

春小麦对水分反应特性的研究*

蔡 润

(沈阳师范学院生物系)

小麦单产的提高,水分条件是重要的限制因素之一,然而,这种限制在品种之间存在着显著差异。生物与环境是不可分割的统一体,一定的生态和栽培条件,需要一定的水分生态型品种与其相适应,才能获得较理想的高产、稳产。基于此认识,长期以来,国内外许多学者进行了有关方面的研究。但大量的研究主要集中于品种抗旱性方面,而利用水、旱对应种植研究春小麦对水分反应特性,并以此进行水分生态型的划分的报导较少。本研究的目的在于探讨春小麦对水分反应的特性,以期对资源的鉴定,亲本选配,不同水分生态型品种的选育和因地制宜选用栽培品种提供一定的依据。

材 料 与 方 法

本试验于1982年,在吉林省西部半干旱地区的扶余县善友乡农科站试验地进行。中粘壤土,耕层土壤腐殖质含量2.0457%,全氮0.1268%,水解氮11.4115毫克/100克烘干土,全磷0.1207%,速效磷5.5187毫克/100克烘干土,田间持水量22.7%,中等肥力。供试品种为吉林省农科院多年的主要亲本材料30份。

每品种水(充分灌水)、旱(自然降水)区对应种植,行长4米(其中水、旱区间隔2米,水、旱各2米),行距30厘米,三行区,随机排列,四次重复。每行150粒稀条播。不施农肥,播种时一次施口肥,每亩30斤二铵和33.3斤硝酸铵拌匀后混施,生育期间不追肥。为保证出全苗,播后均灌出苗水。水浇处理时间在三叶期、五叶期、七叶期和抽穗期,每次灌水约40毫米。小麦生育前期(抽穗前)自然降水54.0毫米,生育后期自然降水35.0毫米。没有发生严重的病、虫害。每区收获中间0.5平方米的所有植株,分层随机取样(比例配置法)20株,调查株高、穗长、结实小穗数、穗粒数、千粒重、每小穗平均结实粒数、收获指数。以每小区取样的20株穗粒重为理论产量。

各性状均以水分敏感指数(水—旱/旱 \times 100%)为基本观察值进行统计分析,对于百分数资料分析前进行的正态分布的 χ^2 测定,符合正态分布。统计分析模式及公式如下:

方差分析及协方差分析模式

变异来源	自 由 度	方 差	方 差 组 成	协方差	协 方 差 组 成
重 复 间	$r-1$				
品 种 间	$n-1$	V_1	$\sigma_e^2 + \gamma\sigma_g^2$	W_1	$CoVe + \gamma CoVg$
机 误	$(r-1)(n-1)$	V_2	σ_e^2	W_2	$CoVe$
总 变 异	$rn-1$				

* 本研究是吉林省农科院王进先研究员指导的研究生论文,承蒙武克忠老师的帮助,扶余县善友乡农科站提供方便,在此一并致谢。

$$\sigma^2_g = \frac{V_1 - V_2}{r}$$

$$\sigma^2_p = \sigma^2_e + \sigma^2_g$$

$$CoV_g = \frac{W_1 - W_2}{r}$$

$$CoV_p = CoV_e + CoV_g$$

$$\text{表型相关 } \gamma_{p1.2} = \frac{CoV_{p1.2}}{\sqrt{\sigma^2_{p1} \cdot \sigma^2_{p2}}}$$

$$\text{遗传相关 } \gamma_{g1.2} = \frac{CoV_{g1.2}}{\sqrt{\sigma^2_{g1} \cdot \sigma^2_{g2}}}$$

$$\text{环境相关 } \gamma_{e1.2} = \frac{CoV_{e1.2}}{\sqrt{\sigma^2_{e1} \cdot \sigma^2_{e2}}}$$

