

Aus dem Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg
Bereich Jena der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR

Einfluß unterschiedlicher Wasserversorgung auf den Ertrag von Sommergetreide bei variiertem Temperaturregime in der Bestockungsphase unter Klimakammerbedingungen

Von Gerd Meisgeier, Hans Bergmann und Dieter Roth

Mit 1 Abbildung und 3 Tabellen

(Eingegangen am 12. September 1985)

1. Einleitung

Frühjahrstrockenperioden hemmen das Wachstum der Pflanzenbestände. Zur Ausschaltung wasserstrebender Wachstumseinschränkungen bietet sich die Zusatzbewässerung an.

Da Phasen physiologischer Trockenheit im Frühjahr häufig mit kühler Witterung – insbesondere mit niedrigen Nachttemperaturen – zusammentreffen, ist der Einfluß der Zusatzbewässerung von Jungpflanzenbeständen auf den Ertragsbildungsprozeß in Abhängigkeit von Temperaturbedingungen zu klären.

Dazu werden nachfolgend Ergebnisse zum Einfluß unterschiedlicher Wasserversorgung unter Klimakammerbedingungen mit zwei verschiedenen Temperaturregimen während der Bestockungsphase (Feekes 2 bis 5) auf den Ertrag und die Ertragsstruktur von Sommergerste und Sommerweizen mitgeteilt.

2. Material und Methoden

Die Untersuchungen erfolgten in Mitscherlichgefäßen an Sommergerste (Sorte Salome) und Sommerweizen (Sorte Hatri). Die Durchführung der Gefäßversuche entsprach konventionellen Vorschriften (vgl. Bergmann 1980).

- Die Anzucht wurde in einem Substratgemisch aus geglühtem Quarzsand und einem anlehmigen Sand (im Masseverhältnis 2 : 1, 6,5 kg lufttrockene Substratmasse) vorgenommen, dem folgende Nährstoffmengen zugemischt worden sind: 0,5 g P; 0,7 g K (1/3 davon als Kopfdüngung); 1,3 g N (1/2 davon als Kopfdüngung); 0,3 g Mg; 1 ml einer 10%igen FeCl₃-Lösung; 1 ml einer Mikronährstofflösung A-Z (a) nach Hoagland. In jedem Mitscherlichgefäß wurden 17 Pflanzen kultiviert. Die Anzucht der Pflanzen bis zum Ährenschieben erfolgte in 2 Klimakammern vom Typ KTLK 2000 und danach bis zur Ernte regengeschützt im Gewächshaus bzw. auf transportablen Gefäßwagen im Freien.
- Der Wassergehalt des Substrates wurde von 40 bis 60 % nWK (nutzbare Wasserkapazität) bei der Feuchtvariante (f) und von 20 bis 35 % nWK bei der Trockenvariante (t) eingestellt. Die Zeitspanne der unterschiedlichen Wasserversorgung erstreckte sich einmal auf den Entwicklungsabschnitt zwischen Feekes 3 und 8, zum anderen von Feekes 9 bis zur Reife (vgl. Tab. 1). Das verbrauchte Wasser (aktuelle Evapotranspiration) ist durch täglich wiederholte Wägung der Gefäße ermittelt und mit Aqua dest. im Anschluß an jede Wägung ersetzt worden.

- Das Temperaturregime wurde in der Bestockungsphase (Feekes 2 bis 5) wie folgt variiert:
 - a) Tagestemperatur 10 bis 18 °C, Nachttemperatur 6 bis 10 °C (= höheres Temperaturregime)
 - b) Tagestemperatur 10 bis 16 °C, Nachttemperatur - 3 bis + 6 °C (die Absenkung der Nachttemperatur bis auf - 3 °C erfolgte in diesem Zeitraum viermal für 12 Std.) (= kühles Temperaturregime).

Die übrigen Umweltbedingungen in den beiden Klimakammern wurden in allen Versuchen gleich gehalten: Tages- bzw. Lichtphase zwischen Feekes 1 und 5 = 12 Std. und zwischen Feekes 6 und 10 = 14 Std.; relative Luftfeuchte 70 %; Lichtintensität in Pflanzhöhe 30 kLux.

