

Keimfähigkeit, Triebkraft und Feldaufgang bei Hirse

Benno Voit^{1*}, Stephanie Wutz², Sebastian Kunz³, Albrecht Roller⁴,
Ewald Stickse¹ und Berta Killermann¹

Einleitung

Der Energiepflanzenanbau hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Der Mais nimmt dabei eine dominierende Rolle ein. Zur Auflockerung dieser Energiepflanzen-Fruchtfolge ist Hirse eine interessante Alternative, weil sie ähnlich hohe Erträge pro ha liefert wie Mais. Hirse gehört zu den C4-Pflanzen und stellt damit hohe Ansprüche an Temperatur und Licht. Die Mindestkeimtemperatur liegt bei 12 °C und ist damit höher als bei Mais (10 °C). Der hohe Temperaturanspruch beeinflusst den Feldaufgang wesentlich. Es stellt sich daher die Frage, ob ein Prüfverfahren im Saatgutlabor entwickelt werden kann mit dem sich der Feldaufgang vorhersagen lässt.

In Deutschland ist Hirse nicht im Artenverzeichnis des Saatgutverkehrsgesetzes (SaatG) enthalten, d.h. für Hirsesaatgut gelten keine Mindestanforderungen für Keimfähigkeit, Reinheit, etc.. In der EU Richtlinie für Saatgut ist *Sorghum* enthalten, d.h. hier gibt es Mindestanforderungen (z.B. Keimfähigkeit: 80 %).

Material und Methoden

Keimfähigkeit

In einem Gemeinschaftsprojekt mit dem TFZ Straubing wurden im 1. Versuchsjahr 30 und im 2. Versuchsjahr 40 Hirseproben im Labor untersucht und parallel dazu im Feld angebaut. Die Keimprüfungen wurden nach den Internationalen Vorschriften zur Prüfung von Saatgut (ISTA Rules) durchgeführt, d.h. auf Filterpapier bei 25 °C und Wechsellicht. Im Anschluss daran konnten 3 Keimfähigkeitsgruppen gebildet werden:

- Gruppe I - Keimfähigkeit < 80 %
- Gruppe II - Keimfähigkeit ≥ 80 % und ≤ 90 %
- Gruppe III - Keimfähigkeit > 90 %

Triebkraft

Das Keimergebnis im standardisierten Laborversuch lässt keine Aussage über den zu erwartenden Feldaufgang zu, weil die Prüfung unter optimalen Temperaturbedingungen durchgeführt wird. Gerade bei Fruchtarten mit sehr hohem Temperaturanspruch ist eine weitere Prüfung im Labor unter Stressbedingungen, die den Feldaufgang beeinflussen

notwendig. Am besten dafür eignen sich Triebkraftprüfungen. Triebkraftprüfungen sind Keimprüfungen unter erschwerten Bedingungen, d.h. als Keimmedium wird Ackererde verwendet und die Keimtemperatur wird deutlich abgesenkt. Seit 30 Jahren wird die Triebkraftprüfung bei Mais erfolgreich durchgeführt und nachgefragt. Es ist daher naheliegend das Prüfungsverfahren bei Mais ebenfalls für Hirse anzuwenden. Das bedeutet, dass die Hirseproben eine Woche im Klimaschrank bei 10 °C (Stressphase) und im Anschluss in der Klimakammer bei 25 °C angezogen werden. In Vorversuchen hat sich eine weitere Prüfungsvariante bei 15 °C konstanter Temperatur herauskristallisiert.

Feldaufgang

Der Feldaufgang ist von einer Vielzahl von Faktoren abhängig, z. B. Saatgutqualität, Saatbettvorbereitung, Saatechnik, Witterung usw.. Der Versuch wurde in Straubing, Niederbayern auf einem Lößlehm mit 72 Bodenpunkten durchgeführt. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 8,3 °C bei 673 mm Niederschlag. Der Versuch wurde als Blockanlage in dreifacher Wiederholung durchgeführt. Die Saatstärke betrug 25 Körner pro m². Pro Parzelle wurden 6 Reihen mit einer Länge von 7,2 m bei einem Reihenabstand von 50 cm ausgesät. Wegen Randeffekten wurde nur der Kernbereich der Parzellen ausgezählt, d.h. die inneren 4 Reihen.