采用 Scott-Knott 聚类分析方法 (2) (12) 对品种进行分类, 以组内观察值不等资料的方差分析法对各性状进行类型间差异显著性检验。

试验结果

一、各品种的水浇和旱种产量及其水分生态型的划分

(一) 各品种水浇和旱种产量

各品种的水浇产量和旱种产量数据 (表 1) 表明, 在充分水浇条件下, 除极个别品种 (克丰二号) 因倒伏比旱种略有减产外, 其余所有品种均表现为不同程度的增产, 但幅度很不一致, 高的可达 73.7%, 低的仅 4.8%。从品种的绝对产量也可以看到: 一些品种, 如涿城一号、Erection 等, 在水浇条件下产量很高, 在旱种条件下, 产量很低; 一些品种, 如长春 335、新曙光一号等, 在旱种条件下产量较高, 在水浇条件下, 产量也较高; 另一些品种, 如 Tamworth、Betana 等, 旱种条件和水浇条件下的产量相差不大, 对水浇反应不敏感。上述结果与苗果园 (3) 和 Fischer (10) 的试验结论相一致, 说明品种间对水分反应存在差异。方差分析表明 (表 2): 这种差异极显著。

(二) 春小麦水分生态型的划分

上述结果表明春小麦品种间对水分反应存在本质差异。在产量的水分敏感指数方差分析显著的基础上, 采用 Scott-Knott 聚类分析方法, 对 30 个春小麦品种进行分类 (30 个品种分别以 1, 2, 3 …… 30 序号代表, 见表 1)。

30 个品种聚类分析式

$$\begin{array}{l}
 1, 2, 3 \dots\dots 30 \quad \lambda a = 66.6 \dots \\
 \left. \begin{array}{l}
 1, 2, 3 \dots\dots 10 \\
 11, 12, 13 \dots\dots 21 \\
 22, 23, 24 \dots\dots 30
 \end{array} \right\} \begin{array}{l}
 \lambda b = 16.4 \\
 \lambda c = 37.54 \dots \\
 \lambda e = 14.98
 \end{array} \\
 \left. \begin{array}{l}
 4, 5, 6 \dots\dots 10 \\
 11, 12, 13 \dots\dots 16 \\
 17, 18, 19 \dots\dots 21 \\
 22, 23, 24 \dots\dots 27 \\
 28, 29, 30
 \end{array} \right\} \begin{array}{l}
 \lambda d = 2.79 \\
 \lambda e = 14.98
 \end{array}
 \end{array}$$

表1 30个品种水浇、旱种产量

顺号	品 种	产量 (克)		敏感指数 (%)	
		水 浇	旱 种		
1	涿城一号	26.4	15.2	11.2	73.7
2	Erection	22.2	13.0	9.2	70.8
3	科春14号	25.0	16.0	9.0	56.3
4	吉春383	28.2	18.2	10	54.9
5	农大1017	24.0	14.6	8.4	53.8
6	龙78-8760	29.4	19.8	9.8	50.0
7	蛟河410	27.4	19.0	8.4	44.2
8	吉春346	27.2	19.6	8.2	43.2
9	吉春415	23.2	20.6	8.6	40.8
10	他诺瑞	25.4	18.4	7.0	38.0
11	龙78-8671	29.4	21.6	7.8	36.1
12	吉春335	26.4	19.8	6.6	33.3
13	新曙光一号	25.6	19.2	6.4	33.3
14	早红3-4	24.8	18.6	6.2	33.3
15	龙78-8748	25.6	19.4	6.2	32.0
16	NP16	27.6	21.0	5.5	31.4
17	京7646	24.0	18.6	5.4	29.0
18	吉春339	26.8	20.8	6.0	28.8
19	墨巴66	23.2	18.4	4.8	26.1
20	松花江二号	18.0	14.4	3.6	25.0
21	丰铃二号	17.8	14.4	3.4	23.6
22	辽春6号	21.0	17.8	3.2	18.0
23	Frencho	20.2	17.2	3.0	17.4
24	Anza	20.2	17.4	2.8	16.1
25	Timworth	19.6	17.8	1.8	10.1
26	合作七号	17.8	16.2	1.6	9.9
27	克早6号	19.8	18.0	1.6	8.8
28	Bella	19.6	18.0	1.0	5.6
29	庆余大青豆	17.6	18.3	0.8	4.8
30	克丰二号	17.4	18.4	-1.0	-5.4

