



薛菁芳. 节水条件下水稻主要农艺性状变化及耐旱品种筛选[J]. 黑龙江农业科学, 2020(10):1-10.

# 节水条件下水稻主要农艺性状变化及耐旱品种筛选

薛菁芳

(黑龙江省农业科学院 水稻研究所/农业部寒地粳稻冷害科学观测实验站, 黑龙江 佳木斯 154026)

**摘要:**为筛选出适宜黑龙江省各积温带种植的节水抗旱水稻品种(系),通过研究常规灌溉和节水抗旱栽培模式下与水稻生产密切相关的农艺性状指标的变化,探讨了水稻品种(系)的抗旱性。结果表明:节水抗旱处理较常规灌溉大部分品种(系)的株高、分蘖数、总粒数和实粒数均降低。通过综合抗旱力指数和多重比较的分析,筛选出适合各积温带种植的抗旱水稻品种(系),可为黑龙江省水稻抗旱栽培和育种的亲本选择提供一定的研究基础。

**关键词:**黑龙江省;水稻;节水抗旱;筛选

黑龙江省是我国缺水比较严重的省份,多年平均水资源总量为 772.2 亿  $\text{m}^3$ <sup>[1]</sup>。人均占有水资源为 2 086  $\text{m}^3$ ,耕地占有水资源为 6 810  $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ ,均低于全国平均水平,分别位居全国第 13 位和第 19 位<sup>[2]</sup>。黑龙江省作为我国的农业大省,农业用水量占总用水量的 73.3%,主要以水稻用水为主体,占农业用水的 93%<sup>[3]</sup>,水资源正成为制约黑龙江省稻作持续发展的重要因素。黑龙江省 2019 年现有水田面积 290 万  $\text{hm}^2$ ,预计在 2020 年水田面积增加到 333 万  $\text{hm}^2$ ,水稻面积的增加意味着需水量的增大,要满足水稻用水量的需求,一方面要大力加强水利工程建设,增加可利用水量,这是一个缓慢的过程,另一方面要加强培育抗旱的水稻品种,提高目前水资源的利用率。

国内外对水稻品种抗旱机理及筛选指标进行了大量研究<sup>[4-10]</sup>,但目前关于现有主栽品种(系)中的抗旱品种筛选的研究报道较少。本文通过比较研究黑龙江省各积温带主栽品种(系),对节水抗旱处理和常规灌溉两种水分管理条件下的农艺性状和综合抗旱指数进行比较,以期筛选出适合黑龙江省各积温带的水稻抗旱品种(系),为水稻节水抗旱栽培及抗旱品种选育提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

本试验于 2017 年进行,第一积温区地点:哈

尔滨试验区;第二积温区地点:庆安试验区;第三、四、五积温区地点:佳木斯水稻所试验区。哈尔滨和庆安地块每个品种种植 25  $\text{m}^2$ ,佳木斯每个品种种植 40  $\text{m}^2$ 。除不同灌水处理外,其它管理同大田生产。

### 1.2 材料

第一积温区品种(9 个):龙稻 13、龙稻 16、龙稻 20、龙稻 23、龙稻 24、龙稻 25、松粳 3 号、五优稻 4 号和龙洋 16。

第二积温区品种(系)(15 个):绥粳 4 号、绥粳 17、绥粳 18、北稻 7 号、龙粳 21、龙粳 55、稼禾 813、寒粳香、绥育 5586、绥育 9146、绥 11151、绥锦 089290、龙交 07134、龙粳 3767 和龙粳 2204。

第三积温区品种(系)(25 个):龙粳 20、龙粳 25、龙粳 26、龙粳 29、龙粳 31、龙粳 39、龙粳 43、龙粳 46、龙粳 50、龙粳 51、龙粳 52、龙粳 56、龙粳 57、龙粳 58、龙粳 59、龙粳 60、绥粳 15、龙生 04021、龙生 03010、龙交 08119、龙丰 12500、龙粳 3047、龙粳 1491、龙粳 3100 和龙粳 1424。

第四积温区品种(系)(15 个):龙粳 24、龙粳 47、龙粳 48、龙粳 61、龙育 06087、龙交 13S6、龙丰 12393、龙粳 4298、龙粳 3033、龙粳 4556、龙粳 3007、龙粳 2401、龙粳 1437、龙粳 1525 和龙粳 2403。

第五积温区品系(2 个):龙粳 1504 和龙粳 4344。

### 1.3 方法

1.3.1 试验设计 设置常规灌溉和插秧后无水层管理(除草施肥时除外)两种不同灌溉方式,以常规灌溉作为对照。整个生育期内共灌水 18 次,常规灌溉全生育期总灌水量为 540.27  $\text{m}^3$ ,节水抗旱处理(即插秧后无水层管理)全生育期总灌水

收稿日期:2020-07-25

基金项目:国家重点研发计划项目(2016YFC0400108-3);黑龙江省自然科学基金项目(LH2019C063);黑龙江省农业科学院院级课题(2018KYJL021);国家科技重大专项黑龙江省资助(GX17B010);黑龙江省省级领军人才梯队后备带头人资助(2017);黑龙江省现代农业产业技术协同创新推广体系(2019)。

作者简介:薛菁芳(1978-),女,博士,副研究员,从事水稻育种和栽培技术研究。E-mail:xuejingfang147@163.com。



量为 280.14 m<sup>3</sup>。

1.3.2 测定项目及方法 田间调查:记录各品种(系)播种期、分蘖期、抽穗期和成熟期各关键时期的出现日期。

茎蘖动态:从插秧后开始,先查出基本苗数,至齐穗期后 10 d,每 7 d 调查 1 次茎蘖数,每个处理 3 个重复,每重复调查 1 点,每点连续 5 穴定位。

产量性状考查:每个处理 3 个重复,每个重复查 5 穴,测量株高,调查计算每穴平均有效穗数,按平均有效穗数为标准取 3 穴。将 3 穴的穗混放,从中取出大小一致中等穗 10 个,测定其每穗长、实粒数、秕粒数和空粒数等性状。计算每穗粒数、结实率、千粒重等指标。

