

Verein für alpine Kulturpflanzen

Mitteilungen Nr. 14. 29.02.2008

Die Soliva Stiftung hat im Jahre 2005 eine Literaturstudie bewilligt um zusammen zutragen was allenfalls bekannt ist über eine besondere Qualität von Kulturpflanzen, die in höheren Lagen gewachsen sind. Die Arbeit an diesem Projekt nahm ich 2007 auf. Sie führte zu den Anlass mit Prof. Christian Körner und Dr. Florian Leiber vom 23.02.2008 in Ilanz.

Den Projektbericht finden Sie anschliessend an den Bericht des Anlasses.

Qualität aus den Alpen - eine Realität

Zwei Referate mit Zündstoff



Am Samstag den 23.02.2008 sprach Prof. Christian Koerner in Ilanz zum Thema „Lieber wenig, aber das perfekt – vom Umgang der Pflanze mit der Höhe“. Anschliessend sprach Dr. Florian Leiber zum Thema „Qualität in der Höhe – Futterpflanzen, Alpenmilch, Alpenbutter“. Der Anlass fand statt in Ilanz und war organisiert vom Verein für alpine Kulturpflanzen. Ca. 70 Zuhörer erfuhren in kurzer Zeit viel Wissenswertes.

Auf dem Foto zu sehen sind von links nach rechts: Christian Körner, Florian Leiber und Peer Schilperrood.

Christian Koerner nahm als Ausgangspunkt seines Referates die Baumgrenze. Die Baumgrenze ist ein Phänomen, das man weltweit beobachten kann, sei es in den Tropen, sei es in den Alpen oder im hohen Norden. In den Alpen ändert sich über eine Distanz von ca. 50 Höhenmetern das Landschaftsbild gewaltig, der Wald lichtet sich, die Bäume werden kleiner und alsbald sind sie ganz verschwunden. Das Klima ändert sich erstaunlicherweise über diese Distanz nur sehr wenig, und trotzdem ist der Baumform eine scharfe Grenze gesetzt. Wieso? Prof. Koerner zeigte, dass die Pflanzen bei tiefen Temperaturen immer noch photosynthetisch aktiv sind. Sie können sogar bei Minustemperaturen

noch Kohlendioxid aufnehmen und in einfache Fette und Kohlehydrate verwandeln. Ein Mangel an „Baustoffe“ liegt also nicht vor. Was die Pflanze bei einer Durchschnittstemperatur von 5 – 6 °C allerdings nicht mehr schafft, ist die Bildung neuer Zellen, das Wachstum des Gewebes wird eingestellt. Die Verarbeitung von den Baustoffen, die immer noch angeliefert werden, findet nicht mehr statt. Er verglich den Prozess mit Arbeitern auf der Baustelle, die bei zu grosser Kälte aufhören zu arbeiten, obwohl immer noch neues Baumaterial herangeführt wird.

Alpine Pflanzen reichern in Ihren Blättern Kohlehydrate, Fette und Eiweiss an. Die Temperatur der Bäume entspricht der Lufttemperatur. Sie können kein Mikroklima schaffen, das es ihnen ermöglicht unabhängig zu werden von der Lufttemperatur. Die vielen Pflanzarten oberhalb der Baumgrenze speichern durch ihre Wachstumsart lokal im Horst, im Polster, in der Rosette die Temperatur und können dadurch weit über der Baumgrenze noch wachsen.

Prof. Koerner konnte zeigen, dass die Pflanzen in höheren Lagen, sich sehr deutlich in ihren Inhaltsstoffen unterscheiden von jenen in tieferen Lagen.

Dr. Leiber zeigte, das war zunächst einmal ein Widerspruch zu den Ausführungen von Christian Koerner,

dass das Futter von den Alpen tiefere Gehalte an Eiweiss und essentiellen Fettsäuren aufweist. Mäht man eine Alpenwiese, dann enthält der Schnitt auch verholzte Teile und abgestorbene Blattreste, wodurch der Gehalt an Eiweiss und Fett gesenkt wird, obwohl, wenn man die lebendigen Organe untersucht, diese höhere Gehalte aufweisen.

Florian Leiber konnte auf Grund seiner Untersuchungen auf der Alp Weissenstein (am Albulapass) zeigen, dass obwohl die Kühe weniger essentielle Fettsäuren in ihrem Futter aufnehmen als Kühe aus dem Unterland, sie trotzdem wesentlich höhere Gehalte an dieser wertvollen Alpha-linolensäure in der Milch aufweisen. Eine paradoxe Situation.

