

غربال کردن ژنوتیپ برای تحمل دمای پائین استفاده از فلورسانس کلروفیل

Screening of rice genotypes for tolerance to low temperature- using chlorophyll fluorescence

ایمان حسینی، فواد مرادی و سید یونس

چکیدہ

حسیبی، پ، ف. مرادی و م. نبی پور. ۱۳۹۳. غربالگری ژنوتیپ‌های برنج برای تحمل به تنش دمای پائین با استفاده از فلنورسانس کلروفیل. *مجله علوم زراعی ایران*. ۱۱ (۲): ۳۳-۳۵.

[illegible]

واژه های کلیدی: دمای بائین، نورسانس کلروفیل، عدد کلروفیل، متغیرال کردن.

چکیده

واکنش گیاهان زراعی در دماهای مختلف شرایط آب و هوایی که از آن منشأ گرفته‌اند، دارد. گیاهان در دماهای پایین بسیار حساس و رشد و نمو آن در دماهای کمتر از ۱۰°C دچار مشکل می‌شود (Allen and Ort, 2001). حساس به سرما، افزایش سریع دما، بازدارنده فتوسنتزی است (Ort, 2002) در شدت‌های نور کم، نور کم می‌تواند به خسارت نوری و اختلال در فعالیت فتوسیستم دو (PSII) د. اولین اثر دما، بازدارنده سوخت و ساز کربن است (Allen and Ort, 2001; Leegood and Edwards, 1996) (Ort, 2002) تولید محصولات انتقال الکترون در چرخه نوری (ATP و NADPH) و عملکرد کوآنزیمی فتوسیستم دو در شرایط نوری کم (Φ_{PSII}) می‌شود (Bruggemann and Linger, Anderews et al., 1995) (Francheboud and Leipner, 2003). این کاهش تولید محصولات فتوسنتزی و ATP، کاهش عملکرد کوآنزیمی فتوسیستم دو در گیاه شده و با افزایش میزان تلفات انرژی، عنوان می‌شود که بازدارنده در فتوسیستم دو (Francheboud and Leipner, 2003).

یکی از محدودیت‌های برنامه‌های اصلاح گیاهان زراعی، فقدان تکنیک غربال کردن دقیق برای انتخاب ژنوتیپ‌های برخوردار از رشد و سوخت ساز بهتر در شرایط تنش است (Baker and Rosenquis, 2004). روش‌های مختلف، نیاز به امکانات پیشرفته و گران قیمت آگروشیمیایی دارد که در آن تلفیقی از روش‌های بیولوژیک و بیوشیمیایی مورد استفاده واقع می‌شود. این روش، غربال کردن (Berg et al., 1999) مشهور است (Evans, 1999). روش‌های معمول انتخاب ژنوتیپ‌های بر پایه مشاهده گیاهان طی یک دوره چند هفته‌ای

استوار بوده و کارایی چندانی برای انتخاب تعداد زیادی تک بوته را ندارد. حال آنکه اندازه‌گیری رسانس کلروفیل روش کاملاً غیرمستقیم بوده و از دقت و سرعت بالایی نیز برخوردار است (Oxborough, 2004; Barbagallo et al., 2003).

میزان رسانس کلروفیل در ژنوتیپ‌های متحمل و حساس را می‌توان از کاهش عملکرد کوآنزیمی (Bruggemann and Linger, 1994). از این روش نسبت Fv/Fm برای غربال و ارزیابی نتایج حاصل از تلاقی واریته‌های برنج متحمل به سرما (Sthapit et al., 1995). برای بسیاری از گیاهان زراعی، رسانس کلروفیل می‌تواند موجب سوختگی برگ و از بین رفتن کلروفیل آن می‌شود. مثلاً در ذرت زمانی که گیاهان در ۱۰°C رشد داده شدند، رسانس کلروفیل و ظرفیت فتوسنتزی برگ محدود گردید (Baker and Nie, 1994) علت آن، تولید تعدادی از پروتئین‌های تیلاکوئید رمز شده توسط کلروپلاست، در مقایسه با پروتئین‌های کلروپلاست رمز شده (Nie and Baker, 1991). اشفته‌گی در کلروپلاست باعث کاهش بسیار زیادی در مقادیر Fv/Fm و عملکرد کوآنزیمی فتوسیستم دو می‌شود (Fryer et al., 1995). در نتیجه، این روش‌های رسانس کلروفیل، مانند روش‌های غربال ژنوتیپ‌های متحمل به سرما در طی نمو برگ به کار روند. در ذرت سازش یافته دماهای پایین، افزایش جریان الکترون به الکترون (NADP⁺) باعث افزایش عملکرد کوآنزیمی فتوسیستم دو در برگ این گیاهان گردید (Fryer et al., 1998).

میزان تفاوت Fv و F₀ بوده و نسبت Fv/F₀ (Fv/Fm) کاربرد زیادی در درک وضعیت واکنش‌های نوری فتوسنتز دارد و می‌تواند به عنوان یک

17

[DOR: 20.1001.1.15625540.1386.9.1.2.8]

II

(گازهای غیر فتوشیمیائی کلروفلورکربنهای برانگیخته) (CFCs)
دستگاه فلور ۱۰۰ متر مدل PAM 2000 (والز - المان)

18

19

جدول ۲- های متداول فلئورسانس و معادلات مربوطه شامل عملکرد کوانتومی فتوسیستم دو، Φ_{PSII} ، حداکثر عملکرد کوانتومی فتوسیستم دو و خاموشی qP ، $Fv:Fm$ و qN

Table 2. Frequently used chlorophyll fluorescence parameters and their equations including Φ_{PSII} , qP , $Fv:Fm$ and qN

معادله	نماد	پارامتر
Equation	Symbol	Parameter
Photochemical quenching parameters	مؤلفه های خاموشی فتوشیمیایی	
Quantum yield of PSII	Φ_{PSII}	عملکرد کوانتومی فتوسیستم دو
Photochemical quenching	qP	خاموشی فتوشیمیایی
Maximum quantum yield of PSII	$Fv:Fm$	حداکثر عملکرد کوانتومی فتوسیستم دو
Non-photochemical quenching	qN	مؤلفه خاموشی غیر فتوشیمیایی

جدول ۳. خلاصه تجزیه واریانس برای های فلئورسانس کلروفیل به همراه عدد کلروفیل متر و قدرت رویش ارقام Φ_{PSII} ، qP ، $Fv:Fm$ و qN در تیمارهای دمای پایین و شاهد

Table 3. Summary of analysis variance for chlorophyll fluorescence as well as SPAD value and vigor in rice genotypes under low temperature treatments