品种的抗旱性评价:品种耐旱性的鉴定方法采用周毓衍等<sup>[11]</sup>提出的水稻综合抗旱力指数 K 值,综合抗旱力指数(K)鉴定品种在水分胁迫下的抗旱水平,其计算公式:

$$K(\%) = [(H \times G) / C] \times 100.$$

相对出穗日数(C,%)=早种时的出穗日数/水栽时的出穗日数×100;相对株高(H,%)=早

种时株高/水栽时株高×100;相对结实率(G,%)=早种时的结实率/水栽时的结实率×100。

1.3.3 数据分析 采用 Excel 2003 和 DPS 7.05 软件进行数据整理及差异性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 节水条件下主要农艺性状指标的变化

2.1.1 第一积温带节水条件下水稻品种农艺性状指标的变化 从表 1 可以看出,第一积温带节水处理条件下参试品种的株高除龙稻 20 其余均有所降低,降低的幅度为 7.0~35.4 cm;穗长除龙稻 20 和龙洋 16 其余均缩短,缩短的幅度为 0.6~8.6 cm;分蘖的变化,节水处理条件下的分蘖均低于常灌处理条件下的分蘖,降低幅度为 0.1~18.4 个,五优稻 4 号分蘖降低的幅度最小,差距为 0.1 个;节水处理下的总粒数、实粒数大多数低于常灌处理下总粒数、实粒数,总粒数降低幅度为 5.9~38.5 粒,龙稻 24 总粒数降低幅度最小;实粒数降低幅度为 1.4~30.0 粒,龙稻 25 实粒数降低幅度最小;节水处理条件下的千粒重均高于常规灌溉处理,增加的幅度为 0.3~5.4。

表 1 第一积温带水稻品种节水条件下农艺性状指标的变化

Table 1 Changes of agronomic character index of rice varieties in the first accumulated temperature zone under water saving conditions

区域 Zone	类别 Type	品种 Varieties	处理 Treatments	株高 Plant height/cm	穗长 Panicle length/cm	每穴分蘖数 Tillers per hill	每穗总粒数 Total grains per panicle	每穗实粒数 Grains per panicle	千粒重 1000-grain weight/g
一积	审定	龙稻 13	常灌	114.3 a	21.2 a	23.4 a	133.8	122.6	22.7 a
			节水	95.1 a	19.5 a	5.0 b	99.2	94.0	23.9 a
一积	审定	龙稻 16	常灌	124.2 a	27.4 a	23.0 a	130.7	66.2	20.9 b
			节水	117.2 a	18.8 b	21.8 a	112.3	90.7	26.2 a
一积	审定	龙稻 20	常灌	112.2 a	19.1 a	23.1 a	96.8	86.8	22.6 a
			节水	114.3 a	22.0 a	17.3 a	127.6	116.4	23.2 a
一积	审定	龙稻 23	常灌	119.8 a	20.6 a	15.0 a	127.1	115.6	27.7 a
			节水	84.4 b	18.2 a	3.1 b	92.1	85.6	30.4 a
一积	审定	龙稻 24	常灌	114.1 a	20.0 a	20.4 a	168.7	116.1	15.7 b
			节水	106.0 a	19.2 a	19.0 a	162.8	148.1	21.1 a
一积	审定	龙稻 25	常灌	121.7 a	20.9 a	23.2 a	153.9	109.3	23.1 a
			节水	107.8 b	18.7 a	14.5 a	115.4	107.9	26.0 a
一积	审定	松粳 3 号	常灌	102.9 a	14.7 a	25.4 a	152.5	114.4	21.5 a
			节水	94.3 a	13.9 a	17.0 a	121.8	110.2	23.0 a
一积	审定	五优稻 4 号	常灌	132.5 a	19.7 a	22.9 a	118.1	81.4	24.6 a
			节水	124.0 a	19.1 a	22.8 a	109.1	87.6	24.9 a
一积	审定	龙洋 16	常灌	129.7 a	23.1 a	10.8 a	166.7	142.1	24.9 a
			节水	109.5 b	23.6 a	2.4 b	168.4	149.6	26.5 a

注:同列不同小写字母代表 0.05 水平差异显著,下同。

Note: Different lowercase in the same line indicate significant difference, the same below.

2.1.2 第二积温带节水条件下水稻品种农艺性状指标的变化 从表 2 可以看出,第二积温带节水处理条件下仅 8 个参试品种(系)的株高有所降低,降低的幅度为 0.1~10.3 cm;6 个参试品种(系)的穗长缩短,缩短的幅度为 0.3~0.8 cm;分蘖的变化,除绥梗 4 号、绥梗 18 和绥 11151 其余品种(系)均低于常灌处理条件下的分蘖,降低幅度为 0.4~6.0 个,北稻 7 号分蘖降低的幅度最

小,差距为 0.4 个;节水处理下仅 7 个品种(系)总粒数低于常灌处理下总粒数,降低幅度为 0.8~24.1 粒,绥梗 17 总粒数降低幅度最小;节水处理下大多数品种(系)的实粒数均低于常灌处理下实粒数,降低幅度为 1.0~26.0 粒,绥梗 17 实粒数降低幅度最小;节水处理条件下的千粒重与常灌处理条件下千粒重的差异不大。

表 2 第二积温带水稻品种节水条件下农艺性状指标的变化

Table 2 Changes of agronomic character index of rice varieties in the second accumulated temperature zone under water saving conditions

