

大豆萌动种子及株体 对渍水环境的反应*

宋英淑 杜智芹 徐永华 尹达龙 李学湛

(黑龙江省农业科学院)

摘 要

渍水(种子上3cm水层)条件下,萌动种子活力的受害程度、临界时间与温度有关,相对高温下,种子受害加速,受害临界时间也提前。大豆生育的不同阶段根际渍水,产量均有大幅度下降。供试22个大豆品种(品系)在 V_3 、 R_1 、 R_3 和 R_5 期开始渍水15天的平均结果,分别减产35.1、40.2、38.3和36.9%。营养生长阶段渍水,株高下降、茎重减少,健壮“骨架”形成受阻造成单株粒数减少。开花期渍水,大量落花和成荚率减少影响单株粒数。结荚阶段渍水,因大量落荚,而影响单株粒数。鼓粒期渍水,一是开始鼓粒的种子因停止其发育而造成秕粒,二是鼓粒旺期的种子生长受阻而百粒重严重下降。总之, V_3 、 R_1 、 R_3 和 R_5 期开始渍水的处理,减产均与其单株粒数的减少呈显著正相关。相关系数(r)分别为0.957**、0.935**、0.930**和0.480*。渍水还造成大豆对根际缺氧环境的适应性变化:如水中茎的增粗、大量增生气生根。随着气生根的生长发育,地上部,尤其是叶色逐渐有所恢复。大豆萌动种子受害临界及生育期根际渍水,对产量的胁迫存在着显著的品种间差异。品种内时间不同生育期的耐渍水性也不一致,这就给选育耐渍水大豆材料提供了成功的可能。

关键词: 渍水胁迫 种子活力 产量 耐涝性

前 言

黑龙江省涝区中耕地面积达4800多万亩。虽然通过大型水利工程,除涝面积大有增加,但因其大部分属于内涝,彻底治涝难度很大,至今仍有3500万亩左右农田受不同程度的涝害。即使在“风调雨顺”年份,由于幅员辽阔,自然条件复杂,年份间或季节间

国家自然科学基金资助项目。

The Project Supported by National Natural Science Foundation of China.

本文于1988年5月6日收到

This paper was received on May 6, 1988.

的涝害,在我国不同地区交替出现,给大豆生产带来很大影响。选育抗涝性大豆品种用于生产,能够保证大豆的稳产高产。本试验的主要目的,在于研究渍水对大豆生长及产量的影响,进一步评价其耐涝性,为大豆生产及育种提供理论依据。

材料与方法

试验材料包括黑农号,合丰号、嫩丰号,东农号及绥农号等,我省不同生态气候地区的主栽品种,和有希望的品系26份。

一、萌动种子的抗涝性试验

1. 分别在14℃和20℃左右条件下,反复用浸种24小时的“黑农26”,“合丰25”等大豆种子进行1—9天的渍水处理(渍水深度种上3cm),以终止渍水后的发芽率及发芽指数(GI)来评价萌动种子的活力。重复4次。

$$GI = \sum \frac{Gt}{Dt} \quad (\text{式中 } Gt \text{ 为 } t \text{ 日内的发芽数, } Dt \text{ 为发芽日数})$$

2. 在15℃左右条件下,对22个大豆材料进行6天渍水处理,以终止渍水后的种子活力指数(VI)及与其对照(浸种1天)的胁迫率(SR)来评价其耐渍性。重复3次。

$$VI: GI \cdot st \quad (\text{式中 } st \text{ 为培育3天的平均芽重})$$

$$SR(\%) = \frac{\text{对照的 } VI - \text{处理的 } VI}{\text{对照的 } VI} \times 100$$

二、大豆生育期的渍水试验

分别在大豆生育的 V_3 、 R_1 、 R_3 和 R_5 期开始,在盆栽条件下人工模拟渍水15天(其余时间正常供水),水深在土表以上4cm(达真叶节)。以正常供水条件下生长的自身品种为对照,观察其生长发育状况,形态变化及产量性状。试验重复3次。

结果与分析

一、渍水对萌动种子活力的影响

1. 在渍水条件下,萌动种子的受害程度和临界时间与温度有关。如表1所示,“黑农26”在14℃左右条件下,渍水7天的种子仍能全部发芽,而且从其发芽指数看,渍水4天的达最佳程度,渍水9天仍能保持较好的活力。但在20℃左右条件下渍水4天,其发芽率和发芽指数明显下降,渍水9天,种子全部失去发芽能力,说明在相对高温下受害临界时间提前。