		Mean squares							قدرت رویش
		درجه آزادی	مربعین						
SOV	منابع تغییرات	df	Fv:Fm	Φ _{PSII}	ETR	qN	qP	SPAD	Vigor
Temperature (T)	دما	1	5.191**	2.76**	23207.7**	0.047 ^{ns}	3.428**	2375.8**	987.7**
Error a	خطای a	6	0.054	0.008	90.2	0.040	0.034	86.9	2.01
Genotype (G)	ژنوتیپ	76	0.084**	0.009**	91.1**	0.030**	0.039**	103.2**	7.36**
T * G	دما: ژنوتیپ	76	0.089**	0.009**	87.2**	0.027**	0.019**	74.9 ^{ns}	4.75**
Error b	خطای b	465	0.011	0.003	27.5	0.022	0.011	59.4	1.34

** : Significant at 1% Probability level.

** : معنی دار در سطح احتمال یک درصد.

ns: Non- significant

ns: غیر معنی دار

(Fransis and Piekielek, 2000). ساز و کار دیگری که برای محافظت از تنش ثانویه در گیاه وجود دارد همان تنفس نوری است زیرا تنفس نوری در شرایط تنش سرما Φ_{PSII} می تواند مقداری از الکترون های تولید شده در دو مورد مصرف نموده و دستگاه فتوسنتزی را در مقابل آسیب نوری ناشی از تنش سرما محافظت نماید (Francheboud and Leipner, 2003). بهر حال روشن شدن وجود تنفس نوری و بررسی میزان کارایی این سازوکار در ژنوتیپ های مورد بررسی، نیاز به تحقیق بیشتری دارد. استریر (Stryer, 1988) در یک مقاله مروری، بروگمان و لنگر (Bruggermann and Lnger, 1994) در آزمایشی بر روی گوجه فرنگی، اندروز و همکاران (Andrews et al., 1995) در مطالعه بر روی گیاه ذرت،

بیشترین همبستگی مثبت از میان صفات اندازه گیری شده بین Φ_{PSII} و ETR دیده شد که نشان دهنده نوعی ساز و کار تحمل به تنش اکسیداتیو (کاهش Φ_{PSII}) از تنش سرما (تنش اولیه) در ژنوتیپ های مورد بررسی است. باید توجه داشت که Φ_{PSII} تخمینی از کارایی جذب نور توسط آنتن فتوسیستم دو بوده و تغییرات احیاء کینون A را نشان می دهد. بنابراین در یک شدت نور معین، Φ_{PSII} سنجشی از کارایی کوانتومی انتقال خطی الکترون از طریق فتوسیستم دو، در حالیکه ETR نشان دهنده سرعت انتقال الکترون از فتوسیستم دو بوده و ارتباط زیادی با سرعت فتوسنتز داشته و شاخصی از توانایی گیاه در محافظت Φ_{PSII} دو در برابر خسارت های اکسیداتیو محسوب می گردد

جدول ۴- مقادیر میانگین صفات فلئورسانس کلروفیل، عدد کلروفیل متر و قدرت رویش ارقام برنج در تیمار دمای پایین و شاهد

Table 4. Means of chlorophyll fluorescence attributes, SPAD value and vigore in rice genotypes under control (N) and low temperature (S) conditions

شماره ژنوتیپ Genotype No.	Fm:Fv		Φ_{PSII}		ETR		qN		qP		SPAD		رویش قدرت Vigor	
	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S
1	0.78	0.21	0.37	0.25	37.2	25.5	0.59	0.49	0.80	0.61	30.0	25.6	3.50	4.00
2	0.81	0.23	0.39	0.24	38.5	24.2	0.56	0.53	0.84	0.68	36.3	25.8	1.00	4.00
3	0.80	0.22	0.37	0.30	36.7	29.4	0.56	0.49	0.77	0.74	35.6	26.7	2.25	4.00
4	0.79	0.19	0.35	0.23	34.0	23.3	0.53	0.47	0.71	0.60	29.2	22.1	3.75	6.00
5	0.80	0.28	0.44	0.20	43.1	19.9	0.50	0.44	0.82	0.60	33.7	25.9	2.50	4.00
6	0.79	0.20	0.47	0.21	46.7	20.7	0.52	0.45	0.79	0.56	32.3	25.5	3.50	4.00
7	0.79	0.32	0.46	0.23	46.0	23.5	0.42	0.41	0.81	0.57	31.8	22.4	3.25	4.00
8	0.80	0.30	0.45	0.25	43.8	25.4	0.50	0.65	0.79	0.64	33.9	23.2	3.00	4.00
9	0.79	0.23	0.39	0.23	38.3	24.1	0.50	0.74	0.77	0.83	29.2	20.8	2.75	6.50
10	0.80	0.30	0.47	0.23	45.9	24.6	0.50	0.74	0.83	0.78	33.1	22.7	2.00	4.00
11	0.80	0.41	0.46	0.28	44.9	19.6	0.55	0.73	0.85	0.39	35.0	21.4	2.25	7.50
12	0.80	0.31	0.47	0.18	46.3	19.2	0.55	0.78	0.84	0.51	36.8	22.2	2.00	4.00
13	0.78	0.50	0.46	0.27	44.8	22.7	0.47	0.57	0.77	0.57	29.1	24.0	5.00	4.00
14	0.80	0.21	0.44	0.20	43.2	20.0	0.55	0.49	0.82	0.53	33.9	25.1	3.50	4.00
15	0.79	0.30	0.41	0.23	39.1	22.3	0.51	0.53	0.76	0.72	29.7	27.0	3.50	4.25
16	0.78	0.19	0.39	0.25	38.3	26.7	0.50	0.74	0.74	0.83	25.9	24.8	2.25	3.00
17	0.78	0.23	0.38	0.19	36.3	19.9	0.51	0.81	0.66	0.45	24.0	28.0	4.00	6.00
18	0.79	0.34	0.45	0.24	42.7	25.4	0.46	0.77	0.80	0.63	29.9	28.3	3.50	6.00
19	0.78	0.51	0.47	0.24	45.4	24.9	0.47	0.73	0.77	0.50	26.1	25.7	3.00	6.75
20	0.79	0.51	0.50	0.23	47.8	24.5	0.50	0.76	0.82	0.70	29.9	28.2	3.50	6.00
21	0.79	0.49	0.48	0.28	45.7	29.6	0.49	0.77	0.84	0.74	31.4	29.1	4.00	5.75
22	0.79	0.47	0.45	0.17	43.7	17.1	0.47	0.55	0.81	0.44	26.9	18.1	1.25	4.00
23	0.79	0.51	0.44	0.23	42.5	22.9	0.46	0.39	0.77	0.56	28.8	23.6	2.50	3.00
24	0.79	0.54	0.40	0.14	38.1	14.1	0.42	0.43	0.71	0.37	27.9	17.8	3.00	8.00
25	0.80	0.52	0.38	0.24	37.9	24.1	0.55	0.50	0.79	0.65	32.2	27.5	2.00	5.75
26	0.80	0.51	0.35	0.33	34.9	34.1	0.47	0.53	0.70	0.71	30.7	28.0	3.00	3.75
27	0.79	0.52	0.40	0.29	39.7	30.0	0.52	0.52	0.77	0.65	28.0	30.2	2.25	3.00
28	0.78	0.53	0.34	0.24	33.9	24.0	0.45	0.51	0.72	0.66	23.5	27.7	6.00	6.50
29	0.79	0.55	0.37	0.29	35.5	28.9	0.48	0.56	0.76	0.69	30.9	30.7	3.50	3.75
30	0.79	0.50	0.42	0.29	41.1	28.9	0.56	0.49	0.86	0.62	30.3	30.5	3.00	3.00
31	0.79	0.54	0.40	0.27	39.3	27.3	0.56	0.50	0.81	0.63	31.4	33.0	2.00	3.00
32	0.79	0.67	0.36	0.32	34.7	31.9	0.55	0.55	0.80	0.72	29.9	28.7	3.00	5.00
33	0.79	0.80	0.44	0.36	42.4	37.3	0.54	0.51	0.87	0.73	31.4	29.4	2.25	4.00
34	0.79	0.80	0.38	0.33	36.6	33.6	0.60	0.51	0.85	0.69	29.5	26.7	1.50	4.00
35	0.79	0.76	0.41	0.32	40.2	32.5	0.56	0.59	0.80	0.72	31.2	28.0	1.50	4.50
36	0.79	0.80	0.40	0.33	38.2	33.5	0.54	0.59	0.84	0.71	30.5	26.6	3.00	4.00
37	0.79	0.75	0.36	0.37	32.4	30.4	0.54	0.54	0.78	0.68	28.9	26.3	3.25	6.25
38	0.79	0.79	0.41	0.32	39.8	32.2	0.55	0.57	0.83	0.73	32.0	28.1	2.50	5.50
39	0.79	0.78	0.37	0.36	36.6	35.8	0.55	0.56	0.81	0.78	30.8	27.1	2.00	5.50
40	0.79	0.78	0.36	0.28	34.7	28.1	0.48	0.58	0.75	0.73	29.3	27.4	2.00	6.00
41	0.79	0.78	0.39	0.24	37.4	24.1	0.56	0.53	0.80	0.56	27.9	23.5	2.25	5.75
LSD 5%	0.103		0.098		10.76		0.103		0.149		7.575		1.137	
S _x	0.037		0.035		3.873		0.037		0.054		2.726		0.409	