区域 Zone	类别 Type	品种 Varieties	处理 Treatments	株高 Plant height/cm	穗长 Panicle length/cm	每穴分蘖数 Tillers per hill	每穗总粒数 Total grains per panicle	每穗实粒数 Grains per panicle	千粒重 1000-grain weight/g
二积	审定	绥梗 4 号	常灌	94.9 b	16.7 a	20.3 a	81.1	73.2	25.5 a
			节水	105.7 a	17.7 a	22.9 a	89.1	78.0	25.6 a
二积	审定	绥梗 17	常灌	96.3 a	17.6 a	16.7 a	87.4	78.8	26.3 a
			节水	96.9 a	17.7 a	15.6 a	86.6	77.8	26.5 a
二积	审定	绥梗 18	常灌	105.4 a	17.0 a	16.8 a	89.5	82.3	24.7 a
			节水	108.8 a	17.7 a	16.9 a	97.1	84.9	24.3 a
二积	审定	北稻 7 号	常灌	117.2 a	19.5 a	14.9 a	91.2	85.9	28.8 a
			节水	122.8 a	21.7 a	14.5 a	101.1	90.3	28.2 a
二积	审定	龙粳 21	常灌	112.1 a	16.7 a	18.4 a	90.2	82.8	25.4 a
			节水	111.0 a	17.3 a	16.3 a	97.2	90.9	24.0 a
二积	审定	龙粳 55	常灌	110.2 a	17.3 a	18.5 a	108.9	90.8	26.9 a
			节水	105.6 a	16.7 a	16.1 a	94.5	80.4	26.9 a
二积	审定	稼禾 813	常灌	105.6 a	17.9 a	16.2 a	99.7	92.8	25.3 a
			节水	102.7 a	18.6 a	15.7 a	93.1	88.0	25.4 a
二积	审定	寒梗香	常灌	105.5 a	21.9 a	20.7 a	105.1	88.4	25.6 a
			节水	108.9 a	21.6 a	19.2 a	91.1	71.0	25.3 a
二积	生试	绥育 5586	常灌	107.3 a	19.0 a	22.5 a	111.7	95.6	21.2 a
			节水	104.5 a	18.2 a	21.6 a	117.2	100.5	20.4 a
二积	生试	绥育 9146	常灌	101.4 a	18.2 a	21.9 a	90.8	81.8	26.4 a
			节水	100.0 a	17.6 a	20.8 a	87.4	75.6	25.7 a
二积	生试	绥 11151	常灌	96.0 a	17.7 a	20.6 a	110.9	87.8	27.2 a
			节水	100.4 a	17.2 a	21.0 a	111.4	78.1	27.7 a
二积	生试	绥锦 089290	常灌	106.9 a	17.1 a	16.6 a	87.3	79.5	25.6 a
			节水	107.5 a	18.2 a	15.8 a	88.6	82.8	25.3 a
二积	生试	龙交 07134	常灌	106.4 a	17.1 a	21.5 a	97.6	90.9	23.7 a
			节水	96.1 a	16.4 a	20.7 a	75.6	70.4	24.6 a
二积	二区	龙粳 3767	常灌	101.2 a	14.4 a	23.4 a	113.8	101.0	22.4 a
			节水	101.1 a	15.3 a	17.4 b	89.7	75.0	24.3 a
二积	二区	龙粳 2204	常灌	108.1 a	18.4 a	20.8 a	94.9	87.2	27.3 a
			节水	105.9 a	18.4 a	17.2 a	103.1	82.3	26.9 a



2.1.3 第三积温带节水条件下水稻品种农艺性状指标的变化 从表 3 可以看出,第三积温带节水处理条件下 17 个参试品种(系)的株高有所降低,降低的幅度为 0.6~8.5 cm;仅 8 个参试品种(系)的穗长缩短,缩短的幅度为 0.1~1.0 cm;分蘖的变化,14 个品种(系)均低于常灌处理条件下的分蘖,降低幅度为 0.3~8.6 个,龙粳 56 分蘖降低的幅度最小,差距为 0.3 个;节水处理下 12 个

品种(系)总粒数低于常灌处理下总粒数,降低幅度为 0.1~28.9 粒,龙粳 20 总粒数降低幅度最小;节水处理下仅 10 个品种(系)的实粒数低于常灌处理下实粒数,降低幅度为 0.7~26.7 粒,龙粳 1424 实粒数降低幅度最小;节水处理条件下仅 7 个品种(系)的千粒重低于与常灌处理条件下的千粒重,降低幅度为 0.4~2.4 g。

表 3 第三积温带水稻品种节水条件下农艺性状指标的变化

Table 3 Changes of agronomic character index of rice varieties in the third accumulated temperature zone under water saving conditions