2. 渍水条件下,种子活力的动态变化存在着品种间差异。选用“合丰25”,“黑农26”和“宝交83—5029”、“绥农6”两组大豆,在不同温度下进行渍水试验,结果如表2和图1所示,“合丰25”和“宝交83—5029”在各试验温度条件下与相对应品种“黑农26”和“绥农6”比,保持最高活力的渍水时间差异不甚显著,但是高峰期过后,“合丰25”和“宝交83—5029”活力下降的陡度相对大,说明失去活力的速度快,

表 1 温度对萌动期渍水的“黑农26”种子活力的影响
Table 1 Effects of temperature on seed vitality of “Heinong 26”
under water-logged condition

项 目 Items 温度 Temperature 天数 Days	发 芽 率 (%) Germination percentage		发 芽 指 数 Germination Index	
	14℃	20℃	14℃	20℃
1	100.0	100.0	64.2	89.6
2	100.0	100.0	67.4	93.2
3	100.0	97.2	90.0	91.4
4	100.0	68.6	94.4	30.4
6	100.0	62.9	91.0	21.0
7	100.0	—	75.0	—
8		5.8	—	0.75
9	52.0	0.0	43.0	0.0

表 2 萌动期渍水种子活力的动态变化
Table 2 Changes of seed vitality under water logged conditions (14℃)

项 目 Items		发 芽 率 Germination percentage		发 芽 指 数 Germination Index	
品 种 Varieties		合 丰 25 Hefeng 25	黑 农 26 Heinong 26	合 丰 25 Hefeng 25	黑 农 26 Heinong 26
渍水天数	1	100.0	100.0	74.4	64.2
	2	100.0	100.0	92.0	67.4
	3	100.0	100.0	92.4	90.0
	4	100.0	100.0	94.6	94.4
Flooded days	6	54.0	100.0	21.7	91.0
	7	—	100.0	—	75.0
	9	0.0	52.0	0.0	43.0

从而受害临界时间明显提前，对渍水表现敏感；而“黑农26”和“绥农6”种子活力的下降陡度缓慢，从而延迟其受害时间，表现耐渍性相对的好。可见，种子对渍水的耐性差异来自失去活力的速度上。

3. 对供试诸品种的耐渍性评价

从表 3 可见，在15℃左右条件下渍水 6 天，终止渍水后的种子活力指数，品种间存在着显著差异。供试22个大豆材料种子活力指数的变幅在0.07—32.8，胁迫率在27.4—99.8%。其中表现较好的有“绥农5”、“绥农6”和“黑农26”等，活力指数分别是32.8、32.4 和 22.8，其胁迫率均在 45%以下，表现差的有“宝交 83—5029”、“庆选 101”、“呼 80—1001”、“东农 82—787”等，活力指数不足0.5，在渍水条件下的胁迫率在99.8—97.7%。

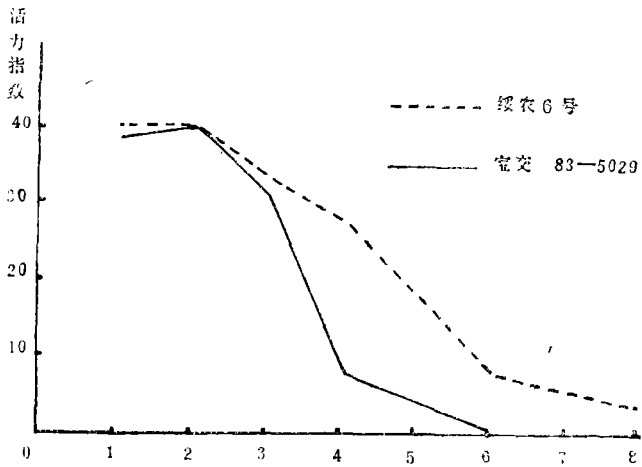


图1 渍水条件下萌动种子活力的动态变化 (20℃)
Fig. 1 Changes of seed vitality under water-logged conditions (20℃)

表8 萌动种子耐渍性的品种间差异
Table 3 Varietal difference of tolerance to water-logged conditions of soybean seed