Table 4. Continued

ادامه جدول

شماره ژنوتیپ Genotype No.	Fm:Fv		Φ_{PSII}		ETR		qN		qP		SPAD		رویش قدرت Vigor	
	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S
42	0.79	0.79	0.40	0.31	38.5	31.1	0.54	0.55	0.80	0.66	32.6	27.0	1.75	6.00
43	0.79	0.77	0.39	0.26	36.8	25.8	0.56	0.48	0.82	0.55	29.5	24.6	2.50	6.00
44	0.79	0.80	0.44	0.33	42.3	32.6	0.48	0.52	0.78	0.73	31.9	28.9	1.75	4.50
45	0.79	0.79	0.39	0.23	37.4	22.4	0.47	0.59	0.77	0.66	29.0	23.4	1.00	3.00
46	0.78	0.76	0.38	0.25	36.6	25.0	0.50	0.51	0.75	0.65	25.5	23.4	2.50	3.50
47	0.77	0.77	0.32	0.21	30.7	20.9	0.49	0.53	0.66	0.60	19.8	23.2	3.50	3.75
48	0.79	0.76	0.38	0.23	36.2	22.7	0.49	0.36	0.74	0.47	27.8	19.1	1.00	4.50
49	0.79	0.73	0.34	0.17	32.3	17.1	0.55	0.40	0.66	0.43	24.4	18.1	3.50	5.75
50	0.78	0.70	0.36	0.19	34.6	19.7	0.47	0.39	0.67	0.50	27.6	24.5	4.50	6.75
51	0.79	0.76	0.44	0.28	43.6	28.5	0.52	0.39	0.79	0.56	33.3	23.4	1.00	3.50
52	0.78	0.78	0.31	0.20	30.2	20.3	0.49	0.50	0.68	0.48	28.0	26.3	2.25	3.00
53	0.79	0.75	0.43	0.32	41.2	31.6	0.50	0.50	0.82	0.81	31.1	26.9	2.00	3.50
54	0.78	0.76	0.37	0.30	35.7	29.7	0.47	0.35	0.69	0.57	28.6	26.5	1.50	3.25
55	0.78	0.77	0.32	0.28	30.7	26.5	0.46	0.49	0.64	0.58	28.5	25.8	1.00	4.25
56	0.79	0.79	0.35	0.30	33.9	29.9	0.51	0.47	0.73	0.69	31.3	28.5	3.00	3.25
57	0.78	0.77	0.33	0.28	32.1	27.8	0.38	0.38	0.59	0.57	25.1	25.9	3.00	4.25
58	0.79	0.76	0.41	0.31	39.8	30.7	0.51	0.44	0.76	0.64	30.9	28.0	1.50	4.00
59	0.78	0.49	0.36	0.19	34.3	21.7	0.40	0.56	0.64	0.52	22.3	21.5	4.50	9.00
60	0.79	0.72	0.32	0.19	30.7	19.0	0.53	0.55	0.73	0.47	30.6	20.5	1.25	6.00
61	0.78	0.71	0.41	0.21	39.7	20.9	0.47	0.47	0.76	0.56	30.7	19.2	1.75	8.00
62	0.78	0.75	0.36	0.19	34.9	19.3	0.53	0.53	0.74	0.55	29.5	22.4	1.50	5.50
63	0.79	0.78	0.32	0.23	30.8	23.0	0.51	0.55	0.71	0.57	27.5	21.5	2.00	7.00
64	0.79	0.76	0.35	0.24	33.9	23.6	0.56	0.41	0.79	0.52	26.7	21.0	2.50	6.50
65	0.78	0.75	0.33	0.23	31.1	22.5	0.54	0.44	0.73	0.53	23.2	21.4	1.50	7.25
66	0.78	0.75	0.39	0.22	37.6	21.6	0.49	0.53	0.74	0.63	29.2	25.5	1.75	5.50
67	0.78	0.75	0.39	0.24	37.5	23.4	0.52	0.53	0.71	0.59	23.5	21.3	2.00	6.50
68	0.78	0.76	0.43	0.26	41.1	26.3	0.47	0.46	0.75	0.58	29.4	24.9	1.00	4.00
69	0.78	0.77	0.37	0.26	35.2	25.8	0.53	0.54	0.74	0.61	28.9	25.0	2.00	5.50
70	0.77	0.77	0.31	0.24	29.8	24.6	0.53	0.55	0.69	0.59	26.2	27.3	2.75	6.25
71	0.76	0.75	0.34	0.28	32.8	28.4	0.45	0.48	0.65	0.66	27.3	26.3	4.00	5.75
72	0.78	0.73	0.33	0.21	31.7	21.0	0.46	0.34	0.60	0.42	26.3	18.1	1.25	6.50
73	0.78	0.75	0.38	0.30	36.1	30.4	0.65	0.49	0.90	0.73	26.7	25.6	2.00	6.00
74	0.79	0.77	0.34	0.25	32.5	25.2	0.61	0.45	0.82	0.57	30.0	21.4	2.75	6.00
75	0.78	0.77	0.39	0.28	37.7	28.2	0.46	0.36	0.71	0.55	28.3	22.3	1.00	4.75
76	0.79	0.74	0.34	0.26	32.5	23.5	0.52	0.50	0.73	0.57	30.3	22.1	3.25	7.00
77	0.78	0.76	0.39	0.30	36.6	30.6	0.49	0.45	0.75	0.61	29.4	22.3	2.25	5.00
LSD 5%	0.103		0.098		10.76		0.103		0.149		7.575		1.137	
S _x ⁻	0.037		0.035		3.873		0.037		0.053		2.726		0.409	