- Das Datenmaterial wurde biostatistisch aufgearbeitet. In den Ergebnistabellen werden signifikante Unterschiede bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 0,05$ ausgewiesen.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1. Wasser- und Temperatureinfluß auf den Sommergerstenertrag

Unter Klimakammerbedingungen verursachter zeitweiliger Wassermangel in der Bestockungsphase im Durchschnitt von 3 Versuchen eine Kornertragsverminderung von etwa 13 % gegenüber ständig ausreichend bewässerten Pflanzen (Tab. 1, vgl. V 1, V 2, V 3; Varianten 1 a/1 b mit Varianten 2 a/2 b). Die Vorteilswirkung einer guten Wasserversorgung etwa ab Bestockungsbeginn (Frühbewässerung) blieb jedoch aus, wenn die Gerstenpflanzen später (ab Feekes 9) Wassermangelbedingungen ausgesetzt waren (Tab. 1, Varianten 3 a/3 b). In vorliegenden Experimenten traten hierbei sogar zusätzliche Ertragsverminderungen gegenüber den ständig trockenen Varianten auf (vgl. Varianten 3 a/3 b mit 4 a/4 b) verbunden mit einer sehr niedrigeren Wasserausnutzung (WUE). Diese Befunde stimmen mit Ergebnissen von Bergmann u. a. (1982), Hübl (1970), Mühle (1976) und Stock (1976) überein.

Tabelle 1. Einfluß der Wasserversorgung auf Ertrag und Wasserausnutzung (WUE) von Sommergerste bei unterschiedlichen Temperaturen

Var. Nr.	Feuchte-regime ¹		Temperatur-regime ²	Kornertrag [g Korn-TM · G ⁻¹ u. rel.]			WUE [g Korn-TM · kg ⁻¹ H ₂ O] \bar{x} (alle Versuche)
				V 1	V 2	V 3 ³	
1 a	t	f	n	35,6 (100)	28,8 (100)	37,6 (100)	1,46
1 b	t	f	k	35,8 (100)	30,3 (100)	33,6 (100)	1,53
2 a	f	f	n	41,6 (117) ⁺	36,3 (126) ⁺	39,7 (106)	1,53
2 b	f	f	k	35,9 (101)	36,2 (120)	36,2 (108)	1,54
3 a	f	t	n	19,8 (66) ⁺	—	28,0 (75) ⁺	1,10
3 b	f	t	k	22,5 (63) ⁺	—	28,3 (84) ⁺	1,26
4 a	t	t	n	26,6 (75) ⁺	—	33,4 (89)	1,78
4 b	t	t	k	—	—	33,5 (100)	1,86

¹ In der Symbolfolge kennzeichnet das erste Zeichen die Feuchtebedingungen von Feekes-Stadium 3 bis 8 und das zweite Symbol die Folgezeit bis zur Reife. Bis zum Feekes-Stadium 3 erfolgte bei allen Varianten die Anzucht bei ausreichender Feuchte, f = 60 % nWK; t = 35 % nWK.

² n = normales Temperaturregime, k = kühles Temperaturregime (vgl. 2. Material und Methoden).

³ V 1 = Versuch 1; V 2 = Versuch 2; V 3 = Versuch 3.

⁺ = signifikanter Unterschied bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 0,05$.

Das Temperaturregime beeinflusste die ertragsverbessernde Wirkung einer Wasserversorgung über 40 % nWK ab Bestockungsbeginn (Frühbewässerung) nicht eindeutig. Im Versuch 1 (Tab. 1, V 1) führte die Frühbewässerung nur bei höheren Temperaturbedingungen zu einer signifikanten Kornertragserhöhung. In den Versuchen 2 und 3 hatte das Temperaturregime dagegen kaum Einfluß auf den Effekt der Frühbewässerung.

3.2. Wasser- und Temperatureinfluß auf die Ertragskomponenten

Eine gute Wasserversorgung bei höheren Temperaturen in der Bestockungsphase förderte die Ausbildung der Haupttriebe und senkte geringfügig die Nebentriebährenzahl im Vergleich zu den Varianten unter Wassermangelbedingungen (Tab. 2). Einen wesentlich stärkeren Einfluß auf dieses Ertragsstrukturelement übten niedrige Temperaturen aus. Hierdurch trat in Frühphasen der Entwicklung eine Reduzierung der Haupttriebe unabhängig vom Wasserangebot ein, bei einer gleichzeitigen starken Hemmung des Pflanzenwachstums (Abb. 1).

Tabelle 2. Wasser- und Temperatureinfluß auf die Ertragsstrukturelemente und Pflanzenhöhe bei Sommergerste am Beispiel des Versuches 1

Var. Nr.	Wasserregime ¹			Temperaturregime ²	Ährenzahl (Stück · G ⁻¹ u. rel.)			Kornzahl [Stück · G ⁻¹ u. rel.]
					Gesamt	HT ³	NT ⁴	
1 a	t	f	n		64,5 (100)	15 (100)	49,5 (100)	963 (100)
1 b	t	f	k		72,8 (113)	4,5 (30) ⁺	68,3 (138) ⁺	965 (100)
2 a	f	f	n		63,8 (99)	16,5 (110)	47,3 (96)	1106 (115) ⁺
2 b	f	f	k		62,8 (97)	6 (40) ⁺	56,8 (115)	926 (96)
3 a	f	t	n		57,2 (89)	11 (73) ⁺	46,2 (93)	—
3 b	f	t	k		67,5 (105)	7,3 (49) ⁺	60,2 (122) ⁺	—

¹ und ² siehe Tabelle 1.

