

Einfluß der Temperatur und der Lichtintensität auf das Wachstum von zwei
Weißklee-Sortentypen

J. Lex und U. Simon

Einleitung und Problemstellung

Die Etablierung und die Leistungsfähigkeit von Weißklee in Gemengen mit Gräsern unterliegt zahlreichen Einflußfaktoren, die jedoch durch eine geeignete Bewirtschaftung optimiert werden können (Lex, 1989 und Lex & Simon, 1990). Daneben sind jedoch oftmals klimatische Faktoren begrenzend für das Weißkleewachstum.

Weißklee stellt im Vergleich zu den meisten Futtergräsern höhere Ansprüche an die Temperatur. Dies kann in einem verzögerten Wachstumsbeginn im Frühjahr (Frame & Newbould, 1986), einem geringeren Weißkleeanteil in Gemengen und einer damit einhergehenden reduzierten Trockenmasseproduktion (Menzi, 1988) resultieren. Dem großblättrigen Giganteum-Typ werden höhere Temperaturansprüche als dem mittelgroßblättrigen und stärker verzweigten Hollandicum-Typ zugeschrieben (Gayrad, 1984). Das Lichtangebot wirkt limitierend auf die Blattbildungsrate (Eagles & Othman, 1986), die Verzweigungsrate (Menzi, 1988) sowie auf den Trockenmasseertrag und die biologische N-Fixierung (Kessler, 1987).

In einem dreifaktoriellen Versuch sollten Effekte und Interaktionen von Licht, Temperatur und Weißklee-Sortentyp auf verschiedene Wachstumsparameter des Weißkleees untersucht werden. Um nichtkontrollierbare Einflüsse, wie sie in Feldversuchen naturbedingt auftreten, auszuschließen, wurden zwei Versuche in Klimakammern mit identischer Versuchsanstellung durchgeführt.

Material und Methoden

Die beiden Versuchsreihen wurden nacheinander in zwei baugleichen Klimakammern mit Sämlingseinzelpflanzen in Töpfen durchgeführt. Die Versuchsanstellung ist der Tab. 1 zu entnehmen. In jeder Kammer wurde in einer Hälfte die volle Lichteinstrahlung durch Beschattung mit weißem Stoff auf $184 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ reduziert. Es wurden geimpfte Sämlingseinzelpflanzen verwendet: In der ersten Versuchsreihe in 12facher Wiederholung und mit Einheitserde Typ P als Substrat, die zweite Versuchsreihe wurde 8fach wiederholt mit Quarzsand als Substrat. Folgende Messungen wurden in den angegebenen Zeitabständen durchgeführt:

Parameter (Meßmethode)	Versuchsreihe	Meßintervall	Darstellung im Ergebnisteil
Trieblänge (in situ)	1	1 Woche	Σ 6 Wochen
Anzahl Triebspitzen (in situ)	1	1 Woche	Σ 6 Wochen
Blattzuwachs (in situ)	1	2 Wochen	Σ 6 Wochen
Blattfläche (destruktiv = d.)	1	nach 8 Wochen	
Oberirdische Biomasse (d.)	1 u. 2	nach 8 Wochen	
Unterirdische Biomasse (d.)	2	nach 8 Wochen	
Knöllchenzahl und -masse (d.)	2	nach 8 Wochen	
N-Ertrag (d.)	2	nach 8 Wochen	

Technische Universität München; Lehrstuhl für Grünland und Futterbau, Hohenbachernstr. 2a, 8050 Freising-Weihenstephan

Die Messung der Trieblänge, der Triebzahl und des Blattzuwachses erfolgte an 3 markierten Haupttrieben je Pflanze. Die Pflanzen wurden vor Beginn der Meßperiode in einer zwei Wochen dauernden Vorperiode an die jeweiligen Klimabedingungen angepaßt. Versuchsreihe 1 wurde mit einer N-haltigen Nährlösung, Versuchsreihe 2 mit einer N-freien Nährlösung (Lex, 1992) gedüngt. Aus Versuchsreihe 2 werden lediglich die Ergebnisse der niedrigen Temperaturstufe dargestellt.