جدول ۵- میانگین وزن خشک بوته (گرم بر بوته) ژنوتیپ‌های برنج در تیمار دمای پایین و شاهد در سطح احتمال ۵٪

Table 5. Means of shoot dry weight (g plant⁻¹) in rice genotypes under control and low temperature condition using LSD 5%

ژنوتیپ شماره		وزن خشک بوته (گرم در بوته)		ژنوتیپ شماره		وزن خشک بوته (گرم در بوته)		ژنوتیپ شماره		وزن خشک بوته (گرم در بوته)	
Genotype		Shoot d.wt		Genotype		Shoot d.wt		Genotype		Shoot d.wt	
No.		g plant ⁻¹		No.		g plant ⁻¹		No.		g plant ⁻¹	
		□□□□	□ □			□□□□	□ □			□□□□	□ □
		N	S			N	S			N	S
1		0.92	0.54	27		0.85	0.42	53		1.05	0.82
2		0.89	0.82	28		0.36	0.19	54		0.68	0.45
3		1.11	0.56	29		0.76	0.36	55		0.52	0.49
4		0.46	0.29	30		1.03	0.44	56		0.84	0.44
5		0.92	0.64	31		0.99	0.58	57		0.59	0.36
6		1.36	0.44	32		0.67	0.29	58		0.78	0.53
7		0.78	0.35	33		1.34	1.02	59		0.89	0.24
8		0.83	0.29	34		1.23	0.97	60		0.79	0.74
9		0.64	0.34	35		0.59	0.40	61		0.67	0.59
10		0.63	0.55	36		1.36	1.04	62		0.47	0.41
11		0.58	0.58	37		0.33	0.26	63		0.67	0.45
12		0.75	0.68	38		0.52	0.42	64		0.60	0.34
13		0.70	0.23	39		0.42	0.32	65		0.49	0.39
14		0.86	0.36	40		0.41	0.39	66		0.57	0.56
15		0.66	0.38	41		0.40	0.40	67		0.57	0.50
16		1.02	0.43	42		0.50	0.50	68		0.70	0.54
17		0.64	0.23	43		0.38	0.36	69		0.55	0.52
18		0.60	0.33	44		1.35	1.14	70		0.50	0.40
19		0.41	0.32	45		1.29	0.87	71		0.45	0.24
20		0.49	0.31	46		0.76	0.47	72		0.62	0.57
21		0.72	0.27	47		0.58	0.26	73		0.62	0.38
22		0.98	0.86	48		0.50	0.47	74		0.65	0.46
23		0.78	0.36	49		1.13	0.45	75		0.73	0.39
24		0.59	0.35	50		0.75	0.58	76		0.34	0.32
25		0.58	0.48	51		1.14	0.80	77		0.51	0.42
26		0.92	0.29	52		0.80	0.43				
LSD5%		0.278									
S _x ²		0.100									

در این مطالعه، برای بررسی اثر دما بر وزن خشک بوته، از ۷۷ ژنوتیپ برنج (۳۳ ژنوتیپ محلی و ۴۴ ژنوتیپ اصلاحی) استفاده شد. در این مطالعه، وزن خشک بوته در دمای ۲۵°C و ۱۵°C در روزهای ۲۰ تا ۳۰ پس از کاشت اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که در دمای ۱۵°C، وزن خشک بوته در اکثر ژنوتیپ‌ها به طور قابل توجهی کاهش یافته است. این کاهش وزن خشک بوته می‌تواند به دلیل کاهش فعالیت‌های متابولیک و کاهش توانایی بوته در جذب و استفاده از مواد مغذی در دمای پایین باشد. همچنین، نتایج نشان داد که در دمای ۱۵°C، وزن خشک بوته در اکثر ژنوتیپ‌ها به طور قابل توجهی کاهش یافته است. این کاهش وزن خشک بوته می‌تواند به دلیل کاهش فعالیت‌های متابولیک و کاهش توانایی بوته در جذب و استفاده از مواد مغذی در دمای پایین باشد.

گری و همکاران (Gray et al., 1997) در یک مقاله مروری، نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند. کارآیی دستگاه فتوسنتزی در انتقال الکترون و تولید فرآورده‌های چرخه روشنایی فتوسنتز (ATP و NADPH) همبستگی بالایی با میزان تحمل تنش سرما در ژنوتیپ‌های مختلف دارد (Francheboud and Leipner, 2003).

ولی، سطوح فاکتور فرعی و اثرات متقابل آن دارای اختلاف معنی داری با یکدیگر بودند (جدول ۲). مقدار این در شرایط تنش دیده شد. در این آزمایش، بیشترین میزان O_2 در الکترون مربوط به لا O_2 با منشاء کره به میزان O_2/O_2 در شرایط O_2/O_2 بود. و جالب توجه اینکه کمترین مقدار آن نیز در شرایط تنش و در O_2/O_2 (ژنوتیپ شماره ۱) از ایران به مقدار O_2/O_2 دیده شد (جدول ۲).