Ergebnisse und Diskussion

Keimfähigkeit

Die Ergebnisse zeigen, dass die Qualität des verwendeten Saatgutes sehr unterschiedlich war (*Tabellen 1-3*). Insbesondere im 1. Versuchsjahr war der Anteil von Saatgutpartien mit mäßiger Keimqualität höher. Die Einteilung in 3 Gruppen wurde deshalb vorgenommen um zu sehen, ob sich die unterschiedlichen Saatgutqualitäten in der Triebkraftprüfung und beim Feldaufgang ähnlich verhalten.

Triebkraft

Die Triebkraftwerte liegen im Vergleich zu den Keimfähigkeitswerten bei beiden Prüfungsverfahren niedriger, wobei mit zunehmender Keimfähigkeit die Unterschiede zu den Triebkraftwerten geringer werden. Allerdings kommen in

¹ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Vöttinger Straße 38, D-85354 FREISING

² Technische Universität München (TUM), FREISING-WEIHENSTEPHAN

³ Fachhochschule Weihenstephan (FH), FREISING und Agrocampus Ouest, Frankreich

⁴ Technologie- und Förderzentrum (TFZ), Schulgasse 18, D-94315 STRAUBING

* Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Benno VOIT, benno.voit@lfl.bayern.de

Tabelle 1: Ergebnisse der Keimfähigkeit und Triebkraft des 1. und 2. Versuchsjahres. Gruppe I - Keimfähigkeit < 80 %

Proben-Nr.	1. Versuchsjahr			2. Versuchsjahr		
	Keimfähigkeit (%) 25 °C	Triebkraft (%) 10/25 °C	Triebkraft (%) ~15 °C	Keimfähigkeit (%) 25 °C	Triebkraft (%) 10/25 °C	Triebkraft (%) ~15 °C
1	10	8	4	65	42	32
2	36	35	29	67	61	46
3	44	42	36	68	52	51
4	44	14	11	75	69	72
5	66	65	61			
6	66	48	37			
7	73	72	62			
8	73	73	74			
9	76	71	54			
10	76	71	71			
11	78	66	69			
Mittelwert	58	51	46	69	56	50

Tabelle 2: Ergebnisse der Keimfähigkeit und Triebkraft des 1. und 2. Versuchsjahres. Gruppe II - Keimfähigkeit ≥ 80 ≤ 90 %

Proben-Nr.	1. Versuchsjahr			2. Versuchsjahr		
	Keimfähigkeit (%) 25 °C	Triebkraft (%) 10/25 °C	Triebkraft (%) ~15 °C	Keimfähigkeit (%) 25 °C	Triebkraft (%) 10/25 °C	Triebkraft (%) ~15 °C
1	81	80	78	81	58	56
2	83	59	75	84	62	65
3	86	84	87	86	87	75
4	89	89	90	88	89	78
5	89	92	88	88	70	75
6	90	75	78	88	79	69
7	90	91	93	89	87	80
8	90	81	77	90	88	90
9				90	87	83
10				90	90	90
11				90	90	89
12				90	91	88
13				90	86	78
Mittelwert	87	81	83	88	82	78

Tabelle 3: Ergebnisse der Keimfähigkeit und Triebkraft des 1. und 2. Versuchsjahres. Gruppe III - Keimfähigkeit > 90 %