品 种 Varieties	基础发芽率 Basic germin- ation (%)	渍水 (6天) Water-logged (6 days)		
		发芽率 (%) Germination percentage	活力指数 Vitality index	胁迫活力率 (%) Stressed vitality percentage
绥农5 Shuinnong 5	100.0	93.8	32.8	39.8
绥农6 Shuinnong 6	100.0	92.5	32.4	45.0
庆选101 Qingxuan 101	100.0	21.3	0.2	99.6
宝交83—5029 Baojiao 83—5029	100.0	8.3	0.07	99.8
克8119 Ke 8118	100.0	85.0	9.5	76.3
东农82—833 Dongnong 82—833	97.5	83.2	15.2	57.1
合丰25 Hefeng 25	97.5	70.0	3.2	90.4
宝交84—5005 Baojiao 84—5005	97.4	61.3	0.6	97.6
东农82—787 Dongnong 82—787	97.4	75.0	0.4	98.8
黑农26 Heinnong 26	96.7	86.7	22.8	27.4
黑农11 Heinnong 11	96.6	80.0	4.9	83.3
合丰22 Hefeng 22	95.0	38.3	0.6	97.5
东农82—683 Dongnong 82—683	94.9	87.3	17.0	47.5
嫩丰12 Nenfeng 12	93.8	87.5	19.1	43.2
东农80—366 Dongnong 80—366	93.7	52.4	11.8	50.9
绥农4 Shuinnong 4	93.7	71.3	3.9	84.2
黑农16 Heinnong 16	93.2	66.7	8.9	69.8
丰收11 Fengshou 11	92.5	46.3	1.4	96.5
哈82—6154 Ha 82—6154	91.1	86.3	13.4	57.6
龙福82—004 Longfu 82—004	86.4	52.5	4.4	78.6
呼80—1001 Hu 80—1001	86.3	38.8	0.3	97.7
庆82—510 Qing 82—510	82.3	45.2	1.4	91.6

二、生育期根际渍水对大豆生长发育的影响

渍水,首先是造成根部的缺氧环境,因其无氧呼吸的效率低,而且产生乙醇,乳酸等有毒物质可使细胞中毒,影响其正常生长和生理活动,以致给水上株体带来灾害性影响,同时由于环境的改变,大豆水下部分也出现一些适应性变化。

1. 水下茎气生根增生。渍水 3 天左右,从浸在水中的茎上出现许多白色突起一气生根。气生根的生长速度很快。气生根旺盛生长期呈白色,随后老化呈褐色。从永久性渍水处理(V_3 —生理成熟)中看到,气生根上大量结瘤。而且,气生根的长势,粗细、老化时间及结瘤大小均存在着品种间差异。如“宝交83—5029”的气生根生长快、粗而长,直到鼓粒期仍幼嫩新鲜,保持旺盛的生长势,而且结瘤大而多。

2. 水下茎增粗。在正常条件下,绝大部分大豆真叶节上下节间茎粗没有显著的差异。但在水中生长的茎比其真叶节上部茎明显加粗,出现“蛙大腿”(V_3 、 R_1 期开始处理的真叶节上/下比值比其对照的分别增加 17.5 和 9.4%),并且结构较疏松。

3. 株体瘦弱矮化。供试 22 个大豆品种(品系)成熟后的平均结果, V_3 、 R_1 期开始渍水 15 天的株高分别降低 25.1 和 10.9%,茎重下降 47.3 和 33.9%,说明,营养体生长阶段渍水,首先是给健壮“骨架”的形成带来损害,这种影响,越是在营养生长旺盛的时期越是严重。

4. 叶片失绿、叶面增长受阻。供试 22 个品种(品系),在 V_3 、 R_1 和 R_3 开始渍水 15 天内,叶面积增长率比其对照分别下降 10.6、14.9 和 12.3%。 R_1 期开始渍水的处理,正置叶面积增长最旺盛时期,也是出现最大叶片的时期,也正是叶面生长受胁迫最严重时期。同时,随渍水时间的延长,叶片逐渐失绿,从其辅助试验结果可见,渍水 30 天之内,叶子几乎呈黄色,但有的大豆品种,如“宝交83—5029”,随其气生根的旺盛生长,叶色可见明显恢复。

5. 大豆籽实产量大幅度下降。从表 4 可以看出, V_3 、 R_1 、 R_3 和 R_5 期开始处理的 22 个大豆平均结果,分别减产 35.1、40.2、38.3 和 36.9%。如同前所述, V_3 期始渍水,严重影响植株营养器官的生长,同时花芽发育受阻,从而结实率大大减少(单株荚数和粒数分别减少 38.7 和 38.8%)。 R_1 期开始正是大豆营养生长和生殖生长并进期,渍水影响株体繁茂度的同时,还造成大量的落花从而影响结实率(单株荚数和粒数分别减少 54.7 和 52.6%)。 R_3 期开始,正是荚旺盛生长的阶段,渍水造成大量落荚(42.5%),单株粒数减少 45.0%。 R_5 期为鼓粒盛期,渍水使刚开始发育的种子,停止发育而成秕粒(单株粒数减少 35.7%),或引起百粒重的下降(12.8%)。如此等等,大豆鼓粒之前渍水对产量的胁迫主要来自籽粒的减少(V_3 、 R_1 和 R_3 期开始处理的相关系数分别为 0.957**、0.935**、和 0.930**),而鼓粒期开始渍水的减产来自单株粒数的减少和百粒重下降的综合因素。试验结果表明(表 4),大豆产量对渍水的效应存在着品种间差异。