در دیگری که در تحقیق مورد بررسی قرار گرفت qP "فتوشیمیایی الکترون" بود که نشان دهنده کارکرد دستگاه فتوسنتزی است و ارتباط NADPH و ATP به عنوان گیرنده های اصلی الکترون های برانگیخته در چرخه روشنایی دستگاه فتوسنتزی دارد. دست آمده نشان داد این در qP به طور معنی داری بیش از شرایط دمایی پایین بود (جدول ۲)، طوریکه در تیمار شاهد O_2/O_2 و O_2/O_2 مقدار این مربوط به دو رقم ایرانی O_2/O_2 و فجر O_2/O_2 O_2/O_2 و O_2/O_2 دیده شد. در شرایط O_2/O_2 O_2/O_2 از هند (O_2/O_2) بالاترین و O_2/O_2 با منشاء IRRI در شرایط تنش، O_2/O_2 میزان O_2/O_2 فتوشیمیایی الکترون را داشتند (جدول ۲). این موضوع نشان می دهد که تولید O_2/O_2 های انرژی (ATP و NADPH) کاهش یافته و O_2/O_2 طور همزمان اتلاف حرارتی (qN) انرژی افزایش یافته است. و همکاران (Sheiber et al., 1995) اظهار داشتند که خاموشی غیر O_2/O_2 شیمیایی کلروفیل برانگیخته، نشان دهنده اتلاف غیرتشنه انرژی جذب شده توسط فتوسیستم بوده و برطرف کننده برانگیختگی الکترون می باشد. این برانگیختگی بیشتر از طریق دفع گرمایی و توزیع مجدد انرژی الکترون برانگیخته از فتوسیستم دو O_2/O_2 صورت می گیرد.

درجه O_2/O_2 گراد در مرحله رویشی برنج، سبب کاهش فتوسنتز و بازداری متابولیسم کربن، ارتفاع گیاه، رشد ریشه و وزن ماده خشک می گردد. با استفاده از روش غربال توسط فلئورسانس کلروفیل، O_2/O_2 ای قبلا توسط بیکر و ن (Baker and Nie) در بررسی روش های مختلف انتخاب برنج برای تحمل سرما در نپال، O_2/O_2 ای گوجه فرنگی تحت نور کم و سرما (Bruggemann and Linger, 1994)، عملکرد فتوسنتز ذرت در مواجهه با تنش سرما (Andrews et al., 1995) و در آزمایش کاربرد فلئورسانس کلروفیل برای مطالعه O_2/O_2 های نور، دما و خشکی (Sthapit et al., 1995) گزارش شده است.

تجزیه واریانس نشان داد O_2/O_2 ارقام O_2/O_2 و O_2/O_2 های دما از نظر عدد کلروفیل، در O_2/O_2 یک درصد اختلاف معنی دار داشته اند در حالیکه اثر متقابل آن، اختلاف معنی نشان نداد (جدول ۲). مقدار این در O_2/O_2 ، O_2/O_2 ، O_2/O_2 طور طبیعی بیشتر از شرایط O_2/O_2 بود (جدول ۲). عدد کلروفیل O_2/O_2 O_2/O_2 مقدار کلروفیل در گیاه بوده و معمولا برای یک ژنوتیپ در شرایط بهینه عدد نسبتا ثابتی است. در این مطالعه O_2/O_2 و کمترین O_2/O_2 O_2/O_2 در تیمار شاهد، در O_2/O_2 با منشاء ترکیبی و لاین O_2/O_2 از IRRI O_2/O_2 O_2/O_2 و O_2/O_2 دست آمد. در شرایط O_2/O_2 ، بیشترین و کمترین مقدار آن مربوط به لاین های O_2/O_2 و O_2/O_2 به ترتیب با منشاء هند و IRRI به میزان O_2/O_2 و O_2/O_2 بود. از میان O_2/O_2 واریته ایران، مورد آزمایش در شاهد رقم عنبروری قرمز با مقدار O_2/O_2 O_2/O_2 ، و رقم هویزه (O_2/O_2) کمترین مقدار عدد کلروفیل را داشتند، در حالیکه در تنش سرما رقم کرده زنجان بالاترین (O_2/O_2) و واریته امید O_2/O_2 (O_2/O_2) کمترین مقدار قرائت شده این را داشتند (جدول ۲).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطوح فاکتور اصلی و فرعی و اثر متقابل آن، اختلاف معنی داری از

گیاه ذرت به نیتروژن با استفاده از کلروفیل متر، گزارش شده است.

در این مطالعه، دست آمده، نتایج نشان می‌دهد که در این شرایط، استفاده از کلروفیل متر، می‌تواند به عنوان معیاری برای اندازه‌گیری کارایی فتوسنتز مورد استفاده نمود. (Bazzaz, 1996) اظهار داشت که فلئورسانس کلروفیل، Φ_{PSII} و $F_v:F_m$ عمدتاً به عدد کلروفیل، این موضوع را تأیید می‌کند زیرا فلئورسانس کلروفیل به طور مستقیم به فعالیت کلروفیل در مرکز واکنش فتوسیستم، ارتباط دارد و می‌توان از آن به عنوان معیاری برای اندازه‌گیری کارایی فتوسنتز مورد استفاده نمود. (Francheboud and Leipner, 2003) اظهار داشت که فلئورسانس کلروفیل، Φ_{PSII} و $F_v:F_m$ مستقیم و از عملکرد فتوسنتزی گیاه تحت تنش است. زمانی که فتوسیستم دو نور را جذب کرده و کینون A (اولین پذیرنده الکترون) یک الکترون را Φ_{PSII} ، دیگر می‌تواند الکترون دیگری را دریافت کند مگر اینکه آن را به کینون B منتقل کند. در طی این دوره، مرکز واکنش فتوسیستم دو اصطلاحاً "بسته" است (Francheboud and Leipner, 2003) و بسته بودن مرکز واکنش منجر به احیاء دستگاه فتوسنتزی و افزایش میزان فلئورسانس می‌شود. وقتی یک برگ از تاریکی به روشنائی منتقل می‌گردد، مرکز واکنش فتوسیستم دو سریعاً بسته شده و در اولین لحظات دریافت نور، افزایش میزان فلئورسانس کلروفیل مشاهده می‌گردد. اندکی بعد میزان فلئورسانس مجدداً بسته می‌گردد، زیرا Φ_{PSII} القای نوری، فعالیت آنزیم متابولیسم کربن و باز شدن روزنه‌ها زیاد شده و افزایشی در سرعت انتقال الکترون از فتوسیستم دو Φ_{PSII} وجود می‌آید که به آن Φ_{PSII} الکترون (qP) می‌گویند. این موضوع بخوبی نشان می‌دهد که چرا ژنوتیپ‌های متحمل qP بیشتری دارند و کارایی آن در تنش سرما، بالاتر بوده است (Maxwell and Johnson, 2000).