Tab. 1: Faktoren und Stufen

Faktor I:	Temperatur (Tag/Nacht)
1	15° C / 10° C
2	25° C / 20° C
Faktor II:	Lichteinstrahlung
1	184 $\mu\text{mol}/\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ Quanten
2	395 $\mu\text{mol}/\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ Quanten
Faktor III:	Weißklee-Sortentyp
1	var. hollandicum cv. Milkanova
2	var. giganteum cv. Kersey White

Ergebnisse und Diskussion

Die untersuchten Effekte sind nicht auf alle Zielgrößen in gleichem Maße wirksam, sondern sie wirken differenziert auf die Wachstumsvorgänge beider Weißkleearten (Tab. 2). Der Zuwachs an Trieblänge ist neben der Verzweigungsrate eine wichtige Kenngröße für die Ausbreitungsfähigkeit des Weißkleees und wird primär durch die Erhöhung der Temperatur von 266 auf 374 mm gesteigert, womit die Ergebnisse von Kessler (1987) und Eagles & Othman (1988) bestätigt werden. Der Giganteum-Typ weist zudem einen signifikant höheren Zuwachs an Trieblänge auf als der Hollandicum-Typ. Die Verzweigungsrate (Anzahl Triebe/Pflanze) wird dagegen von letztgenannten Faktoren nicht beeinflusst, während die Einschränkung des Lichtangebots die Triebzahl nahezu halbiert (von 25,0 auf 13,8). Darauf haben bereits Eagles & Othman (1986) und Menzi (1988) hingewiesen. Neu ist, daß diese Reduktion bei tiefen Temperaturen und dem Hollandicum-Typ stärker ausgeprägt ist als beim Giganteum-Typ.

Die Anzahl neugebildeter Blätter wird durch den Anstieg der Temperatur und des Lichtangebots erhöht, während die Gesamtblattfläche je Pflanze nur durch die Steigerung des Lichtangebots signifikant ansteigt. Der am stärksten limitierende Faktor für die Produktion oberirdischer Biomasse ist in beiden Versuchsreihen das Lichtangebot. In beiden Fällen wird die Biomasseproduktion durch die Reduktion des Lichtangebots nahezu halbiert. Dabei wirkt sich Lichtmangel bei tiefen Temperaturen stärker ertragslimitierend aus als bei hohen Temperaturen. Andererseits zeigt besonders der Hollandicum-Typ eine stärkere Resonanz auf die Erhöhung des Lichtangebots bei tiefer Temperatur als der Giganteum-Typ, was sich positiv auf ein verbessertes Frühjahrswachstum auswirken kann.

Tab. 2: Ergebniszusammenstellung der Versuchsreihen 1 und 2

Versuchsreihe 1			Zielgröße					
Temperatur [°C]	Licht [$\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$]	WK- Typ	Trieb- länge [mm]	Anzahl Triebe/ Pflanze	Anzahl Blätter/ Trieb	Fläche/ Blatt [cm ²]	Blatt- fläche/ Pflanze [cm ²]	TM/ Pflanze (Sproß) [g]
15 / 10	184	holl.	191,0	12,3	5,31	4,46	1222	14,0
		gig.	275,0	15,2	5,03	6,60	1439	17,9
	395	holl.	282,0	25,8	6,92	5,07	2124	31,4
		gig.	314,0	23,3	6,22	6,47	2087	29,9
25 / 20	184	holl.	320,0	15,5	7,47	5,22	1669	19,3
		gig.	409,0	12,2	7,33	6,90	1379	15,1
	395	holl.	354,0	27,6	8,76	4,43	2299	25,9
		gig.	411,0	23,3	8,23	4,69	1962	26,7
GD 5%	Temp./Licht/WK		46,45	5,00	0,892	1,990	668,0	3,97
\bar{x} Temperatur [°C]		15 / 10	265,5 ***	19,1 n.s.	5,87 ***	5,65 n.s.	1718	23,3 n.s.
		25 / 20	373,5	19,6	7,95	5,31	1827	21,6
\bar{x} Licht [$\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$]		184	298,8 ***	13,8 ***	6,28 ***	5,80 n.s.	1427 ***	16,6 ***
		395	340,3	25,0	7,53	5,17	2118	28,5
\bar{x} Weißkleetyp		holl.	286,8 ***	20,3 n.s.	7,11 n.s.	4,80 *	1829 n.s.	22,5 n.s.
		gig.	352,3	18,5	6,70	6,16	1717	22,4