讨 论

渍水终止后提供正常水分情况下,大豆不同生育阶段根际渍水,对百粒重的影响

表4 渍水对大豆产量的胁迫

Table 4 Percentage of soybean yield under water logged stressed conditions

品 种 Varieties	渍水始期 (Beginning stages of floodwater)			
	V ₃	R ₁	R ₃	R ₅
宝交83—5029 Baojiao 83—5029	14.9	23.1	25.4	25.4
东农82—833 Dongnong 82—833	23.1	34.2	18.8	23.1
牡辐81—4129 Mufu 81—4129	12.8	31.6	36.0	36.0
合丰25 Hefeng 25	31.9	22.7	34.5	27.7
哈82—6154 Ha 82—6164	32.3	30.8	21.5	43.8
黑农32 Heinong 32	24.5	34.7	39.5	40.1
庆82—510 Qing 82—510	61.1	41.6	32.7	31.0
嫩丰12 Nenfen 12	36.1	40.1	56.5	32.0
庆选101 Qingxuan 101	43.8	49.1	47.8	39.3
合丰22 Hefeng 22	50.4	55.0	51.1	38.2
克8118 Ke 8118	63.4	60.1	66.7	54.9
东农82—787 Dongnong 82—787	37.9	45.5	34.5	53.1
黑农26 Heinong 26	49.3	32.9	41.8	32.9
呼80—1001 Hu 80—1001	22.4	44.0	32.8	35.8
龙辐82—004 Longfu 82—004	38.4	42.8	23.3	54.3
黑农16 Heinong 16	28.1	35.5	37.2	19.8
哈81—8303—1 Ha 81—8303—1	17.7	44.0	44.0	48.2
东农82—683 Dongnong 82—683	43.9	33.0	38.8	28.8
绥农6 Shuinong 6	35.8	48.5	41.8	37.3
黑河5 Heihe 5	38.1	39.0	36.2	36.2
黑农11 Heinong 11	33.8	45.8	33.8	34.5
宝交84—5005 Baojiao 80—5005	33.1	49.5	36.9	39.6
平均 Average	35.1	40.2	38.3	36.9

不尽一致。营养生长阶段 (V₃期开始) 渍水, 对百粒重的影响不甚显著。这也许是因为前期虽然受渍水影响, 大豆生长受抑制, 但其结荚等产量因子的形成, 与其相适应的营养供给能力有关。开花结荚并进期渍水, 百粒重反而增加, 这也许是因为渍水环境造成大量落花、落荚, 在其后供水正常情况下, 分配单粒种子的营养相对增多有关。鼓粒期渍水 (R₅期开始) 百粒重明显下降, 是因为此时单株荚数或粒数基本稳定, 渍水影响了向籽粒的营养分配所致。

从大豆的耐渍水性而言, 种子萌动期与其后生育阶段不一定一致。如“合丰25”和“宝交83—5029”等与“绥农6”等大豆相比, 种子萌动期的耐渍性极差, 但在生育阶段的表现却相反; 就盆栽生育阶段的耐渍水性也不尽一致。如“哈81—8303—1”营

养生长期的耐渍水性虽好，但其花、荚至鼓粒期的耐渍性较差，“庆82—510”却又相反（表4）。由此看来，涝区应通过对大豆不同品种，不同生育阶段耐渍水性鉴定，选择适于当地具体渍水条件的大豆材料，是必要的，而且是可能的。

考 考 文 献

- [1] 董建国、余叔文, 1984, 《植物生理学报》, (1): 55—61
- [2] 万怀春, 张斌, 1983, 《农业科技通讯》, (7): 16
- [3] 董建国, 余叔文, 1985, 《植物生理生化进展》, (3)
- [4] 胡荣害, 1984, 《国外农业科技》, (4): 29—31
- [5] 王景升等, 1985, 《种子》, (2): 24—27
- [6] 罗瑶年等, 1986, 《作物品种资源》, (4): 22—24
- [7] F. T. Turner, J. W. Sij, G. N. McCauley and C. C. Chen, 1983, 《Crop Science》, Vol. 23, No. 1: 40—44
- [8] W. R. Fehr 等, 1971, 《Crop Science》, Vol. 15, No. 6: 929—931