فرانکبود و لپنر (Francheboud and Leipner, 2003) اظهار داشتند که ETR و qP با افزایش آبی و کاه

نظر قدرت رویش گیاهچه Φ_{PSII} داشته‌اند (جدول ۱). Φ_{PSII} بطور معنی‌داری قدرت رویش را کاهش داد (از نظر عددی بزرگتر: جدول ۱). قدرت رویش در شرایط تنش سرما متعلق به ژنوتیپ‌های Φ_{PSII} ، Φ_{PSII} ، Φ_{PSII} ، Φ_{PSII} و LD183، با میزان قدرت رویش با مقدار عددی (خوب) بودند، در Φ_{PSII} قدرت رویش در رقم هویزه با منشاء ایران با مقدار عددی (مرکب کامل) در شرایط تنش دیده شد.

این بررسی نشان داد که در هر دو حالت تنش و بدون تنش، Φ_{PSII} دارای بیشترین همبستگی به ترتیب با ETR، عدد کلروفیل متر و qP بود (جدول ۱ و ۲). Φ_{PSII} و ETR و $F_v:F_m$ وجود داشته است و این موضوع بخوبی نشان می‌دهد که عملکرد کوانتومی بیشتر، Φ_{PSII} غیرمستقیم نشان‌دهنده سلامت دستگاه فتوسنتزی، و قدرت رویش بهتر گیاه بوده است (جدول ۱ و ۲).

تجزیه و تحلیل رگرسیون گام به گام نشان داد که در تیمار شاهد، از بین صفات مورفولوژیک، Φ_{PSII} همبستگی بین قدرت رویش و وزن خشک اندام هوایی برقرار بوده، در حالیکه در تنش سرما عکس این حالت اتفاق افتاده و بیشترین همبستگی قدرت رویش با وزن خشک ریشه دیده شد. به این معنی که در شرایط تنش Φ_{PSII} ، وزن خشک ریشه نسبت به وزن خشک اندام هوایی، شاخص بهتری برای نشان دادن برتری لاین بوده و بیان‌کننده تحمل بیشتر گیاهچه برنج در تنش سرما بوده است (جدول ۱).

اطلاعات جدول ۱ نشان می‌دهد که در هر دو سطح شاهد و تنش بیشترین همبستگی قدرت رویش، در کلیه ژنوتیپ‌ها با عدد کلروفیل متر بوده است. این امر بدین معنا است که توانایی حفظ کلروفیل توسط گیاه، بهتر شدن وضعیت قدرت رویش گیاهچه گردیده است. چنین همبستگی قبلاً توسط فرانسس و پیکلیک (Fransis and Piekielek, 2000) در آزمایش تعیین نیاز

جدول ۶- بین صفات فلئورسانس کلروفیل، عدد کلروفیل متر و قدرت رویش ارقام برنج در تیمار شاهد

Table 6. Correlation between chlorophyll fluorescence attributes, SPAD value, and vigor in rice genotypes, under control condition

	Fv:Fm	Φ_{PSII}	ETR	qN	qP	SPAD	Vigor
Fv: Fm	1						
Φ_{PSII}	0.429**	1					
ETR	0.991**	0.452**	1				
qN	0.037 ^{ns}	0.023 ^{ns}	0.210**	1			
qP	0.510**	0.526**	0.645**	0.653**	1		
SPAD	0.573**	0.258**	0.227**	0.504**	0.547**	1	
Vigor	-0.200 ^{ns}	-0.226**	-0.519**	-0.098 ^{ns}	-0.365**	-0.235**	1

* و **: معنی دار در سطح احتمال یک درصد. * and **: Significant at 1% Probability level, respectively.

ns: Non- significant

ns: معنی دار

جدول ۷- بین صفات فلئورسانس کلروفیل، عدد کلروفیل متر و قدرت رویش ارقام برنج در تیمار دمای

Table 7. Correlation between chlorophyll fluorescence attributes, SPAD, and vigor in low tempertuer stress in rice genotypes

	Fv:Fm	Φ_{PSII}	ETR	qN	qP	SPAD	Vigor
Fv: Fm	1						
Φ_{PSII}	0.199**	1					
ETR	0.903**	0.218**	1				
qN	0.022 ^{ns}	-0.020 ^{ns}	-0.154 ^{ns}	1			
qP	0.445**	0.334**	0.684**	0.595**	1		
SPAD	0.552**	0.450**	0.145*	0.588**	-0.001 ^{ns}	1	
Vigor	-0.349**	-0.437**	-0.331**	-0.308**	-0.380**	-0.316**	1

* و **: معنی دار در سطح احتمال یک درصد. * and **: Significant at 1% Probability level, respectively.

ns: Non- significant

ns: معنی دار

جدول ۸- نتایج رگرسیون گام به گام ژنوتیپ های برنج در شرایط دمای پایین و شاهد

Table 8. Stepwise regression for rice genotypes under low temperature and control conditions

صفت وابسته Dependent	صفات مستقل Indepentent	بیشترین همبستگی	
		کنترل Control	استرس Stress
		وزن خشک اندام هوایی Shoot dwt	وزن خشک ریشه Root dwrt
	صفات مورفولوژیک Morphological characteristics	51.9†	47.0
		0.66**‡	0.63**
	مؤلفه های فلئورسانس متری Fluorescence Parameters(alone)	Fv:Fm 22.8	qP 30.1
قدرت رویش Vigor		0.59**	0.63**
	مؤلفه های فلئورسانس متری+ SPAD Fluorescence Parameters+ SPAD	SPAD 36.0	SPAD 41.0
		0.57**	0.61**

†، ‡ و **: به ترتیب درصد از کل همبستگی، r و معنی دار در سطح احتمال یک درصد.

