 (11), 4423-4434.

■ Scchovic J., 1979. Préviation de la digestibilité de la matière organique et de la quantité de matière sèche ingérée des graminées, sur la base de

leur composition chimique. *Fourrages* 79, 57-78.

■ Scchovic J., 1981. Influence du biotope sur la qualité des graminées. *Rech. agronom. Suisse* 20, 49-76.

■ Scchovic J., 1991. Considérations sur la composition chimique dans l'évaluation de la qualité des fourrages des prairies naturelles. *Revue suisse Agric.* 23 (5), 305-310.

■ Scchovic J., 1995a. Etude de l'effet de diverses espèces de plantes des prairies permanentes sur l'hydrolyse enzymatique des constituants pariétaux. *Ann. Zootech.* 44, 87-96.

■ Scchovic J., 1995b. Pourquoi et comment tenir compte des métabolites secondaires dans l'évaluation de la qualité des fourrages. *Revue suisse Agric.* 27 (5), 297-301.

■ Scchovic J., Jeangros B., Troxler J. et Bosset J.O., 1998. Effets de la composition botanique des herbages pâturés sur quelques composants des fromages de type L'Etivaz ou Gruyère. *Revue suisse Agric.* 30 (4), 167-171.

RÉSUMÉ

La composition de l'herbe des pâturages de montagne est-elle différente de celle des prairies de plaine?

Dans cet article, nous comparons les compositions botaniques et chimiques d'herbages situés à des altitudes comprises entre 600 et 2100 m, dans le cadre d'une vaste étude consacrée aux relations existant entre les caractéristiques de l'herbe et celles du fromage de type Gruyère. Les prairies temporaires de plaine observées dans cette étude sont composées uniquement de graminées et de légumineuses et leur richesse floristique est beaucoup plus faible que celle des pâturages permanents situés en montagne. Dans ces derniers, l'élévation d'altitude s'accompagne d'une nette diminution de l'abondance des graminées, au profit d'espèces appartenant surtout aux familles des composées, des rosacées et des plantaginacées. Des différences de composition chimique ont été observées entre les herbages de plaine et ceux de montagne. L'herbe des pâturages de haute altitude se distingue en particulier par une teneur nettement plus élevée en composés phénoliques solubles et par une plus forte activité biologique des métabolites secondaires. Par contre, sa digestibilité est peu influencée par l'altitude.

SUMMARY

Does the grass composition of highland pastures differ from those of lowland leys?

In this paper, we compare the botanical and chemical compositions of grazed grassland located at various altitudes between 600 and 2100 m a.s.l., as part of a study on the relationships between the characteristics of grass and those of Swiss hard cheese. The lowland leys are composed only of grasses and legumes and their botanical diversity is distinctly smaller than that of the highland permanent pastures. When the altitude raises, we noticed in the latter a decrease in the proportion of grasses and an increase in numerous dicotyledonous species, especially Compositae, Rosaceae and Plantaginaceae. Some differences in the chemical composition of grass have been observed between lowland grassland and highland pastures. In the subalpine area (above 1600 m), the herbages contain much more soluble phenolic compounds and reveal a greater biological activity of the secondary metabolites. However, the digestibility of the organic matter is little influenced by the altitude.

Key words: grassland, pasture, lowland, highland, botanical composition, chemical composition, digestibility