区域 Zone	类别 Type	品种 Varieties	处理 Treatments	株高 Plant height/cm	穗长 Panicle length/cm	每穴分蘖数 Tillers per hill	每穗总粒数 Total grains per panicle	每穗实粒数 Grains per panicle	千粒重 1000-grain weight/g
三积	审定	龙粳 20	常灌	95.1 a	16.4 a	29.8 a	81.1	71.0	24.5 a
			节水	95.8 a	16.9 a	21.2 a	81.0	74.9	25.6 a
三积	审定	龙粳 25	常灌	100.8 a	14.8 a	30.1 a	82.8	75.1	23.5 a
			节水	94.3 a	14.3 a	24.7 a	71.6	67.8	25.1 a
三积	审定	龙粳 26	常灌	107.8 a	17.8 a	23.5 a	90.6	76.9	26.4 a
			节水	105.1 a	16.8 a	19.9 a	85.3	78.6	27.4 a
三积	审定	龙粳 29	常灌	106.1 a	17.8 a	26.1 a	97.5	74.6	25.0 a
			节水	100.3 a	18.2 a	18.7 a	97.5	81.3	26.7 a
三积	审定	龙粳 31	常灌	106.7 a	15.1 a	19.2 a	97.1	90.3	24.2 a
			节水	98.2 a	16.2 a	17.8 a	104.0	93.7	24.2 a
三积	审定	龙粳 39	常灌	107.1 a	15.2 a	21.7 a	86.7	77.9	27.0 a
			节水	99.1 a	16.8 a	16.2 a	109.6	93.8	27.3 a
三积	审定	龙粳 43	常灌	105.2 a	14.5 a	20.7 a	99.5	81.8	23.5 a
			节水	98.0 a	15.9 a	17.4 a	104.3	85.5	24.2 a
三积	审定	龙粳 46	常灌	105.6 a	15.3 a	15.0 a	90.8	82.7	28.0 a
			节水	100.5 a	15.9 a	15.1 a	90.9	80.6	27.2 a
三积	审定	龙粳 50	常灌	104.4 a	15.1 a	13.8 a	97.3	90.4	25.9 a
			节水	98.4 a	17.1 a	12.2 a	107.4	94.1	26.0 a
三积	审定	龙粳 51	常灌	103.3 a	16.9 a	15.0 a	101.7	72.8	27.1 a
			节水	98.6 a	16.9 a	15.4 a	96.3	77.3	27.8 a
三积	审定	龙粳 52	常灌	99.1 a	15.7 a	20.0 a	107.2	86.7	22.3 a
			节水	99.1 a	15.6 a	23.4 a	98.8	75.3	23.9 a
三积	审定	龙粳 56	常灌	104.5 a	16.6 a	17.4 a	107.0	92.9	24.5 a
			节水	100.0 a	16.4 a	17.1 a	102.0	91.0	24.9 a
三积	审定	龙粳 57	常灌	102.3 a	17.8 a	20.3 a	95.6	84.2	25.4 a
			节水	98.1 a	18.3 a	22.4 a	91.3	85.1	26.9 a
三积	审定	龙粳 58	常灌	100.7 a	14.8 a	24.2 a	88.0	72.8	24.2 a
			节水	101.4 a	15.8 a	22.3 a	87.6	76.7	25.1 a

续表 3

区域 Zone	类别 Type	品种 Varieties	处理 Treatments	株高 Plant height/cm	穗长 Panicle length/cm	每穴分蘖数 Tillers per hill	每穗总粒数 Total grains per panicle	每穗实粒数 Grains per panicle	千粒重 1000-grain weight/g
三积	审定	龙粳 59	常灌	104.6 a	17.3 a	20.6 a	98.3	85.3	25.9 a
			节水	101.4 a	19.0 a	23.1 a	108.7	95.3	26.3 a
三积	审定	龙粳 60	常灌	102.3 a	14.9 a	25.2 a	90.4	78.4	25.7 a
			节水	98.5 a	16.3 a	21.5 a	98.2	90.8	26.2 a
三积	审定	绥粳 15	常灌	104.5 a	18.9 a	19.0 a	78.9	71.4	27.0 a
			节水	106.8 a	19.3 a	22.3 a	90.8	76.5	25.0 a
三积	生试	龙生 04021	常灌	111.7 a	18.3 a	16.8 a	104.0	96.0	27.2 a
			节水	111.1 a	18.1 a	14.7 a	101.8	93.6	27.6 a
三积	生试	龙生 03010	常灌	104.7 a	15.1 a	14.0 a	89.6	83.5	25.2 a
			节水	104.9 a	15.1 a	16.6 a	95.7	88.4	24.4 a
三积	生试	龙交 08119	常灌	99.3 a	17.1 a	21.3 a	107.2	90.3	26.4 a
			节水	106.5 a	16.1 a	22.5 a	78.3	63.6	25.1 a
三积	生试	龙丰 12500	常灌	101.3 a	17.0 a	15.8 a	109.2	101.2	26.1 a
			节水	106.3 a	18.0 a	16.3 a	123.3	115.1	26.3 a
三积	二区	龙粳 3047	常灌	100.2 a	15.5 a	19.7 a	96.2	87.8	24.7 a
			节水	97.9 a	14.7 a	18.6 a	102.5	80.0	22.3 a
三积	二区	龙粳 1491	常灌	108.0 a	16.8 a	13.5 a	146.0	129.8	26.2 a
			节水	103.3 a	17.3 a	15.5 a	128.6	114.8	26.5 a
三积	二区	龙粳 3100	常灌	100.5 a	15.0 a	24.2 a	92.4	82.1	27.7 a
			节水	96.7 a	15.5 a	20.4 a	87.9	75.1	27.3 a
三积	二区	龙粳 1424	常灌	98.8 a	16.7 a	17.7 a	98.6	89.3	26.0 a
			节水	99.3 a	16.0 a	18.1 a	102.9	88.6	24.6 a

2.1.4 第四和第五积温带节水条件下水稻品种农艺性状指标的变化 从表 4 可以看出,第四积温带节水处理条件下 12 个参试品种(系)的株高有所降低,降低的幅度为 0.4~8.4 cm;仅 7 个参试品种(系)的穗长缩短,缩短的幅度为 0.1~1.1 cm;分蘖的变化,13 个品种(系)均低于常灌处理条件下的分蘖,降低幅度为 0.2~9.0 个,龙粳 1504 分蘖降低的幅度最小,差距为 0.2 个;节水处理下 11 个品种(系)总粒数低于常灌处理下总粒数,降低幅度为 3.6~21.4 粒,龙粳 48 总粒数降低幅度最小;节水处理下 10 个品种(系)的实粒数低于常灌处理下实粒数,降低幅度为 5.6~21.4 粒,龙育 06087 实粒数降低幅度最小;节水处理条件下仅 9 个品种(系)的千粒重低于与常灌处理条件下的千粒重,降低幅度为 0.1~1.7 g。第五积温带 2 个品系中,节水抗旱处理条件下使龙粳 1504 除了株高有所增加外,其余指标均降