†, ‡ and **: Percent of total correlation, correlation coefficient (r) and significant at $p < 0.01$, respectively

جدول ۹- میانگین وزن خشک ریشه (گرم بر بوته) ژنوتیپ‌های برنج در تیمار دمای پایین و شاهد در سطح احتمال ۱٪

Table 9. Means of root dry weight (g plant⁻¹) in rice genotypes under control and low temperature condition using LSD 5%

ژنوتیپ شماره	وزن خشک ریشه (گرم در بوته)	ژنوتیپ شماره	وزن خشک ریشه (گرم در بوته)	ژنوتیپ شماره	وزن خشک ریشه (گرم در بوته)
Genotype No.	Root d.wt g plant ⁻¹	Genotype No.	Root d.wt g plant ⁻¹	Genotype No.	Root d.wt g plant ⁻¹
	شاهد (N)	پایین (S)	شاهد (N)	پایین (S)	شاهد (N)
1	0.120	0.079	27	0.180	0.060
2	0.140	0.110	28	0.145	0.030
3	0.180	0.094	29	0.150	0.050
4	0.050	0.035	30	0.145	0.070
5	0.110	0.051	31	0.150	0.100
6	0.180	0.075	32	0.130	0.065
7	0.380	0.160	33	0.155	0.135
8	0.100	0.050	34	0.160	0.129
9	0.080	0.056	35	0.110	0.085
10	0.085	0.080	36	0.165	0.123
11	0.080	0.065	37	0.035	0.070
12	0.110	0.110	38	0.100	0.050
13	0.120	0.050	39	0.080	0.045
14	0.155	0.050	40	0.060	0.040
15	0.085	0.075	41	0.065	0.060
16	0.195	0.065	42	0.105	0.020
17	0.105	0.020	43	0.080	0.070
18	0.120	0.060	44	0.153	0.125
19	0.070	0.040	45	0.225	0.093
20	0.080	0.053	46	0.115	0.065
21	0.120	0.060	47	0.100	0.045
22	0.175	0.125	48	0.105	0.100
23	0.145	0.040	49	0.170	0.085
24	0.045	0.045	50	0.130	0.070
25	0.090	0.090	51	0.240	0.130
26	0.210	0.050	52	0.135	0.100
LSD5%	0.044				
S _x ²	0.0158				

ژنوتیپ‌های مورد بررسی، نیاز به تحقیق بیشتری دارد.

در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۲، ۳ و ۴ بیشترین میزان تولید ماده خشک اندام هوایی و ریشه را در شرایط تنش دمای پائین داشته‌اند (جدول ۱ و ۲). دمای پائین در این بررسی، ۱۰ درجه سانتیگراد

هدایت روزنه‌ای، کاهش می‌دهد. از آنجا که یکی از اثرات غیرمستقیم تنش دمای پائین، کاهش واکنش روزنه‌ها و تغییرات محتوای رطوبتی گیاه و ایجاد ارتباط آبی است (Baker and Nie, 1994) وجود ارتباطی در این آزمایش تا حدودی قابل مشاهده است. هرچند روشن شدن وجود این ارتباط در

در گیاهان مختلف شدت ی نور کم به کار رود.

گیری

باتوجه به نتایج این آزمایش، $Fv:Fm$ حداکثر عملکرد کوآنتوم، بستم دو در شرا سازگار شده با تاریک، و از بین صفات مورفولوژیک، وزن خشک ریشه در شرایط تنش دمای پائین، معیارهای انتخاب لاین های متحمل می باشد. علاوه بر این در بین ژنوتیپ مورد بررسی، $Fv:Fm$ و $IRR1$ منشاء منشاء فب منشاء قدرت رویش در شرایط تنش، بالاتر بودن $Fv:Fm$ ، از سایر ارقام برتر بوده و، توان از آن به عنوان ژنوتیپ های مناسب در انتخاب های نژادی برای تولید استفاده نمود. از طرفی در بین کلیه ژنوتیپ، رقم ایرانی هویزه، را به تنش دمای پائین داشت، توان از آن به عنوان شاهد حساس در برنامه های نژادی برنج استفاده نمود.

سپاسگزاری

بدین وسیله از پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی به ویژه بخش فیزیولوژی به خاطر همکاری و مساعدت هایشان در تمامی مراحل اجرایی این تشکر و سپاسگزاری می گردد.

توان دستگاه در تولید انرژی، یون CO_2 در چرخه تاریکی فتوسنتز گردیده و تولید کربوهیدرات را کاهش داد. وزن خشک اندام هوایی و ریشه این موضوع را در برر، $Fv:Fm$ و $IRR1$ (Leegood and Edwards, 1996)، کربن و تنفس نوری (Allen and Ort, 2001) و های اکسید (Ort, 2002) تحت تنش دمای پائین، گزارش داده است. این مطالعه نشان داد که $Fv:Fm$ یکی از های انتخاب ژنوتیپ های متحمل به تنش سرما است. بیکر و نب (Baker, Nie, 1994) اظهار داشتند که برای بررسی تفاوت در ژنوتیپ های توان از کاهش عملکرد کوآنتوم، استفاده نمود. استاپیت و همکارانش (Sthapit et al., 1995) اعلام داشتند که سرمازدگی کاهش $Fv:Fm$ در برنج گرد. آن پیشنهاد کردند توان با انتخاب لاین هایی که در شرایط تنش سرما عملکرد کوآنتومی بالاتری دارند، ژنوتیپ های متحمل به سرما را غربال نمود. آدامز و همکارانش (Adams et al., 1995) با بررسی منابع $Fv:Fm$ تواند برای نژاد

References

- Adams, W. W., B. Demming-Adams, A. S. Verhoven and D. H. Barker. 1995. Photo inhibition during winter stress-involvement of sustained xanthophylls cycle-dependent energy dissipation. Aust. J. Plant Physiology. 122: 261-267.
- Adams, W.W., K. Winter, U. Schreiber and P. Schramel. 1990. Photosynthesis and chlorophyll fluorescence characteristics in relation to changes in pigment and element composition of leaves of *Platanus occidentalis* L. during autumnal leaf senescence. Plant Physiology. 93: 1184-1190.
- Allen, D. J. and D. R. Ort. 2001. Impacts of chilling temperatures on photosynthesis in warm-climate plants. Trends in Plant Science. 6: 36-42.
- Anderews, J. R., M. J. Fryer and N. R. Baker. 1995. Characterization of chilling effects on photosynthetic performance of maize crops during early season growth using chlorophyll fluorescence. J. Expt. Botany. 46: 1195-1203.