SEED VITALITY AND PLANT GROWTH OF SOYBENA UNDER WATER-LOGGED CONDITIONS

Song Yingshu, Du Zhiqin, Xu Yonghna, Yin Dalong, Li Xuezhao

(Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences)

Abstract

To evaluate the effect of water-logged condition on seed vitality and plant growth of soybean, the following experiments were conducted: (1) Soybean seeds of 22 varieties were soaked in water for 6 days, water depth was 4cm over seeds; (2) Rhizosphere excess water environments from V_3 , R_1 , R_3 , and R_5 growing stage were established for 15 days in the pot with soil. The water level reached the true leaves.

Results from experiments suggested: (1) There was the relationship between the injury degree of seed vitality and critical injury time. Injury degree speeded up and its critical time moved up under the condition of relative high temperature. And there were varietal differences on the injury degree of seed vitality. (2) The mean yield of 22 varieties treated on in V_3 , R_1 , R_3 and R_5 decreased by the average of 35.1, 40.2, 38.3 and 36.9%, respectively. At the vegetative stage (V_3), the direct effect of injury by excess water was the vegetative organs, but formations of yield components were affected by the reduced vegetation (red-

uced number of seeds by 38.8%). At flowering stage (R_1), a great number of flowers shed caused, pods and seeds to reduce by 54.7 and 52.6%, respectively. At pod setting stage (R_3), pods shed by 42.4%, and for that reason, seeds reduced by 45%. At seed filling stage (R_5), a number of seeds reduced by 35.7% besides the weight of 100—seed reduced by 12.8%. Abortive seeds produced in pods the seeds just began to fill as result of excess water. In brief, there was relationship between percentage of soybean yield reduction and reduced rate of seeds. The correlation coefficient (r) was 0.957**, 0.935**, 0.930** and 0.480* at V_3 , R_1 , R_3 and R_5 , respectively. There also appeared to be varietal differences on the reduced yield percentage under rhizosphere water-logged condition. And tolerance to the water-logged condition was not completely identical on different growing stages of the same variety. Besides above, the following adaptive variation to the environment of excessive water produced: stem in water thickened and loosened, and aerial roots growing out from stem under water. As soon as aerial roots grew out, the green colour of leaf recovered gradually.

Key words: Water-logged stress, Seed vitality, Yield, Tolerance to water-logged condition

东北三省大豆生理生化学术讨论会在哈召开

黑龙江省植物生理学会、辽宁省植物生理专业委员会、吉林省植物生理专业委员会于1989年4月3日至5日在黑龙江省农业科学院联合召开了“东北三省大豆生理生化及应用基础研究学术讨论会。”会议收到有关大豆光合生理、水分代谢, N代谢与共生固N、抗旱、抗冷及耐涝等环境生理, 生物物理, 膜生物化学, 组织培养与遗传工程, 器官发生和超微结构, 脂生物化学, 脂肪、蛋白、生态的开发利用, 同工酶及生长调节剂在大豆育种、栽培实践中的应用等学术论文35篇。

大会特邀庞士铨、董钻教授, 尹光初、王书锦研究员, 林永齐, 李云龙副教授, 张恒善副研究员分别做了: 提高东北大豆产量, 品质的生理及应用基础研究的建议; 大豆产量程序设计及栽培措施优化的研究; 大豆组织培养和分子生物学研究进展; 大豆生理生化调控增产综合技术的基础研究; 大豆蛋白的开发利用; 细胞生物学动态及大豆脂肪、蛋白积累动态等专题报告。尹田夫同志汇报了在美国肯塔基大学和美农部 Beltsville 农业研究中心所进行的大豆亚麻酸生化合成调控及遗传操作的归国报告。这次会议讨论的基础理论, 有许多已应用于实践, 并获得了可观的社会和经济效益, 如吉林大学的林永齐教授等与长春食品工程研究所合作, 将优质大豆粉经一定比例调配后, 经物理或化学方法加工成型, 使其固化成片状或丝状。这种固化后的产品可以直接制成食品, 亦可深加工成人造肉、罐头等各种食品。这项研究填补了我国大豆食品加工的一项空白。

(薛津)