低,龙粳 4344 的株高和分蘖数有所降低。

2.2 节水抗旱处理的综合抗旱指数分析

综合抗旱力指数反映了品种各性状的综合抗旱力,其值越大,品种的综合抗旱力水平越高。由表 5 可知,各积温带水稻品种(系)间综合抗旱力指数差异较大,其中第一积温带有 6 个品种综合抗旱力指数超过 100%,分别为龙稻 24、龙稻 25、松粳 3 号、龙稻 20、五优稻 4 号和龙稻 16,相对理论产量和相对实测产量有 2 个品种表现较好,分别是龙稻 16 和龙稻 24;第二积温带有 6 个品种(系)综合抗旱力指数超过 100%,分别为绥锦 089290、绥粳 18、北稻 7 号、龙粳 21、绥粳 17 和绥粳 4 号,相对实测产量有 4 个品种(系)大于 100%,分别是绥粳 4 号、龙粳 55、绥粳 18 和龙交 07134;第三积温带有 12 个品种(系)综合抗旱力指数超过 100%,分别为龙粳 51、绥粳 15、龙粳 56、龙粳 20、龙粳 26、龙粳 43、龙粳 58、龙粳 25、龙

表 4 第四和第五积温带水稻品种节水条件下农艺性状指标的变化

Table 4 Changes of agronomic character index of rice varieties in the fourth and fifth accumulated temperature zone under water saving conditions

区域 Zone	类别 Type	品种 Varieties	处理 Treatments	株高 Plant height/cm	穗长 Panicle length/cm	每穴分蘖数 Tillers per hill	每穗总粒数 Total grains per panicle	每穗实粒数 Grains per panicle	千粒重 1000-grain weight/g
四积	审定	龙粳 24	常灌	106.4 a	18.5 a	25.5 a	102.7	76.1	23.5 a
			节水	101.7 a	20.2 a	16.9 b	109.0	96.9	26.1 a
四积	审定	龙粳 47	常灌	104.1 a	14.7 a	23.4 a	92.4	83.2	23.4 a
			节水	95.7 a	15.4 a	20.0 a	108.1	98.2	22.7 a
四积	审定	龙粳 48	常灌	95.8 a	16.1 a	20.6 a	85.7	68.6	23.9 a
			节水	88.0 a	16.1 a	17.6 a	82.1	76.4	26.6 a
四积	审定	龙粳 61	常灌	100.0 a	16.8 a	15.3 a	128.5	111.2	22.8 a
			节水	104.6 a	16.8 a	16.5 a	111.2	98.8	23.3 a
四积	生试	龙育 06087	常灌	100.2 a	17.7 a	24.0 a	94.0	81.7	25.9 a
			节水	98.3 a	17.0 a	22.0 a	88.9	76.1	24.2 a
四积	生试	龙交 13S6	常灌	102.2 a	15.9 a	20.9 a	103.6	85.1	21.7 a
			节水	101.8 a	16.7 a	21.6 a	115.2	103.0	22.8 a
四积	生试	龙丰 12393	常灌	102.8 a	16.4 a	17.2 a	100.7	91.2	27.5 a
			节水	101.4 a	15.3 a	15.3 a	89.6	81.7	27.3 a
四积	二区	龙粳 4298	常灌	99.2 a	17.7 a	22.3 a	105.2	98.7	25.7 a
			节水	97.8 a	17.5 a	19.3 a	89.0	76.9	25.3 a
四积	二区	龙粳 3033	常灌	97.9 a	15.6 a	18.9 a	98.5	87.6	24.3 a
			节水	98.6 a	16.1 a	16.9 a	110.5	90.8	24.3 a
四积	二区	龙粳 4556	常灌	94.2 a	18.8 a	19.9 a	101.8	95.6	26.2 a
			节水	101.4 a	18.7 a	19.2 a	85.6	75.1	25.4 a
四积	二区	龙粳 3007	常灌	101.0 a	14.9 a	20.7 a	74.1	70.1	26.9 a
			节水	105.2 a	15.5 a	11.7 b	85.0	74.1	26.4 a
四积	二区	龙粳 2401	常灌	101.5 a	15.0 a	14.2 a	94.5	88.0	27.0 a
			节水	96.3 a	16.0 a	18.3 a	73.1	67.4	28.5 a
四积	二区	龙粳 1437	常灌	98.6 a	17.2 a	19.8 a	92.1	86.9	25.6 a
			节水	94.3 a	17.0 a	22.9 a	79.1	73.4	26.5 a
四积	二区	龙粳 1525	常灌	108.6 a	17.9 a	20.7 a	104	98.2	25.4 a
			节水	104.6 a	17.6 a	15.6 a	85.9	79.4	25.3 a
四积	二区	龙粳 2403	常灌	99.7 a	16.2 a	21.4 a	91.0	87.5	24.3 a
			节水	92.1 a	15.4 a	20.0 a	74.3	66.1	23.6 a
五积	二区	龙粳 1504	常灌	94.7 a	15.0 a	15.7 a	104.4	98.2	26.1 a
			节水	98.7 a	14.0 a	15.5 a	97.3	85.5	25.3 a
五积	二区	龙粳 4344	常灌	94.8 a	14.0 a	17.3 a	79.7	74.6	24.5 a
			节水	92.9 a	15.3 a	16.9 a	95.3	84.5	25.3 a



交 08119、龙丰 12500、龙粳 3100 和龙粳 1424,相对实测产量有 13 个品种(系)大于 100%,分别是龙粳 50、绥粳 15、龙粳 59、龙粳 46、龙粳 51、龙粳 52、龙粳 60、龙粳 20、龙粳 26、龙交 08119、龙丰 12500、龙粳 1424 和龙粳 3047;第四积温带有 8 个品种(系)综合抗旱力指数超过 100%,分别为龙粳 4298、龙粳 2401、龙粳 1525、龙粳 24、龙粳