³ HT = Haupttriebe.

⁴ NT = Nebentriebe.

⁺ signifikanter Unterschied bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 0,05$.

Var. Nr.	Wasserregime ¹			Temperaturregime ²	TKM ³ [g u. rel.]			Pflanzenhöhe ⁶ am Ende der Schoßperiode [cm u. rel.]
					Gesamt	HT ⁴	NT ⁵	
1 a	t	f	n		37,0 (100)	35,8 (100)	37,4 (100)	67,0 (100)
1 b	t	f	k		37,1 (100)	37,3 (104)	36,7 (98)	36,8 (100)
2 a	f	f	n		37,6 (102)	43,2 (121) ⁺	34,6 (93)	69,5 (104)
2 b	f	f	k		38,8 (105)	42,5 (119) ⁺	36,9 (99)	50,7 (138)
3 a	f	t	n		—	—	—	—
3 b	f	t	k		—	—	—	—

¹ und ² siehe Tabelle 1.

³ TKM = Tausendkornmasse = Gewicht pro 1000 Körner.

⁴ HT = Haupttriebe.

⁵ NT = Nebentriebe.

⁶ Entwicklungsstadien bei Normaltemperatur Feekes 9, bei Kaltkultur Feekes 7.

⁺ signifikanter Unterschied bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 0,05$.

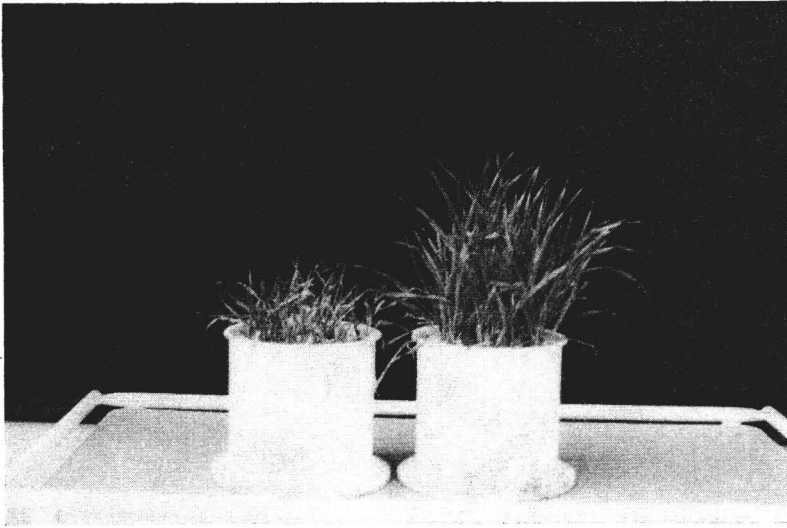


Abb. 1. Unter Wassermangelbedingungen (Variante t f) bei normalen (rechtes Gefäß) bzw. niedrigen (linkes Gefäß) Temperaturen kultivierte Sommergerstpflanzen (Meisgeier)

Die dadurch entstandene Entwicklungsverzögerung der kalt angezogenen Pflanzen gegenüber der Variante mit höheren Temperaturen war deutlich an der Pflanzenhöhe sichtbar und betrug am Ende der Schoßphase noch nahezu 50 % [(Tab. 2) vgl. Variante 1 b mit 2 b]. Die negative Wirkung einer Kaltanzucht auf die Haupttriebe führte aber zu einer verstärkten Nebentriebbildung, die auch eine Erhöhung der Ährenzahl je Gefäß bei unzureichender Wasserversorgung bewirkte (Tab. 2, Variante 1 b und 3 b). Die Kornzahl je Gefäß und die Tausendkornmasse blieben hier unbeeinflusst. Ein deutlicher Effekt hingegen war bei Wasserversorgung über 40 % nWK unabhängig vom Temperatureinfluß auf die Tausendkornmasse der Haupttriebe (Tab. 2, Varianten 2 a/ 2 b) und bei Anzucht unter höheren Temperaturen auf die Kornzahl je Gefäß zu verzeichnen. Diese positive Beeinflussung der Ertragskomponenten erklärt die Korn-ertragserhöhungen bei ausreichender Wasserversorgung (vgl. Tab. 1 – Varianten 2 a/ 2 b-V 1, V 2, V 3).