Die essentiellen Fettsäuren heissen essentiell, weil das Tier oder der Mensch diese Substanz nicht im eigenen Körper herstellen kann und sie trotzdem unbedingt braucht. Die Pflanzen haben die Fähigkeit diese Substanzen in grossen Mengen herzustellen. Die essentiellen Fettsäuren sind Bausteine, die im Körper aneinander gekettet und verwandelt werden können. Das Hirn, die Netzhaut, können ohne diese Fettsäuren nicht gebildet werden. Daraus ist auch die Bedeutung dieser Stoffe für die Embryonal- und frühkindliche Entwicklung ersichtlich.

Wieso ist der Gehalt an essentiellen Fettsäuren in der Alpmilch höher als in der Milch von Betrieben aus dem Unterland, obwohl das Futter mengenmässig weniger enthält? Die Kuh frisst Pflanzen, kann diese aber nur mit Hilfe von Bakterien im Pansen verdauen. Bei dieser Vorverdauung werden aber die essentiellen Fettsäuren umgewandelt. Sie werden verkettet, es bilden sich gesättigte und ungesättigte Fette. Nur ein kleiner Teil gelangt unverändert in den weiteren Verdauungstrakt und kann dort direkt ins Blut aufgenommen werden. Würden in dem Pansen alle essentiellen Fettsäuren weiterverarbeitet, dann könnte die Kuh kein Gehirn bilden. Die Kuh ist also darauf angewiesen, dass die Bakterien nicht so gut schaffen, und dass sie ja nicht die Fettsäuren zu 100% umwandeln. Die Kuh kann den Stoffwechsel in ihrem Pansen regulieren. Hier spielt das Futter eine grosse Rolle. Es ist die Vielfalt der Alpenmatten mit einem Drittel an Gräsern, einem Drittel an Schmetterlingsblütlern und einem Drittel an Kräutern, die es der Kuh ermöglicht den Stoffwechsel im Pansen zu lenken. In Frage kommen aromatische Bestandteile, Gerbstoffe, ätherische Öle, die sich positiv auf den Gehalt auswirken.

Die Kühe im Tal kommen in März-April auf die Weiden die in erster Linie grün sind, nur wenige Blüten schmücken die Weiden. Auf der Alp, wo die Vegetationszeit kurz ist, fällt die Blütezeit mit dem Weidegang zusammen.

Florian Leiber hat, als Mitarbeiter des Instituts für Tierwissenschaften der ETHZ, die interessante Aufgabe auf der Alp Weissenstein die Frage zu beantworten welche Pflanzen, bzw. welche Stoffe regulierend wirken. Sein Forschungsthema ist: Biodiversität des Futters - Qualität der Produkte.

Kommentar

Was ist die Bedeutung dieser Forschungsergebnisse für das Berggebiet, für die Art der Bewirtschaftung im Berggebiet? Haben Produkte aus höheren Lagen eine besondere Qualität, weil die Lebensbedingungen so speziell sind oder ist die Qualität der konventionellen Produkte durch die Art der Bewirtschaftung schlechter? Das ist eine brisante Frage. Aus den beiden Referaten ging hervor, dass die speziellen Bedingungen in höheren Lagen sich direkt auf die Qualität der einzelnen Pflanzen auswirken, dass aber auch die Art der Bewirtschaftung in tieferen Lagen die Qualität fördern oder schwächen kann.

Seit 90 Jahren gibt es zwei Richtungen in der Landwirtschaft. Die konventionelle Landwirtschaft, die sich vor allem durch den Einsatz von mineralischen Düngern zur Steigerung der pflanzlichen Produktion und dem Einsatz von Kraftfutter zur Steigerung der Milchproduktion hervorhebt und auf der anderen Seite die biologische Landwirtschaft, die über die Steigerung der Bodenfruchtbarkeit die Erträge steigern will und den Einsatz von Kraftfutter zur Steigerung der Milchproduktion weitgehend eingeschränkt hat. Der Kampf zwischen diesen beiden Strömungen dreht sich um die Frage ob der Mensch ausreichend ernährt wird um sich als Mensch entfalten zu können. Es geht dabei nicht darum, ob man gesund bleibt oder nicht, sondern darum ob man durch die Qualität der Ernährung eingeschränkt wird in der Entfaltung des Denkens, oder im Ergreifen des Willens oder die Art des Fühlens. Die konventionelle Landwirtschaft geht, ohne es klar auszusprechen, davon aus, dass solange keine negativen Effekte nachgewiesen sind, es diese auch nicht gibt. Das ist eine wissenschaftlich nicht begründbare Annahme. Die Konsequenz dieser Sichtweise ist, dass in weltweitem Massstab mit Tieren und Menschen Versuche durchgeführt werden. Tiere und Mensch sind teil eines riesigen Ernährungsexperimentes. Die biologische Strömung geht davon aus, dass die Pflanzen pflanzengemäss und die Tiere tiergerecht behandelt werden sollen, und sobald das nicht mehr der Fall ist, mit negativen Effekten zu rechnen ist, auch wenn diese nicht wissenschaftlich nachgewiesen sind. Hier ist es die Vorsicht, begründet in der Ehrfurcht vor der ungeheuer komplizierten Natur, für die Wunder die alltäglich stattfinden, die die Produktionsweise bestimmen und dazu führt, dass man auf das Experiment der konventionellen Landwirtschaft verzichtet.