1437、龙粳 4556、龙交 13S6 和龙粳 61,相对实测产量有 8 个品种(系)大于 100%,分别是龙粳 48、龙粳 47、龙粳 61、龙交 13S6、龙育 06087、龙粳 2403、龙粳 4556 和龙粳 1525;第五积温带试验的 2 个品系龙粳 1504 和龙粳 4344 的综合抗旱力指数都超过 100%,龙粳 1504 的相对实测产量超过 100%。

表 5 不同品种节水条件下产量变化及综合抗旱力指数

Table 5 Yield change and comprehensive drought resistance index of different varieties under water-saving conditions

区域 Zone	类别 Type	品种 Varieties	相对出穗 日数 C/%	相对株 高 H/%	相对结实 率 G/%	相对理论产量 Relative theoretical yield/%	相对实测产量 Relative measured yield/%	综合抗旱 力指数 K
一积	审定	龙稻 23	90.0	70.4	101.1	34.3	88.5	79.2
一积	审定	龙洋 16	92.6	84.5	103.2	74.8	57.0	94.2
一积	审定	龙稻 13	90.0	83.2	102.6	54.6	53.1	94.8
一积	审定	龙稻 24	93.1	92.9	110.5	119.1	105.5	110.2
一积	审定	龙稻 25	93.1	88.6	117.5	69.5	72.8	111.8
一积	审定	松粳 3 号	92.6	91.7	115.2	83.2	89.4	114.1
一积	审定	龙稻 20	90.0	101.9	102.4	109.9	85.9	116.0
一积	审定	五优稻 4 号	93.9	93.6	118.2	85.1	97.6	117.7
一积	审定	龙稻 16	93.9	94.3	146.0	96.2	115.5	146.6
二积	生试	龙交 07134	100.0	90.3	99.7	78.9	104.4	90.1
二积	生试	绥 11151	100.0	104.5	86.6	91.7	89.6	90.6
二积	二区	龙粳 2204	100.0	98.0	93.7	93.1	91.9	91.8
二积	二区	龙粳 3767	100.0	99.9	97.8	80.1	91.1	97.7
二积	生试	绥育 5586	100.0	97.4	100.7	95.6	88.7	98.1
二积	审定	寒粳香	100.0	103.2	95.9	91.6	95.3	99.0
二积	生试	绥育 9146	100.0	98.6	100.4	82.2	82.9	99.1
二积	审定	龙粳 55	100.0	95.8	103.5	105.7	105.1	99.2
二积	审定	稼禾 813	100.0	97.3	102.7	64.2	93.9	99.8
二积	生试	绥锦 089290	100.0	100.6	100.1	98.6	99.7	100.7
二积	审定	绥粳 18	100.0	103.2	98.9	97.7	100.1	102.1
二积	审定	北稻 7 号	100.0	104.8	98.9	121.2	94.1	103.6
二积	审定	龙粳 21	95.0	99.0	100.1	100.6	84.9	104.3
二积	审定	绥粳 17	95.2	100.6	99.4	89.9	96.3	105.0
二积	审定	绥粳 4 号	100.0	111.4	98.8	104.9	111.0	110.0
三积	二区	龙粳 3047	100.0	97.7	91.7	100.9	100.2	89.6
三积	审定	龙粳 31	100.0	92.0	99.3	115.1	97.8	91.4
三积	审定	龙粳 46	100.0	95.2	96.2	93.3	109.9	91.5
三积	审定	龙粳 50	100.0	94.3	97.6	104.2	121.2	92.0
三积	审定	龙粳 39	94.7	92.5	95.3	112.2	90.7	93.1

续表 5

区域 Zone	类别 Type	品种 Varieties	相对出穗 日数 C/%	相对株 高 H/%	相对结实 率 G/%	相对理论产量 Relative theoretical yield/%	相对实测产量 Relative measured yield/%	综合抗旱 力指数 K
三积	审定	龙粳 52	100.0	100.0	95.3	95.4	107.0	95.3
三积	二区	龙粳 1491	100.0	95.6	99.9	102.9	87.1	95.5
三积	审定	龙粳 29	100.0	94.5	101.6	96.9	98.0	96.0
三积	审定	龙粳 57	100.0	95.9	101.4	95.7	95.6	97.2
三积	审定	龙粳 60	100.0	96.3	101.4	120.3	104.3	97.7
三积	生试	龙生 04021	100.0	99.5	98.2	84.7	93.0	97.7
三积	生试	龙生 03010	100.0	100.2	98.6	102.9	90.1	98.8
三积	审定	龙粳 59	100.0	96.9	102.9	120.9	110.8	99.7
三积	二区	龙粳 1424	100.0	100.5	99.5	94.3	101.3	100.0
三积	审定	龙粳 25	94.4	93.6	101.1	77.7	91.6	100.2
三积	审定	龙粳 58	100.0	100.7	99.9	106.7	97.9	100.6
三积	审定	龙粳 43	94.4	93.2	102.2	122.2	98.6	100.8
三积	二区	龙粳 3100	95.0	96.2	99.9	101.9	93.9	101.2
三积	审定	龙粳 26	100.0	97.5	105.6	101.0	101.2	103.0
三积	审定	龙粳 20	100.0	100.7	103.2	87.4	101.6	104.0
三积	审定	龙粳 56	94.1	95.7	102.4	104.2	99.6	104.1
三积	审定	绥粳 15	95.0	102.2	96.9	112.4	120.4	104.2
三积	生试	龙丰 12500	100.0	104.9	102.4	134.6	102.9	107.4
三积	生试	龙交 08119	100.0	107.3	101.3	79.0	127.8	108.6
三积	审定	龙粳 51	95.0	95.5	109.8	107.2	107.3	110.3
四积	审定	龙粳 47	100.0	91.9	99.1	110.6	107.8	91.1
四积	审定	龙粳 48	100.0	91.9	101.7	100.1	110.2	93.4
四积	二区	龙粳 3033	100.0	100.7	94.0	111.6	88.2	94.7
四积	生试	龙育 06087	100.0	98.1	97.5	80.3	107.8	95.7
四积	二区	龙粳 2403	93.8	92.4	97.8	100.5	111.5	96.3
四积	生试	龙丰 12393	100.0	98.7	99.5	91.3	91.9	98.2
四积	二区	龙粳 3007	100.0	104.2	96.0	92.7	96.5	99.9
四积	二区	龙粳 4298	93.8	98.6	95.2	77.6	83.1	100.2
四积	二区	龙粳 2401	94.1	94.9	100.3	129.6	99.2	101.1
四积	二区	龙粳 1525	94.1	96.3	100.1	86.0	102.6	102.4
四积	审定	龙粳 24	100.0	95.6	107.6	115.3	98.5	102.8
四积	二区	龙粳 1437	93.3	95.6	100.4	100.2	94.8	102.9
四积	二区	龙粳 4556	100.0	107.6	97.0	77.2	104.1	104.4
四积	生试	龙交 13S6	100.0	99.6	104.9	112.2	110.7	104.5
四积	审定	龙粳 61	100.0	104.6	102.1	88.1	102.3	106.8
五积	二区	龙粳 4344	93.3	98.0	98.1	120.4	91.5	103.0
五积	二区	龙粳 1504	93.8	104.2	97.3	88.1	102.8	108.2