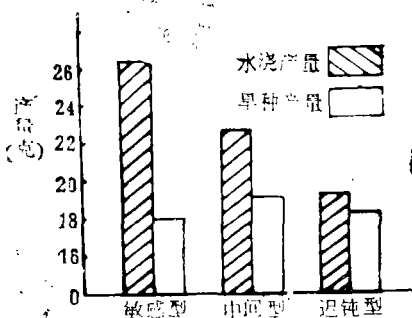
表2 方差分析表

变异来源	品 种 间	误 差	F
自由度	29	87	
产量	1553.0	272.6	5.69**
千粒重	528.7	65.7	8.05**
穗粒数	326.3	152.1	2.14**
经济系数	493.5	125.6	3.85**
每小穗粒数	307.7	155.2	1.93**
株高	179.2	125.1	1.46
穗长	35.21	30.3	1.16
小穗数	86.43	69.82	1.24

$F_{0.05} = 1.60$ $F_{0.01} = 1.94$

卡平方 (X^2) 显著平准: $X^2 a_{0.01} = 46.02$, $X^2 b_{0.05} = 16.6$, $X^2 c_{0.01} = 34.13$, $X^2 d_{0.05} = 17.8$, $X^2 e_{0.05} = 15.33$.

X^2 平准对λ值的显著性检验结果: 品种1, 2, 3……10与品种11, 12, 13……30之间差异极显著, 表明两组间的品种对水分反应有明显区别, 可以分为两个不同类群。进而对第一类进行了显著性检验, 但品种1, 2, 3和4, 5, 6……10间差异不显著, 为同一类型; 品种11, 12, 13……21与22, 23, 24……之间差异极显著, 说明它们属于两个不同的类型, 而每类型内 X^2 检验λ值均不显著。分类结果表明30个品种可划分三种类型。类型之内差异不显著, 是一个同质群, 各种类型之间差异极显著。各种类型的特点如图1。第一种类型(品种1—品种10)为敏感型, 水分敏感指数最大(73.7%~38.0%), 在水浇条件下产量潜力很高, 但抗旱性差, 旱种产量很低; 第二种类型(品种11—21)为中间型, 水分敏感指数居中(36.1%~23.6%), 水浇条件下产量较高, 旱种产量亦较好; 第三种类型(品种21—30)为迟钝型, 水分敏感指数最小(18%~5.4%), 抗旱性强, 旱种条件下有一定的产量, 但对水分反应不敏感, 增产不多。



二、性状与产量对水分反应的相关

为进一步分析各性状对水分的反应，及其与产量对水分反应的关系，我们调查了水浇和旱种条件下所有品种的收获指数、千粒重、穗粒数、每小穗粒数、结实小穗数、穗长、株高诸性状。各性状对水分反应的敏感指数方差分析表明（见表2）：千粒重、穗粒数、收获指数、每小穗粒数对水分反应在品种间差异极显著，而株高、穗长、小穗数对水分反应在品种间差异不显著，这些性状对水分反应和产量对水分反应的密切关系见表3，千粒重、穗粒数、收获指数、每小穗粒数与产量正相关，相关系数都在0.5873以上，均达极显著水平。说明这几个性状与品种产量对水分反应的关系极为密切，也就是说，在水、旱两种处理条件下，产量的变化趋势与这些性状的变化相一致，是受这些性状制约的。小穗数、穗长与产量对水分反应的关系，不如上述性状密切，相关系数仅为0.2233和0.2004，达显著水平。株高与产量对水分的反应呈负相关。一般情况下

表3 各性状与产量对水分反应的相关

性状间相关	表型相关	遗传相关	环境相关
千粒重 产量	0.6578**	0.9948	0.1815
穗粒数 产量	0.7569**	0.7754	0.8160
小穗数 产量	0.2233*	0.6731	0.1611
收获指数 产量	0.7339**	1.0183	0.4793
株高 产量	-0.0314	-0.6323	0.2202
穗长 产量	0.2004*	0.1431	0.2539
小穗粒数 产量	0.5874**	0.6445	0.6193