Proben-Nr.	1. Versuchsjahr			2. Versuchsjahr		
	Keimfähigkeit (%) 25 °C	Triebkraft (%) 10/25 °C	Triebkraft (%) ~15 °C	Keimfähigkeit (%) 25 °C	Triebkraft (%) 10/25 °C	Triebkraft (%) ~15 °C
1	91	89	88	91	93	90
2	91	91	94	91	85	78
3	92	93	95	92	87	90
4	92	79	77	92	92	90
5	92	87	78	93	69	70
6	94	93	96	93	91	74
7	96	96	96	94	94	93
8	96	96	85	94	91	77
9	97	96	95	94	91	77
10	98	91	89	94	95	94
11				94	96	88
12				95	90	83
13				96	96	94
14				96	89	73
15				96	84	86
16				96	91	91
17				97	97	98
18				97	81	93
19				97	97	89
20				97	95	97
21				97	86	74
22				97	86	91
23				99	98	98
Mittelwert	94	91	89	95	90	86

Tabelle 4: Ergebnisse der Triebkraft und des Feldaufganges des 1. und 2. Versuchsjahres. Gruppe I - Keimfähigkeit < 80 %

Proben-Nr.	1. Versuchsjahr			2. Versuchsjahr		
	Triebkraft (%)		Feldaufgang (%)	Triebkraft (%)		Feldaufgang (%)
	10/25 °C	~15 °C		10/25 °C	~15 °C	
1	8	4	6	42	32	71
2	35	29	31	61	46	60
3	42	36	40	52	51	65
4	14	11	35	69	72	78
5	65	61	57			
6	48	37	49			
7	72	62	50			
8	73	74	37			
9	71	54	57			
10	71	71	54			
11	66	69	68			
Mittelwert	51	46	44	56	50	69

Tabelle 5: Ergebnisse der Triebkraft und des Feldaufganges des 1. und 2. Versuchsjahres. Gruppe II - Keimfähigkeit ≥ 80 ≤ 90 %

Proben-Nr.	1. Versuchsjahr			2. Versuchsjahr		
	Triebkraft (%)		Feldaufgang (%)	Triebkraft (%)		Feldaufgang (%)
	10/25 °C	~15 °C		10/25 °C	~15 °C	
1	80	78	63	58	56	68
2	59	75	40	62	65	79
3	84	87	65	87	75	87
4	92	88	64	89	78	83
5	75	78	70	70	75	70
6	91	93	52	79	69	77
7	81	77	65	87	80	89
8				88	90	81
9				87	83	77
10				90	90	87
11				90	89	79
12				91	88	92
13				86	78	81
Mittelwert	80	82	60	82	78	81

Tabelle 6: Ergebnisse der Triebkraft und des Feldaufganges des 1. und 2. Versuchsjahres. Gruppe III - Keimfähigkeit > 90 %

Proben-Nr.	1. Versuchsjahr			2. Versuchsjahr		
	Triebkraft (%)		Feldaufgang (%)	Triebkraft (%)		Feldaufgang (%)
	10/25 °C	~15 °C		10/25 °C	~15 °C	
1	89	88	42	93	90	83
2	91	94	41	85	78	83
3	93	95	48	87	90	80
4	79	77	65	92	90	81
5	87	78	75	69	70	76
6	93	96	76	91	74	80
7	96	96	60	94	93	93
8	96	85	77	91	77	90
9	96	95	62	91	77	83
10	91	89	82	95	94	82
11				96	88	81
12				90	83	75
13				96	94	88
14				89	73	85
15				84	86	86
16				91	91	88
17				97	98	95
18				81	93	88
19				97	89	94
20				95	97	92
21				86	74	83
22				86	91	84
23				98	98	84
Mittelwert	91	89	63	90	86	85

allen drei Gruppen Proben vor, die in der Triebkraft um mehr als 15 % unter der Keimfähigkeit liegen. Die Triebkraftvariante 15 °C konstant ist das strengere Prüfverfahren wie die Ergebnisse zeigen.

Feldaufgang

Beim Feldaufgang ist ein deutlicher Jahreseffekt festzustellen (Tabellen 4-6). Im 1. Versuchsjahr lag der Feldaufgang bei allen 3 Gruppen unter den Triebkraftwerten. Überraschend dabei war vor allem, dass bei der besseren Saatgutqualität (Gruppe II und III) der Feldaufgang zwischen 20 und 30 % unter den Werten der Triebkraft lag. Bei der schwächeren Saatgutqualität (Gruppe I) hat der Feldaufgang die Triebkraftwerte nur knapp unterschritten.