表 6 综合抗旱力指数的多重比较  
Table 6 Multiple comparison of comprehensive drought resistance index

区域 Zone	类别 Type	品种 Varieties	均值 Average
一积	审定	龙稻 16	146.6 aA
一积	审定	五优稻 4 号	117.7 bB
一积	审定	龙稻 20	116.0 bBC
一积	审定	松粳 3 号	114.1 cCD
一积	审定	龙稻 25	111.8 dDE
一积	审定	龙稻 24	110.2 dE
二积	审定	绥粳 4 号	110.0 aA
二积	审定	绥粳 17	105.0 bB
二积	审定	龙粳 21	104.3 bB
二积	审定	北稻 7 号	103.6 bBC
二积	审定	绥粳 18	102.1 cCD
二积	生试	绥锦 089290	100.7 dD
三积	审定	龙粳 51	110.3 aA
三积	生试	龙交 08119	108.6 bB
三积	生试	龙丰 12500	107.4 cB
三积	审定	绥粳 15	104.2 dC
三积	审定	龙粳 56	104.1 dC
三积	审定	龙粳 20	104.0 dC
三积	审定	龙粳 26	103.0 eC
三积	二区	龙粳 3100	101.2 fD
三积	审定	龙粳 43	100.8 fgD
三积	审定	龙粳 58	100.6 fgD
三积	审定	龙粳 25	100.2 gD
三积	二区	龙粳 1424	100.0 gD
四积	审定	龙粳 61	106.8 aA
四积	生试	龙交 13S6	104.5 bB
四积	二区	龙粳 4556	104.4 bB
四积	二区	龙粳 1437	102.9 cC
四积	审定	龙粳 24	102.8 cC
四积	二区	龙粳 1525	102.4 cC
四积	二区	龙粳 2401	101.1 dD
四积	二区	龙粳 4298	100.2 dD
五积	二区	龙粳 1504	108.2 aA
五积	二区	龙粳 4344	103.0 bB

注:表中只列举抗旱力指数超过 100 的品种。不同积温区品种综合抗旱指数数据后不同大小写字母表示代表差异显著达 0.01 和 0.05 水平。  
Note:In the table only the varieties which drought resistance index exceeds 100 were listed. Different capital and lowercase letters after the comprehensive drought resistance index data of varieties in different accumulated temperature regions indicate significant difference at 0.01 and 0.05 level.

利用综合抗旱力指数(K)鉴定品种(系)在水分胁迫下的抗旱水平,不同水稻品种的抗旱能力不同。由表 6 可知,其中第一积温带品种中龙稻 16 的抗旱指数极显著高于其它品种,其次为五优稻 4 号和龙稻 20;第二积温带品种(系)中绥粳 4 号的抗旱指数极显著高于其它品种(系),其次为绥粳 17 和龙粳 21;第三积温带品种(系)中龙粳 51 的抗旱指数极显著高于其它品种(系),其次为龙交 08119 和龙丰 12500;第四积温带品种(系)中龙粳 61 的抗旱指数极显著高于其它品种(系),其次为龙交 13S6 和龙粳 4556;第五积温带试验的 2 个品系中龙粳 1504 的抗旱指数极显著高于龙粳 4344。

3 结论与讨论

3.1 结论

各积温带不同品种(系)对节水抗旱处理的反应不同,节水抗旱处理使部分品种(系)的株高降低,节水处理条件下的与常灌处理条件下的穗长和千粒重差距不大,节水处理条件下的分蘖大多数明显低于常灌处理条件下的分蘖,节水处理下的总粒数和实粒数大多数低于常灌处理。

第一积温带综合抗旱力指数和相对实测产量均较高的品种(系)有龙稻 16 和龙稻 24。第二积温带品种有绥粳 4 号、龙粳 55 和绥粳 18,生产试验品系龙交 07134。第三积温带品种有龙粳 50、绥粳 15、龙粳 59、龙粳 46、龙粳 51、龙粳 52、龙粳 60、龙粳 20 和龙粳 26,生产试验品系龙交 08119 和龙丰 12500,二年区试品系龙粳 1424 和龙粳 3047。第四积温带品种有龙粳 48、龙粳 47 和龙粳 61,生产试验品系龙交 13S6 和龙育 06087,二年区试品系有龙粳 2403、龙粳 4556 和龙粳 1525。第五积温带品系龙粳 1504。