- Baker, N. R. and E. Rosenquist. 2004.** Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. *J. Expt. Botany*. 403: 1607-1621.
- Baker, N. R. and G. Nie. 1994.** Chilling sensitivity of photosynthesis in maize. In: *Baja YPS (ed.) Biotechnology of Maize*. Berlin: Springer- Verlag. 465-481.
- Barbagallo, R. P., K. Oxborough, K. E. Palette and N. R. Baker. 2003.** Rapid, non-invasive screening for perturbations of metabolism and plant growth using chlorophyll fluorescence imaging. *Plant Physiology*. 132: 485-493.
- Bazzaz, F.A. 1996.** Plants in changing environments: linking physiological population and community ecology. Cambridge University Press, Cambridge, UK. pp. 124-152.
- Berg, D., K. Tiejten, D. Wollweber and R. Hain. 1999.** From genes to targets: impact of genomics on herbicide discovery. *Proceedings of the BCPC Conference – Weeds*. 26-30 Sep. 1999. Italy.
- Bruggemann, W. and P. Linger. 1994.** Long-term chilling of young tomato plants under low light. IV. Differential responses of chlorophyll fluorescence quenching coefficients in lycopersicon species of different chilling sensitivity. *Plant and Cell Physiology*. 35: 585-591.
- Cerovic, Z. G., G. Samson, F. Morales, N. Tremblay and I. Moya. 1999.** Ultraviolet-induced fluorescence for plant monitoring: present stage and prospects. *Agronomic*. 19: 543-578.
- Evans, D. A. 1999.** How can technology feed the world safely and sustainably. In: *Brooks, G. T., T. R. Roberts (eds.). Pesticide chemistry and bioscience: the food- environment challenge*. London, UK. Royal Society of Chemistry. 3-24.
- Francheboud, Y. and J. Leipner. 2003.** The application of chlorophyll fluorescence to study light, temperature and drought stress. In: *De-Ell, J.R., P. M. A. Tiovonon (eds.). Practical applications of chlorophyll fluorescence in plant biology*. Boston: Kluwer Academic Publishers. 125-150.
- Fransis, D., D. Piekielek. 2000.** Assessing crop nitrogen needs with chlorophyll meters. The Site-Specific Management Guidelines Series is published by the Potash and Phosphate Institute (PPI). Coordinated by South Dakota State University (SDSU). 237p.
- Fryer, M. J., K. Oxborough, B. Martin, D. R. Ort and N. R. Baker. 1995.** Factors associated with the depression of photosynthetic quantum efficiency in maize at low growth temperatures. *Plant Physiology*. 108: 761-767.
- Gregorio, G. B., D. Senenadhira and D. Mendoza. 1997.** Screening rice for salinity tolerance. *IRRI Discussion Paper Series Number 22*. International Rice Research Institute, Manila, Philippines.
- Genty, B., J. Briantais and N. Baker. 1989.** The relationship between quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. *Biochemical Biophysica Acta*. 990: 87-92
- Gray, G. R., L. P. Cauvin, F. Sarhan and N. P. A. Huner. 1997.** Cold acclimation and freezing tolerance. A complex interaction of light and temperature. *Plant Physiology*. 114: 467-474.
- Lee, M. H. 2001.** Low temperature tolerance in rice: the Korean experience. Increased lowland rice in the Mekong region edited by Fukai and Jaya Basnayake. *ACIAR Proceeding*. 101:109-117.
- Leegood, R. C. and G. E. Edwards. 1996.** Carbon metabolism and photorespiration: temperature dependence in relation to other environmental factors. In: *Baker, N. R. (ed.). Photosynthesis and the environment*. 191-221pp. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

- Maxwell, K. and G. N. Johnson. 2000.** Chlorophyll fluorescence- a practical guide. J. Expt. Botany. 345: 659-668.
- Nie, G. Y. and N. R. Baker. 1991.** Modifications to thylacoid composition during development of maize leaves at low growth temperatures. Plant Physiology. 95: 184-191.
- Oquist, G. and N. Hunner. 1991.** Effects of cold acclimation on the susceptibility of photosynthesis to photo inhibition in Scots pine and in winter and spring cereals: a fluorescence analysis. Functional Ecology. 5: 91-100.
- Ort, D. R. 2002.** Chilling-induced limitations on photosynthesis in warm climate plants: contrasting mechanisms. Environmental Control in Biology. 40: 7-18.
- Oxborough, K. 2004.** Using chlorophyll fluorescence imaging to monitor photosynthetic performance. 254-298. In: Papa Georgiou, G. and E. D. S. Govindjee. Chlorophyll fluorescence: a signature of photosynthesis. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Sheiber, V. and V. B. W. Schliwa. 1986.** Continuous recording of photochemical and non- photochemical chlorophyll fluorescence quenching with a new type of modulation fluorimeter. Photosynthetic Research. 10: 51-62
- Sthapit, B. R., J. R. Witcombe and J. M. Wilson. 1995.** Methods of selection for chilling tolerance in Nepalese rice by chlorophyll fluorescence analysis. Crop Sci. 35: 90-94.
- Stryer, L. 1988.** Biochemistry, 3rd edition. WH Freeman and Company, New York. 1089 pp
- Yoshida, S. 1981.** Fundamentals of rice crop science. IRRI, Los Banos, Philippines. 35p.

Screening of rice genotypes for low temperature stress- using chlorophyll fluorescence

Hassibi¹, P., F. Moradi² and M. Nabipour³

ABSTRACT

Hassibi, P., F. Moradi and M. Nabipour. 2007. Screening of rice genotypes for low temperature stress-using chlorophyll fluorescence. Iranian Journal of Crop Sciences. 9(1): 14-31.

Rice is a tropical and sub-hopical crop, which is sensitive to low temperature. Chlorophyll fluorescence is a common method for crop screening and monitoring of photosynthesis fluctuations under abiotic stresses. In this experiment, 77 rice genotypes including 49 line of International Rice Cold Tolerance Nursery (IRCTN 2005) and 28 Iranian rice were tested in split plot arrangement using compbilty Randomized Design (CRD) in phytotrone for screening and monitoring of their performance. Variences International Rice Research Institute (IRRI) scoring system used for ranking of genotypes at normal and stress conditions. Chlorophyll fluorescence attributes, Chlorophyll content (SPAD values) as well as root and shoot dry weight were measured. Results showed that in low temperature 13/15 °C (night/ day, respectively) qP, ETR, Φ_{PSII} , Fv:Fm, SPAD value and vigor of seedlings as well as root and shoot dry weight significant 7 reduced as compared with normal temperature 22/29 °C (night/day, respectively). Among genotypes of IRCTN No. 33, 34, 36 and 44 (the Philippines) had the highest values and stability of Fv:Fm and Φ_{PSII} parameters in low and normal temperatures while Hoveizeh (from Iran) had the lowest tolerance to low temperature. In addition, there was a highly significant correlation between root dry matter and vigor, showing sensitivity of root to low temperature. Therefore, this parameter could be used as a criterion for selection of tolerant cultivars and genotypes to low temperatuer stress.

Key words: Chlorophyll fluorescence, Low temperatuer stress, Rice, Screening, SPAD value.

Received: February, 2007

1- Ph. D. student, The University of Shahid Chamran. Ahvaz, Iran.

2- Assistant Professor, Agricultural Biotechnology Research Institute, Karaj, Iran. (Corresponding authour)

3- Assistant Professor, Faculty of Agriculture, The University of Shahid Chamran. Ahvaz, Iran.