表型相关和遗传相关的正负方向基本是一致的，遗传相关系数的绝对值都较表型相关系数的绝对值大。我们的结果大都符合这个规律，仅穗长的遗传相关系数（0.1431）小于表型相关系数（0.2004），说明穗长对水分的反应和产量对水分反应的相关受环境干扰较大（ $rc = 0.2539$ ）。相关分析表明，产量对水分反应的变化与一些性状对水分反应的变化确有一定的关系，为此，在培育和选用不同类型的品种时，要注意对这些性状的选择。

致，遗传相关系数的绝对值都较表型相关系数的绝对值大。我们的结果大都符合这个规律，仅穗长的遗传相关系数（0.1431）小于表型相关系数（0.2004），说明穗长对水分的反应和产量对水分反应的相关受环境干扰较大（ $rc = 0.2539$ ）。相关分析表明，产量对水分反应的变化与一些性状对水分反应的变化确有一定的关系，为此，在培育和选用不同类型的品种时，要注意对这些性状的选择。

三、在水浇条件下以性状划分品种类型

采用Scott—K nott聚类分析方法，根据品种产量对水分反应的敏感指数，可将品种划分为三种不同类型，但必须在水、旱对应种植条件下鉴定。这种方法在育种和生产实践中直接应用较困难，不便推广利用。为此，在水浇条件下，我们又以三种类型作为处理（各处理内品种不等），每种类型内品种间差异做组内误差。四次重复水浇处理的平均数为基本观察值，对各性状进行类型内样本不等的方差分析。结果发现（表4）：收获指数、千粒重、每小穗粒数这三个性状的类型间差异极显著，株高类型间差异显著（这里是以水浇条件下各性状的绝对值分析的，而表2、表3是以相对值分析的），其它性状均不显著。因此可以用收获指数、千粒重、每小穗粒数和株高对各种水分生态型品种进行鉴定。

综上所述，以已知类型的典型品种为对照，在水浇条件下，根据株高、收获指

表4 各性状类型间差异显著性测验

变异来源	自由度	千粒重	收获指数	小穗粒数	株高	穗粒数	小穗数	穗长
类型间	2	140.03	0.0145	0.173	378.33	27.24	0.005	2.25
误差	27	15.497	0.017	0.0312	98.84	9.93	1.34	0.82
F 值		9.039**	8.529**	5.54**	3.83*	2.75	0.003	2.74

$F_{0.05} = 3.35$ $F_{0.01} = 5.53$

数、千粒重、每小穗粒数几个性状的差异显著性, 可以进行分类鉴定。

讨 论

1、国内外许多学者从不同角度研究了小麦对水分反应的特性。一些研究者用水、旱对应种植的方法, 以旱种和水浇产量的百分数, 比较了抗旱性的差异。如Fischer (1978) 37~86% (旱/水 \times 100%)、Bassiri (1979) 56.92~99.51% (旱/水 \times 100%)、苗果园 (1981) 40.1~78.9% (旱/水 \times 100%)、周肇基 (1979) 6.2~31.8% (水—旱/水 \times 100%) 等的结果普遍认为品种间存在很大差异。本试验结果也表明, 品种间对水分的反应存在显著差异, 反应敏感品种的敏感指数高达73.7%, 不敏感品种的敏感指数仅为4.8%, 方差分析进一步证明这种差异是极显著的遗传差异。在此基础上, 本文试用Scott—K nott聚类分析方法, 把30个春小麦品种对水分的反应划分为三种类型, 其结果与吉林农科院长期育种和生产实践的感性认识基本吻合。这种分法与L. S. D和邓肯氏等多重比较方法相比, 能够区别分明, 而多重比较互相交叉重叠, 不易区分归类⁽²⁾。