3.2 讨论

关于水稻抗旱指标的研究已有一些报道<sup>[12-13]</sup>,目前有关作物抗旱性鉴定指标较多,最常见的有抗旱系数、干物质胁迫指数、株高胁迫指数、综合抗旱指数和胁迫敏感指数等<sup>[14-15]</sup>。水稻的抗旱性是多种因素综合作用的结果。不同品种、同一品种不同生育时期抗旱适应性也不完全相同<sup>[16]</sup>。不同的抗旱试验研究,其侧重点不同,大田栽培试验虽应注重品种的抗旱性,但品种的农艺性状更重要,一个优良的抗旱种质如果农艺

性状较差难以迅速应用于生产,反之一些具有优良性状的品种其抗旱性较差,也会影响其推广应用<sup>[17]</sup>。近年来兰巨生等<sup>[18]</sup>建议用抗旱指数作为评定作物抗旱性的鉴定指标,其特点是使抗旱生理指标与农艺性状得到较好的结合。本试验从与水稻生长密切相关的农艺性状指标,探讨了黑龙江省各积温带主栽水稻品种(系)的抗旱性,节水抗旱处理使部分品种(系)的株高、分蘖数、总粒数和实粒数降低,但对穗长和千粒重的影响不大。因此在水稻节水旱作种植模式下,宜采用“稳穗增粒”的高产栽培途径,通过采取适宜的栽培措施,在适当增加穗数的前提下,通过提高水稻的结实率,从而实现增产。

#### 参考文献:

- [1] 黑龙江省水利厅. 黑龙江省水资源公报(1990-2004)[R]. 哈尔滨:黑龙江省水利厅,1991-2005.
- [2] 中国统计局. 中国统计年鉴(1991-2005)[M]. 北京:中国统计出版社,2005.
- [3] 黑龙江省环境保护局. 2004年黑龙江省环境质量公报[R]. 哈尔滨:黑龙江省环境保护局,2005.
- [4] Hall A E. Ecological studies [J]. Analysis and Synthesis, 1976,19:76-83.
- [5] 郑成本,黄东益,莫饶,等. 热大 99W 序列早稻新品系农艺特性与抗旱性的研究[J]. 热带作物学报,2000,21(4):52-57.
- [6] 刘祖祺,张石城. 植物抗旱生理学[M]. 北京:中国农业出版社,1994.
- [7] 韩建民. 抗旱性不同的水稻品种对渗透胁迫的反应及其与渗透调节的关系[J]. 河北农业大学学报,1990,13(1):19-21.
- [8] Morgan J M. Osmo regulation and water stress in higher plants[J]. Annual Review of Plant Physiology, 1984, 35: 299-319.
- [9] Lian J, Zhang J, Wong M H. Can stomatal closure caused by xylem ABA explain the inhibition of leaf photosynthesis under salting [J]. Photosynthesis Research, 1997, 51: 149-159.
- [10] 杨建昌,王国忠,王志琴,等. 旱种水稻灌浆特性与灌浆期籽粒中激素含量的变化[J]. 作物学报,2002,28(5):615-621.
- [11] 周毓衍,张燕之,邹吉承,等. 水稻抗旱鉴定方法与指标研究[J]. 辽宁农业科学,1996(3):13-15.
- [12] 杨建昌,王志琴,朱庆森. 水稻品种的抗旱性及其生理特性的研究[J]. 中国农业科学,1995,25(5):65-72.
- [13] 杨建昌,王志琴,朱庆森,等. 水稻在不同土壤水分状况下脯氨酸的累积与抗旱性的关系[J]. 中国水稻科学,1995,9(2):92-96.
- [14] 龚明. 作物抗旱性鉴定方法与指标及其综合评价[J]. 云南农业大学学报,1989,4(1):73-81.
- [15] 吴竞仑,蒋荷,徐树照. 陆稻种质资源的抗旱特性研究[J]. 江苏农业学报,1992,8(1):13-18.
- [16] 盛海君,沈其荣,周春霖,等. 旱作水稻产量和品质的研究[J]. 南京农业大学学报,2003,26(3):13-16.
- [17] 王秀萍,客绍英,鲁雪林,等. 抗旱水稻品种的筛选及综合评价[J]. 中国农学通报,2006,22(8):242-245.
- [18] 兰巨生,胡福顺,张景瑞. 作物抗旱指数的概念和统计方法[J]. 华北农学报,1990,5(2):20-25.

## Variation of Main Agronomic Characters of Rice and Selection of Drought-tolerant Varieties Under Water-saving Conditions

XUE Jing-fang

(Jiamusi Rice Research Institute, Heilongjiang Academy of Agriculture Sciences, Scientific Observing and Experimental Station of Rice Cold Damage in Cold Region, Ministry of Agriculture, Jiamusi 154026, China)

**Abstract:** In order to screen out the water-saving and drought-resistant rice varieties (lines) suitable for each accumulated temperature zone in Heilongjiang Province, the drought resistance of rice varieties (lines) was studied through the changes of agronomic traits closely related to rice production under conventional irrigation and water-saving and drought-resistant cultivation modes. The results showed that the plant height, number of tillers, total number of grains and number of solid grains of most varieties (lines) of conventional irrigation were lower than those of conventional irrigation. Through the analysis of comprehensive drought resistance index and multiple comparisons, screening the main rice varieties (lines) suitable for each accumulated temperature zone can provide a theoretical basis for the selection of parents for drought-resistant cultivation and breeding in Heilongjiang Province.

**Keywords:** Heilongjiang Province; rice; water-saving and drought-resistance; selection