Versuchsreihe 2			Zielgröße					
Licht [$\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$]	WK- Typ	TM Sproß [g]	TM Wurzel [g]	TM Knöll- chen [mg]	Anzahl Knöll- chen Pflanze	N- Ertrag Sproß [mg]	N- Ertrag Wurzel [mg]	
184	holl.	11,48	1,71	255	1041	434	59,8	
	gig.	8,74	1,78	298	1089	367	64,3	
	395	holl.	20,87	3,35	599	1562	849	132,6
		gig.	18,09	4,38	623	1327	755	162,3
GD 5%	Licht/WK	5,401	1,212	137,2	507,6	211,4	42,52	
\bar{x} Licht [$\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$]		184	10,11 ***	1,74 ***	277 ***	1065 *	401 ***	62,1 ***
		395	19,48	3,86	611	1444	802	147,5
\bar{x} Weißkleetyp		holl.	16,17 n.s.	2,53 n.s.	427 n.s.	1301 n.s.	642 n.s.	96,2 n.s.
		gig.	13,42	3,08	461	1208	561	113,3

Der bereits von Kessler (1987) beobachtete enge Zusammenhang zwischen der Produktion von ober- und unterirdischer Biomasse wurde ebenfalls nachgewiesen. Auch die von Kessler *et al.* (1988) beschriebene Reduktion der biologischen N-Fixierung unter Lichtmangel kann bei Kenntnis der N-Erträge in Versuchsreihe 2 bestätigt werden, da in dieser Versuchsreihe (keine N-Düngung) der N-Ertrag aus der biologischen N-Fixierung resultiert. Diese lichtbedingte Reduktion der N-Fixierung resultiert sowohl aus einer gesicherten Abnahme der Knöllchenmasse (von 1444 auf 1065 mg) als auch in noch stärkerem Ausmaß aus einer Verringerung der Knöllchenzahl (von 611 auf 277 je Pflanze).

Schlußfolgerungen

Morphologie und Ertragsbildung sowie die N-Fixierung von Weißklee sind stark lichtabhängig. Soll Weißklee in Gemengen mit anderen Pflanzenarten gefördert werden, so sind die Bewirtschaftungsverfahren auf diese Lichtenforderungen des Weißklee abzustimmen.

Literaturverzeichnis

EAGLES, C. F. und O. B. OTHMAN, 1986: Effect of temperature, irradiance and photoperiod on morphological characters of seedlings of contrasting white clover populations. *Ann. Appl. Biol.*, 108, 629-638.

EAGLES, C. F. und O. B. OTHMAN, 1988: Variation in growth and overwintered stolons of contrasting white clover populations in response to temperature, photoperiod and spring environment. *Ann. Appl. Biol.*, 112, 563-574.

FRAME, J. und P. NEWBOULD, 1986: Agronomy of white clover. *Advances in Agronomy*, 40, 1-88.

KESSLER, W., 1987: Einfluß des Lichtangebotes und der Temperatur auf die Ertragsbildung und die biologische Stickstoff-Fixierung von Weißklee (*Trifolium repens* L.). Diss. ETH Zürich.

KESSLER, W.; B. C. BOLLER und J. NÖSBERGER, 1988: Einfluß des Lichtangebotes auf das Wachstum und die biologische Stickstoff-Fixierung von Weißklee (*Trifolium repens* L.). *J. Agronomy and Crop Science*, 160, 250-259.

LEX, J., 1989: Einfluß verschiedener Ansaatverfahren auf die Entwicklung von Weißklee in Gemenge mit Gräsern. - In: Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau in der Ges. Pflanzenbauwissenschaft., Zürich, 24.-26. Aug. 1989, S. 95-103.

LEX, J. und U. SIMON, 1990: Effect of grass variety, white clover type, and management on the proportion of white clover and on dry matter yield in grass/white clover mixtures. - In: White Clover Development in Europe: Meeting of FAO Co-operative Research Sub Network on Lowland Pastures and Fodder Crops, Polcenigo (Italien), 9.-12. 10 1990. Ed.: FAO, Rom, 165-170.

Lex, J., 1992: Beitrag des Weißklee (*Trifolium repens* L.) im Gemenge mit Gräsern zur Ertragsbildung des Pflanzenbestands und zum Futterwert der Erntemasse. Diss. TU München.

MENZI, H., 1988: Einfluß von Witterung und Bestandesstruktur auf den Wachstumsverlauf von Weißklee (*Trifolium repens* L.) und die Ertragsbildung von Gras/Weißklee-Gemengen. Diss. ETH Zürich.