Das Besondere der Milchqualitätsforschungen der letzten fünf Jahre sind ihre klaren Ergebnisse: 1. die Verfütterung von Kraftfutter setzt die Qualität messbar herab und 2. eine grössere Artenvielfalt steigert die Qualität. Die Reaktion auf diese Erkenntnisse sind Untersuchungen wie man mit Hilfe von speziellen Futterzusätzen oder mit Hilfe von Leinsamen die ernährungsphysiologische Qualität steigern kann. Denkbar sind aber auch spezielle Kunstwiesenmischungen, die den negativen Wirkungen entgegenwirken sollen.

Halten wir fest, dass wissenschaftlich erwiesen ist, dass in den vergangenen Jahrzehnten in grossem Stile minderwertige Produkte in Umlauf gebracht worden sind. In der Zeitschrift Agrarforschung, in der Schwerpunktnummer Forschungsprojekt Bergmilch werden zwei Basis-Strategien für Milchproduzenten vorgeschlagen. Prof. Roger Schwarzenbach und Gesamtleiter des Bergmilchprojektes schreibt: „Für Milchproduzenten im Berggebiet sind grundsätzlich zwei Basis-Strategien zu empfehlen. Wenn es sich beim Milchabnehmer um eine – meist im Talgebiet angesiedelte Grossmolkerei handelt, ist die Strategie <<Milch mit Grundnutzen>> vorzuziehen. Es handelt sich dabei um eine Kostenführerschaftsstrategie, welche mit Wachstum und technisch-organisatorischem Fortschritt realisiert werden kann. Wenn es sich beim Milchabnehmer um eine lokale oder regionale Käserei handelt, ist die Strategie <<Milch mit Zusatznutzen>> zu empfehlen. Dank Zusatzleistungen bezüglich Produkt- oder Prozessqualität kann meistens ein Mehrpreis generiert werden welcher den Zwang zu Wachstum und Kostensenkung reduziert.“

Übersetzt man „Milch mit Grundnutzen“ durch: Milch mit herabgesetzter Qualität und Sicherung der Einnahmen über die Menge, und übersetzt man „Milch mit Zusatznutzen“ durch artgerecht produzierte Milch von normaler Qualität und Sicherung der Einnahmen durch einen höheren Literpreis, dann sieht man die Stossrichtung.

Stossend ist, dass auf der Rückseite des gleichen Heftes die Migros, als Grossabnehmer für seine Heidi Bergmilch wirbt. Unter dem Bild mit Heidemilch, Heidikäse und Heidirahm steht: „Heidis grosses Sortiment an Milchprodukten ist und bleibt 100% Schweizer Bergmilch.“ Seit den Stichproben von Gesundheitstipp der Stiftung für Konsumentenschutz von Januar 2007 weiss man „... ausgerechnet die Heidi Bergmilch aus konventionellen Betrieben von Migros schneidet in der Stichprobe mit 26 mg Omega-3-Fettsäuren bescheiden ab. Denn im Gegensatz zu Bio-Milch ist Bergmilch eine reine Herkunftsbezeichnung. Sie garantiert keinesfalls, dass die Kühe wenig Kraffutter erhalten.“ Man sieht also, wie in der Vermarktungspraxis die Basisstrategien aufeinander prallen. Die minderwertige Milch soll profitieren vom Image der handwerklich einwandfrei produzierten Milch. Das Experiment mit minderwertigen Produkten wird fortgesetzt.