3.3. Wasser- und Temperatureinfluß auf den Sommerweizenertrag

Sommerweizen reagierte auf eine bedarfsgerechte Wasserversorgung von 40 bis 60 % nWK ab Bestockungsbeginn ebenfalls mit deutlichen Kornertragserhöhungen (über 30 %), wenn in den darauffolgenden Entwicklungsabschnitten eine weiterhin gleich gute Wasserversorgung gewährleistet war (Tab. 3). Dieser ertragsverbessernde Effekt wurde bei beiden Temperaturregimen festgestellt, wobei sich bei niedrigen Temperaturen während der Bestockung eine Abschwächung der nachteiligen Wirkung von Trockenheit in dieser Entwicklungsphase abzeichnete (vgl. Kap. 3.1. bei Sommergerste sowie Korovin u. a. 1980). Der Ertragsanstieg beruhte auf einer signifikanten Erhöhung der TKM und den Anstieg der Kornzahl je Anbauflächeneinheit.

Tabelle 3. Einfluß der Wasserversorgung auf Ertrag und Wasserausnutzung (WUE) von Sommerweizen bei unterschiedlichen Temperaturen in der Bestockungsphase

Var. Nr.	Feuchte- regime ¹	Temp.- regime ¹	Kornertrag [g Korn-TM · G ⁻¹]	WUE [g Korn-TM · kg ⁻¹ H ₂ O]	TKM [g]	Kornzahl [Stück · G ⁻¹]
1 a	t f	n	19,8 (100)	0,91	40,8	490
1 b	t f	k	22,1 (100)	1,06	41,8	520
2 a	f f	n	29,3 (148) ⁺	1,29 ⁺	46,8 ⁺	617 ⁺
2 b	f f	k	29,3 (133) ⁺	1,30 ⁺	49,0 ⁺	600 ⁺

¹ Symbolerläuterung siehe Tabelle 1.

⁺ = signifikanter Unterschied bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 0,05$.

4. Zusammenfassung

Eine durchgängige Wasserversorgung zwischen 40 und 60 % nWK während der Jugendentwicklung (Feekes 3 bis 8) führte gegenüber einer Wasserversorgung unter 35 % nWK bei Sommergerste und Sommerweizen zu Kornmehrträgen von 10 bis 50 %, sofern auch in den folgenden Entwicklungsabschnitten eine Wasserversorgung über 40 % nWK gewährleistet wurde. Niedrige Temperaturen während der Bestockungsphase (Feekes 2 bis 5) bis zu -3 °C während der Nacht, wie sie am natürlichen Standort in dieser Entwicklungsetappe häufig vorkommen, beeinflussten die günstige Wasserwirkung nicht eindeutig. Sie bewirkten aber unabhängig von der Wasserversorgung eine deutliche Reduzierung der Haupttriebe mit anschließender höherer Nebentriebebildung.

Schrifttum

- Bergmann, H.: Biologische Grundlagen zur Erhöhung der Wasserausnutzung bei ausgewählten Kulturpflanzen unter besonderer Berücksichtigung der Anwendung von Phytoeffektoren. Diss. B, Univ. Sekt. Biologie Jena 1980.
- Bergmann, H., D. Roth, H. Augsten und K. Schwarz: Der Einfluß eines zeitlich begrenzten Wasserdefizits auf die Wasserausnutzung von Kulturpflanzen, insbesondere Sommergerste. Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenk. Berlin **26** (1983) 217–225.
- Hübl, M.: Die Wasserversorgung von Sommergerste und Sommerroggen in Abhängigkeit von Wasserhaushalt des Bodens und der Pflanze und von klimatischen Faktoren. Diss. Berlin 1970.
- Korovin, A. I., N. I. Kalinin und N. G. Gribkova: Ovljaniy povyshennykh temperatur nako-lebanija urozhaev jarovoj psheniev. Vestnik sel'skochoz. Nauki, Moskva **7** (1980) 74–77.
- Mühle, H.: Über den Einfluß zeitlich und mengenmäßig variierter Wassergaben auf Ertrag und Ertragsstruktur von Winterweizen. Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenk. Berlin **20** (1976) 109–116.
- Stock, H.-G., H.-J. Wicke und C. Müller: Bodenfeuchteansprüche von Getreide in verschiedenen Entwicklungsstadien. Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenk. Berlin **20** (1976) 11, 791–803.

Dipl. agr. Gerd Meisgeier

Dr. sc. Hans Bergmann

Prof. Dr. sc. Dieter Roth

Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR
Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg
Bereich Jena

DDR - 6909 J e n a

Naumburger Straße 98 a