Im 2. Versuchsjahr zeigte sich eine gute Übereinstimmung zwischen Triebkraft und Feldaufgang bei der besseren Saatgutqualität (Gruppe II und III). Bei der schwächeren Saatgutqualität (Gruppe I) übertraf der Feldaufgang die Triebkraftwerte erheblich. Warum der Feldaufgang zwischen den beiden Versuchsjahren so stark schwankte lässt sich mit der Bodentemperatur zur Saatzeit erklären (Tabelle 7).

Obwohl im 1. Versuchsjahr die Aussaat erst am 7. Juni erfolgte lag die Bodentemperatur nur bei 14 °C und damit nur knapp über der Mindestkeimtemperatur von 12 °C. Erst am 5. Tag nach der Saat erreichte die Bodentemperatur 20 °C. Im 2. Versuchsjahr lag die Bodentemperatur bereits zur Aussaat bei 20 °C, was zu einem deutlich höheren Feldaufgang führte.

Die Korrelation zwischen Feldaufgang und Triebkraft liegt im mittleren Bereich ($R^2 = 0,55-0,72$), wobei zwischen den beiden Triebkraftvarianten keine signifikanten Unterschiede bestehen.

Zusammenfassung und Ausblick

Die Witterung zur und nach der Saat beeinflusst den Feldaufgang erheblich. Liegt die Bodentemperatur zur Aussaat und danach nur geringfügig über der Mindestkeimtemperatur ist der Feldaufgang z.T. deutlich unter den festgestellten Werten der Triebkraft. Im Gegensatz zu Mais kann sich

Tabelle 7: Bodentemperaturen zur Saat und zum Feldaufgang im 1. und 2. Versuchsjahr

1. Versuchsjahr		2. Versuchsjahr	
Datum	Temperatur (°C)	Datum	Temperatur (°C)
07.06.	14,0	27.05.	19,5
08.06.	15,1	28.05.	20,5
09.06.	16,2	29.05.	21,5
10.06.	16,7	30.05.	22,8
12.06.	17,5	31.05.	23,0
13.06.	20,0	01.06.	23,5
14.06.	21,4	02.06.	23,9
15.06.	22,3	03.06.	24,7
16.06.	23,3	04.06.	21,5
17.06.	24,2	05.06.	20,0
18.06.	22,3	06.06.	19,6
19.06.	22,3	07.06.	19,5
21.06.	24,3	08.06.	19,9
22.06.	24,5	09.06.	19,3
Summe	284,1	Summe	299,2

die Hirse bestocken und verfügt damit über ein Regulativ dünne Bestände wie z.B. im 1. Versuchsjahr bis zu einem bestimmten Grad auszugleichen. Zwischen den beiden getesteten Triebkraftvarianten (10/25 °C und 15 °C konstant) besteht ein geringer Unterschied. Vielleicht gelingt es mit Hilfe der Züchtung kältetolerantere Sorten zu schaffen und damit den Feldaufgang zu stabilisieren. Die Aufnahme der Hirse in das Artenverzeichnis des Saatgutverkehrsgesetzes ist anzustreben, damit zukünftig am Saatgutmarkt eine Mindestqualität für Hirsesaatgut angeboten werden muss.

Literatur

- FUCHS, H., 1997: Der Erd-Kalttest als Triebkraftprüfung; Möglichkeiten und Grenzen seines Einsatzes in der praktischen Saatgutprüfung. VDLUFA Schriftenreihe 46, 87-90.
- ISTA (International Seed Testing Association), 2008: International Rules for Seed Testing (Internationale Vorschriften für die Prüfung von Saatgut). Zürich, Schweiz.
- YU, J., M.R. TUINSTR, M.M. CLAASSEN, W.B. GORDON and M.D. WITT, 2002: Analysis of cold tolerance in sorghum under controlled environment conditions. Field Crops Research 86, 21-30.