Peer Schilperoord
25.02.2008
Alvaneu Dorf

Projektbericht: „Einfluss der Höhenlage auf Wachstum und Qualität von Kulturpflanzen“

Einleitung

Bei meiner Literaturrecherche zum Thema „Einfluss der Höhenlage auf Wachstum und Qualität von Kulturpflanzen“ habe ich festgestellt, dass es in der Literatur keine Untersuchungen zu dem Thema gibt. Es gibt unzählige Berichte von Autoren, die beschreiben wie zart, oder süss Gemüse aus höheren Lagen schmeckt. Placidius Spescha war einer der ersten. Er schrieb 1773 „nichts ist zärtlicher und geschmackvoller als der Randig, der Salat, und das Mangelkraut, welche da wachsen, und nichts ist saftiger, und angenehmer als der Schnittlauch, der Petersil, und der Sauerampfer, die da gepflanzt werden.“ Es gibt aber keine wissenschaftlichen Arbeiten, die sich direkt mit diesem Phänomen befassen haben. Dafür gibt es aber deutliche Hinweise aus der Forschung alpiner Pflanzen.

Sehr viele Forschungen befassen sich mit den Wildpflanzen in der alpinen Stufe (oberhalb der Baumgrenze). Diese Studien zeigen, dass die Blätter eine andere Anatomie aufweisen und dass eine Anreicherung stattfindet von freien, also nicht in Strukturen eingebundenen, Kohlehydraten, Fetten und Eiweiss. Christian Körner hat in seinem Lehrbuch „Alpine plant life – functional plant ecology of high mountain ecosystems“ die Forschungsergebnisse zusammengefasst und kommentiert. Aus diesem Buch habe ich die wichtigsten Erkenntnisse, die auch für Kulturpflanzen relevant sind, übernommen. Am 23.02.2008 hat Christian Körner auf Einladung des Vereins für alpine Kulturpflanzen ein Referat gehalten.

Die Untersuchungen an Alpmilch, die in den letzten Jahren gemacht wurden, weisen auf einen weiteren wichtigen Aspekt der Qualitätsfrage hin. Diese Untersuchungen befassen sich in erster Linie mit der Zusammensetzung und Menge der Fettsäuren. Biologisch produzierte Milch und Alpmilch weisen ernährungsphysiologisch bessere Werte auf. Bis jetzt hat man die Bedeutung der Vielfalt der Pflanzenarten für die Milchqualität nachweisen können. Die Bedeutung der Inhaltsstoffe einzelner Arten war noch kein Gegenstand der Forschungen. Es ist noch unbekannt ob die Höhenlage eine Rolle spielt.

Die folgenden Abschnitte geben notgedrungen eine unvollständige Übersicht einiger für unsere Fragestellung wichtigen Themen aus dem englischsprachigen Buch von Prof. Körner.

Die Baumgrenze

Die Untersuchungen nach den Ursachen der Baumgrenze haben wichtige Erkenntnisse gebracht, die für alle Pflanzen in höheren Lagen von Bedeutung sind. Die Baumgrenze findet sich weltweit. Die Baumgrenze ist eine sehr deutlich sichtbare Grenze in den Alpen. Innerhalb von 50 m Höhendifferenz löst sich der ge-

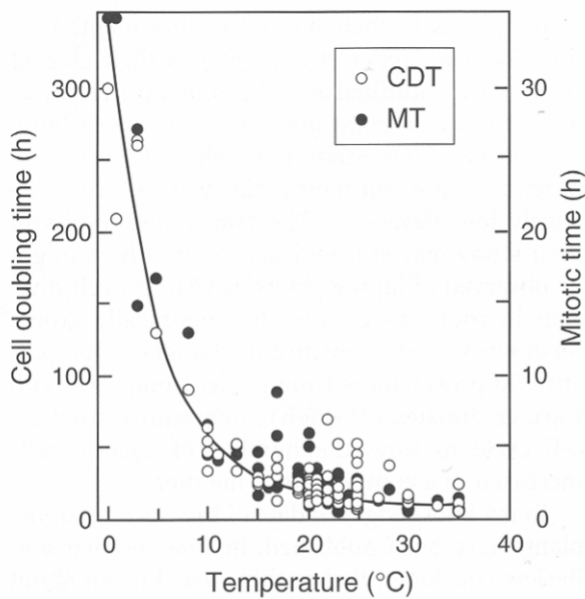


Fig. 14.5. Results of a literature survey of temperature responses of cell doubling time (CDT) and its mitotic phase (MT) in root tip meristems of herbaceous plants grown in controlled environments (ca. 50 publications by 1990; unpubl. review by S. Pelaez-Riedl)

schlossene Wald auf, geht die Grösse der Bäume zurück und lassen sich gar keine Bäume mehr finden. Das Klima ändert sich über dieses Trajekt verhältnismässig wenig. Ob man 50 Meter weiter oben oder weiter unten ist, macht nicht soviel aus. Trotzdem bildet sich in diesem Bereich, wo die Luft eine Durchschnittstemperatur von 5-7 °C aufweist, die Baumgrenze.