水分生态型的划分, 对育种和生产实践有重要的意义。我们把品种分为敏感型、中间型、迟钝型, 在育种实践中, 可以根据育种目标的需要选择不同类型的亲本; 在生产实践中, 可以根据各地的生产水平和水分条件选用适合本地区栽培的品种类型, 充分发挥品种特性, 有效地利用生态条件, 确保高产、稳产。敏感型品种的生产潜力很大, 但其旱种产量很低。迟钝型品种虽然抗旱, 但产量潜力低。而中间型品种在生产条件好, 水分供应充足的条件下, 会有较高的产量; 旱种条件产量也很高。此类品种比较稳定、适应性广。Keim等1979年, 根据美国俄勒冈州东部连续4年, 6个水分条件不同地区, 9个品种的试验结果分析, 曾指出: 理想的品种要有(1)在最不利的环境下, 能达到较高的产量, (2)对非常有利的条件反应敏感。他的试验中, Hyslop和McDermid两个品种, 在不利条件下, 平均产量较高, 在较好的条件下, 产量反应很好, 因此他认为这两个品种是适应性最广的品种。我们试验中的中间型品种的表现和Keim提出的理想型品种是相似的。鉴于我国北方春麦区生育前期普遍干旱, 年度间变化较大, 目前有水浇条件的地区特别是能科学用水的地区不多的特点, 我们认为, 当前应以中间型品种为主要育种目标。

2、许多学者的研究⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾认为可以用植株水分、渗透压、气孔数目和张度、维管束多少等性状, 鉴定品种对水分反应的差异。但是, 这些生理性状在育种和生产实践中直接应用较困难, 为便于从形态特征直接观察品种对水分反应的特性, 一些研究者对形态性状进行了研究。Fischer (1979) 利用性状与干旱产量的表型、遗传相关和多元回归分析, 指出可以利用直观性状进行提高干旱产量的选择。本研究分析了各性状的敏感指数与产量敏感指数的相关, 也认为可以通过性状对各种水分生态型进行鉴定, 但旱种条件性状的表现, 即受地区和年度间降雨量变化的制约, 又受土壤保水性条件的限制, 性状的表现不易掌握, 而充分水浇条件, 可以通过灌溉来控制, 性状表现较稳定。为此, 在水浇条件下, 可根据株高、千粒重、小穗粒数、收获指数各性状类型间的差异显著性检验, 对品种进行水分反应特性的分类。

参 考 文 献

- (1) 周肇基: 1979, 鉴定小麦品种抗旱性的方法, 植物杂志, (1): 6。
- (2) 任正隆: 1979, 一个用于均数分组的聚类分析方法, 四川农业科技, (3): 35~42。
- (3) 苗果园: 1981, 小麦抗旱形态指标的初步观察, 山西农业科学, (8): 2—5。
- (4) 白守信: 1981, 春小麦品种的抗旱性比较研究, 1(2): 46—51。
- (5) Abdollah Bassiri and Aratoonnaz Nahapetian; 1979, Influences of Irrigation Regimens on Phytate and Mineral Contents of Wheat Grain and Estimates of Genetic Parameters, *Agricultural Food Chemistry*, 27(5)。
- (6) D.L.Keim and W.E.Kronstad; 1979, Drought Resistance and Dryland Adaption in Winter Wheat, *Crop Science* 19; 574—76。
- (7) D.L.Keim and W.E.Kronstad; 1981, Drought Response of Winter Wheat Cultivars Grown under Field stress Condition, *Crop Science* 21(1): 11—14。
- (8) G. B. Adlei and M.B.Kivkham; 1980, Evaluation of winter wheat Cultivars for Drought Resistance, *Euphytica*, (29): 155—160。
- (9) Jones, H.G.; 1977, Aspects of the Water Relations of Spring Wheat in Response to Induced drought, *Journal Agricultural Science*, 88。
- (10) R.A.Fischer and R.Maure; 1978, Drought Resistance in Spring Wheat Cultivars. I. Grain Yield Response, *Australia Agricultural Research*, 29(5): 897—912。
- (11) R.A.Fischer and J.T.Wood; 1979, Drought Resistance Spring Wheat Cultiva. II. Yield Associations With Morpho—Physiological Traits, *Australia Agriculture Research*, 30(6): 1001—1020。
- (12) Scott, A.J.and Knott, M.: 1974, A cluster Analysis Method for Grouping Mean, *Biometrics*, 30(3): 507。