Die Experimente belegen deutlich die Bedeutung einer kritischen Temperatur für das Wachstum während sonst die Bedingungen für die Photosynthese intakt sind. Die Schwelle für unmittelbare Effekte aus Wachstum und Entwicklung liegt zwischen 3 und 10°C, vermutlich zwischen 5.5 und 7.5°C. Diese Bandbreite korrespondiert mit der Lage der Baumgrenze. Siehe Abbildung 14.5. Cell doubling time ist die Zeit die es braucht um die Zahl der Zellen zu verdoppeln.

Die Photosynthese findet bei alpinen Pflanzen noch bei Minustemperaturen statt. Sie wird eingestellt, sobald sich Eiskristalle in den intrazellulären Räumen bilden. Die Photosynthese wird bei Temperaturen zwischen -2 und -6 °C eingestellt.

Die alpinen Pflanzen machen sich durch ihre besondere Architektur unabhängig von der vorherrschenden Lufttemperatur. Die Temperaturen in den Polstern, Horsten, und Rosetten liegen deutlich über der Lufttemperatur. Die Bäume können die Temperatur in den Nadeln und in den Meristemen kaum erhöhen, die Luft kühlt ständig das Gewebe. Das ist der Grund, wieso kleine Pflanzen, weit über die Baumgrenze hinaus noch wachsen können.

Finanzielle Zuwendungen für den Verein für alpine Kulturpflanzen sind in Graubünden von der Steuer abzugsfähig. Bankverbindung: Raiffeisenbank Albula Tiefencastel PC 70-3768-9, Konto Nr.: 1725684.

Bei den Bäumen hat man festgestellt, dass mit zunehmender Höhe die mobilen Vorräte an Kohlehydraten und Fetten zunehmen und an der Baumgrenze ihr Maximum erreichen. Es fehlt den Bäumen also nicht an „Baustoffen“, sondern die Baustoffe können nicht verarbeitet werden, das Wachstum ist eingestellt. Diese Erkenntnisse treffen für alle anderen Pflanzen zu.

Anreicherung mit Kohlehydraten

Untersuchungen an Gräsern bei Temperaturen von 10°C am Tag und 5°C während der Nacht und bei 25°C / 15°C ergaben:

- Höhere Konzentrationen bei tiefen Temperaturen unabhängig von der Artengruppe
- Arten angepasst an kühles Klima wiesen höhere Konzentrationen auf sowohl bei 10 / 5 °C als bei 25 / 10 °C.
- Von allen Komponenten zeigten die Fruktane den dramatischsten Anstieg bei tiefen Temperaturen. (Fruktane entstehen durch Polymerisation aus Fruktose. Bei Fruktanen sind an einem Saccharosemolekül ein oder mehrere Fruktosemoleküle gebunden.)

Die Fruktane befinden sich in den Vakuolen. Es ist anzunehmen, dass der süßere Geschmack von Gemüse aus höheren Lagen mit dem höheren Gehalt an Fruktanen zusammenhängt.

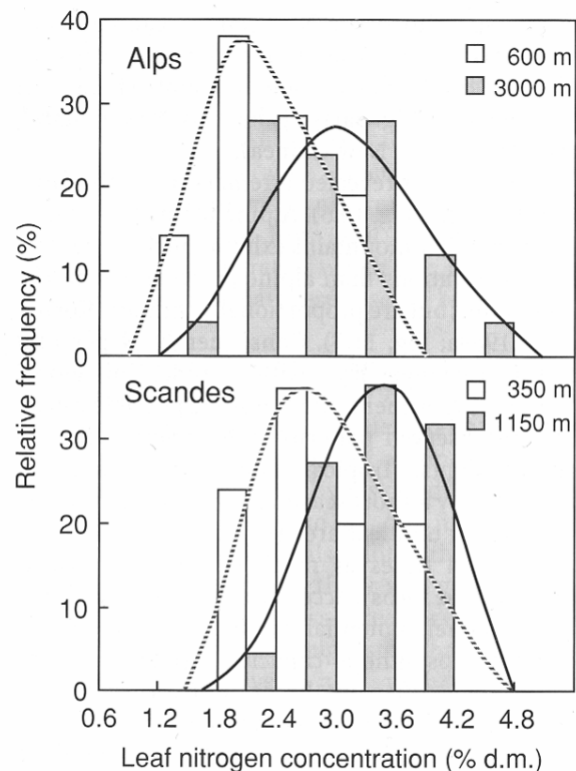


Fig. 10.5. Nitrogen concentrations (% dry matter) in leaves of comparable plant species from low and high altitude in the Alps and the northern Scandes. Alps: 2.87 ± 0.73 versus 2.40 ± 0.62 ($n = 25/21$ species, $p = 0.02$); Scandes: 3.18 ± 0.51 versus 2.80 ± 0.58 ($n = 22/25$, $p = 0.02$). (Körner 1989b)

Anreicherung mit Fetten

Die Fettgehalte in alpinen Pflanzen haben die Tendenz sehr hoch zu sein. Eine Untersuchung an Mt. Olympus in Griechenland von Meeressniveau bis auf 2500 meter Höhe zeigte eine Verdoppelung des Fettgehaltes. In den Blättern alpiner Pflanzen kann der Fettgehalt 10% des Trockengewichtes ausmachen. Dementsprechend steigt der Energiegehalt des Gewebes mit steigender Höhe.

Die Anreicherung der Fette unterliegt wie bei den Kohlehydraten wenig saisonalen Schwankungen. Am Anfang der Vegetationsphase liegen die Werte geringfügig tiefer.

Anreicherung mit Eiweiss

Die Ergebnisse eines weltweiten Projektes zur Bestimmung der Mineralstoffkonzentrationen (Stickstoff, aber auch Phosphor) in der Mitte der Vegetationsperiode zeigten einen Anstieg der Konzentration mit zunehmender Höhe. Blätter von Pflanzen aus den höchsten Lagen können gar 4-5% Stickstoff enthalten. Das Phänomen beschränkte sich nicht auf die Blätter, auch die Wurzel und die nicht verholzten Stengel zeigten erhöhte Werte. Siehe Abbildung 10.5. In der oberen Hälfte des Bildes die Werte für die Alpen, in der unteren Hälfte die Werte für Skandinavien.

Diese Angaben treffen für einzelne Pflanzen zu, bei Vegetationstypen können sie differieren. Insbesondere seggenreiche oder borstgrasreiche Alpwiesen weisen tiefere Stickstoffwerte auf als Kunstwiesen auf 600 m, weil diese Arten in ihren Blättern verhältnismässig wenig Stickstoff und viel Kohlenstoff enthalten.

Blattmorphologie

Die Morphologie der Blätter unterscheidet sich ebenfalls. Die Unterschiede betreffen nicht die Zellgrösse, sondern die Zahl der Stomata (Spaltenöffnungen) pro mm^2 auf der Blattoberseite, die Dicke der Zellwände der Epidermis, die Zahl der Zellschichten mit Palisadenparenchym (2-3 statt 1-2) und somit auch die Dicke des Blattes. Diese Merkmale nehmen alle mit der Höhe zu. Siehe Abbildung 11.3. Dagegen nimmt die Grösse der Blattfläche mit zunehmender Höhe ab.

Tiefe Temperaturen allein führen dazu die Blattdicke zu vergrössern und den Stickstoffgehalt des Blattes zu steigern. Diese Effekte sind unabhängig von der Höhe.

Die Grösse der Blätter beeinflusst die Pflanze durch eine frühere Differenzierung des Meristems. Die Zellzahl wird reduziert, nicht die Zellgrösse. Das Wachstum alpiner Blätter wird stärker von der Temperatur beeinflusst als das Blattwachstum von Typen aus tieferen Lagen. Alpine Pflanzen sind aber in der Lage das Streckungswachstum auch bei tieferen Temperaturen beizubehalten.

Wurzelmorphologie

Alpine Kräuter investieren wenig in die Sprossachse, dafür umso mehr in den Anteil feiner Wurzeln. Dadurch ändert sich auch das Verhältnis der oberirdischen zur unterirdischen Pflanzenmasse.

Blühbeginn

Bei keiner der getesteten Arten gab es einen starken Effekt der Herkunft auf den Vegetationsbeginn. Dagegen reflektierten Blühimpuls und Blühbeginn die Herkunft der Pflanzen.

Alpine plants are selected for small size and can thereby cope with alpine life conditions. ..Alpine plants produce fewer and smaller organs, but these are well equipped.

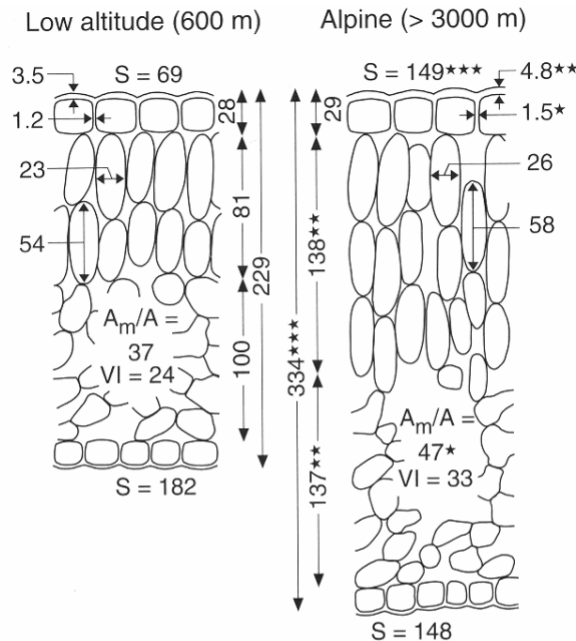


Fig. 11.3. Summary of quantitative leaf anatomy of alpine and lowland taxa of herbaceous plants in the Alps. S Stomatal density (n mm^{-2} ; see also Chap. 9), VI intercellular air volume (% of total leaf volume), A_m/A ratio of mesophyll cell surface area exposed to intercellular spaces/projected leaf area ($\text{m}^2 \text{m}^{-2}$), all other dimensions in μm . Means for 18 to 23 species from 580–700 m altitude and 24 to 27 species from 2650–3250 (mostly 3000) m altitude. Asterisks in the high altitude diagram indicate statistical significance of altitudinal differences; no asterisk means not significant. (Körner et al. 1989a)

Körner, Christian. 1999 / 2003. Alpine plant Life. Functional plant ecology of high mountain ecosystems. Springer Berlin-Heidelberg.

Bezug zu den Kulturpflanzen

Kulturpflanzen trifft man von der Talsohle bis zur Alphütte an. In der höchstgelegenen Siedlung der Schweiz in Juf wurden 2007 u. a. Kopfsalat, Rübli, Kohlrabi, Kartoffeln und Calendula angebaut. Aber auch auf den Maiensässen sieht man ab und zu kleine Gemüsegärten.

Die oben beschriebenen Unterschiede beruhen einerseits auf die veränderten Umweltbedingungen, andererseits können Sie auch auf Unterschiede im Erbgut beruhen. Die grössten Anpassungen an die Umgebung kann man erwarten bei den Kulturpflanzen, die über die Samen auf den

Höfen selber weiter gezogen worden sind. Von diesen regionalen Sorten kann man erwarten, dass sie an die kurze Vegetationszeit angepasst sind.

Mit ansteigender Höhe spielt die Temperatur eine immer grössere Rolle, schlussendlich unterbinden zu tiefe Temperaturen jegliches Wachstum. Die Forschungen haben aber gezeigt, dass die Pflanze als „Lichtwesen“ auch dann, wenn die Temperatur für das Wachstum zeitweise nicht reicht, sie trotzdem assimiliert, sie trotzdem mit Hilfe des Lichtes Kohlensäure bindet und Fette, Kohlehydrate und Eiweiss sich anreichert. Dieses Spannungsverhältnis zwischen Temperatur, Wachstum und Lichtstoffwechsel variiert mit der Höhenlage.

Bei 20°C liegt für Gebirgspflanzen ein optimales Verhältnis zwischen Erzeugung und Verarbeitung vor. Die Pflanze stimmt die Erzeugung von Substanz und die Verarbeitung (Wachstum)ständig aufeinander ab. Bei sinkenden Temperaturen gehen sowohl die Wachstumsrate als auch die Syntheserate zurück, trotzdem ergibt sich, wie die Untersuchungen zeigen ein Gradient von unten nach oben mit einer Zunahme der Gehalte an nicht gebundenen Kohlehydrate und Fette und sogar der Eiweisse, mit einer Abnahme der Blattspaltenfläche und Zunahme der Blattdicke und Dicke der Epidermiszellen.

Normwerte 1961-1990 der Lufttemperatur Station	Höhe m ü. M.	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Gütsch ob Andermatt	2287	-6.5	-6.9	-6.0	-3.7	0.4	4.1	7.3	7.1	5.1	2.1	-3.1	-5.5	-0.5
Grimmel-Hospiz	1980	-5.9	-5.7	-4.2	-1.3	2.9	6.2	8.9	8.8	7.0	3.7	-1.6	-4.6	1.2
Samedan	1705	-9.4	-8.2	-3.9	0.8	5.5	8.9	11.2	10.5	7.6	3.2	-3.4	-8.2	1.2
San Bernardino	1639	-4.3	-4.2	-2.1	1.0	5.3	9.5	12.2	11.4	8.9	4.8	-0.3	-3.3	3.2
Hinterrhein	1611	-6.6	-5.8	-3.1	0.5	5.1	8.9	11.5	10.9	8.3	4.1	-1.7	-5.6	2.2
Davos	1590	-5.3	-4.7	-2.2	1.3	5.9	9.0	11.3	10.8	8.3	4.7	-1.0	-4.4	2.8
Disentis	1190	-2.0	-1.3	1.1	4.3	8.7	12.0	14.4	13.7	11.3	7.5	1.9	-1.2	5.9
Chaux-de-Fonds La	1018	-2.0	-1.0	1.0	4.3	8.5	11.7	14.3	13.7	11.3	7.4	1.8	-1.2	5.8
Interlaken	580	-1.0	0.6	3.8	7.6	11.8	14.9	17.1	16.1	13.3	8.7	3.2	-0.2	8.0
Bern Liebefeld	565	-1.0	0.8	3.9	7.6	11.8	15.2	17.5	16.7	13.6	8.9	3.4	0.0	8.2
Chur	555	-0.5	1.3	4.8	8.3	12.7	15.6	17.7	16.9	14.2	9.7	3.9	-0.1	8.7
Glarus	515	-1.2	0.3	3.6	7.7	12.0	14.9	16.9	16.2	13.4	9.1	3.7	-0.3	8.0
Neuchâtel	485	0.5	2.0	4.8	8.5	12.6	16.0	18.6	17.9	14.8	10.0	4.6	1.4	9.3
Luzern	456	-0.2	1.3	4.5	8.2	12.5	15.6	17.9	17.1	14.1	9.3	4.1	0.8	8.8
Altdorf	449	0.3	1.7	4.7	8.5	12.8	15.6	17.5	16.7	14.0	9.7	4.6	1.0	8.9
Reckenholz	443	-0.6	0.8	4.2	8.0	12.4	15.6	17.8	16.9	13.8	9.1	3.9	0.5	8.5
Changins	430	0.6	2.1	5.0	8.8	12.8	16.3	18.9	18.1	14.8	10.1	4.9	1.6	9.5
Genève-Cointrin	420	1.0	2.5	5.3	9.0	13.2	16.7	19.3	18.4	15.1	10.3	5.2	2.0	9.8
Buchs-Aarau	387	-0.3	1.2	4.5	8.4	12.8	16.1	18.2	17.2	14.0	9.3	4.0	0.7	8.8
Basel-Binningen	316	0.9	2.4	5.6	9.1	13.1	16.3	18.5	17.7	14.8	10.1	4.9	1.8	9.6
Lugano	273	2.6	3.9	7.1	10.7	14.5	18.3	21.1	20.3	17.2	12.5	7.4	3.8	11.6

Tabelle 1. Temperaturmittel sortiert nach der mittleren Julitemperatur. Daten : Meteoschweiz.

Die Kulturpflanzen in den Grenzlagen erleben im August – September Temperaturen die im Unterland ein bis zwei Monate später auftreten, die Tage sind aber noch deutlich länger. Die hier angestellten Überlegungen sind kein wissenschaftlicher Beweis für Unterschiede bei den Kulturpflanzen in Abhängigkeit der Höhenlage. Ein wissenschaftlicher Beweis kann erst erfolgen, durch Untersuchungen an den Pflanzen selber, jede Pflanzenart reagiert auch unterschiedlich. Trotzdem widersprechen den Beobachtungen, die man als Konsument macht, die Überlegungen nicht, im Gegenteil sie finden darin eine Bestätigung.

Zusammen mit Frau Dr. Balzer-Graf konnten wir 1999 eine Vorstudie zum Thema Qualität von Getreide aus höheren Lagen machen. Aus dieser Vorstudie ging hervor, dass sowohl die Art der Jugendentwicklung als auch die Art des Abreifens sich in Mehl und Brot nachweisen lassen. Ich führte das damals zurück auf die Unterschiede in Wärme und Lichtmenge während der Jugendentwicklung und der Reifeentwicklung. Diese Vorstudie findet sich unter: <http://berggetreide.ch/Themenseiten/VorstudieQualitaet.pdf>