

许开瑞,任圆媛,沈美琪,等. 小麦不同品种(系)苗期耐湿性鉴定与评价[J/OL]. 大麦与谷类科学,2026,43(1):1-11(2026-02-05). https://doi.org/10.14069/j.cnki.32-1769/s.2026.01.001.

小麦不同品种(系)苗期耐湿性鉴定与评价

许开瑞,任圆媛,沈美琪,王菲菲,郭宝健,朱娟,许如根,吕超*

(扬州大学农学院,江苏扬州 225009)

摘要:苗期湿害严重影响小麦产量和品质。选育并推广耐湿性小麦品种,是抵御湿害威胁、保障小麦稳产提质的根本途径。本研究以327份不同来源小麦品种(系)为材料,通过设置淹水处理和正常对照处理,测定叶片SPAD值、地上部分苗长、苗鲜质量、苗干质量、地下部分根长、根鲜质量、根干质量7个指标,基于各性状的耐湿系数,利用主成分分析法对参试品种(系)苗期耐湿性进行综合评价。结果表明:与对照相比,淹水处理条件下参试材料各性状均呈不同程度下降,降幅排序为:根干质量>根鲜质量>苗鲜质量>SPAD值>根长>苗干质量>苗长,地下部性状对湿害胁迫的响应程度高于地上部性状。依据主成分累计贡献率 $\geq 80\%$ 的原则,共提取4个主成分,累计贡献率达到82.451%。综合评价结果表明,水里站、平阳27、潮安小麦、扬麦10号、航天2号等一批品种综合得分较高,表现出较好的苗期耐湿性。从品种(系)来源来看,综合评价排名前100的品种(系)中,长江中下游冬麦区的品种(系)数目占比较高,但也发现鲁研157、郑优5号、信麦16等一批黄淮冬麦区的品种也表现出较好的耐湿性。

关键词:小麦;苗期;耐湿性;主成分分析

中图分类号:S512.1

文献标志码:A

文章编号:1673-6486-20250132

小麦(*Triticum aestivum* L.)是全球重要的粮食作物。湿害是小麦生育期内常见的气象灾害,播种期雨水偏多会严重降低稻茬小麦播种质量,导致播期推迟、出苗率下降、幼苗素质变差、分蘖减少和推迟,影响小麦后期群体质量和产量形成^[1]。苗期湿害会抑制小麦根尖分生组织活性,导致根系变短、侧根数量减少,根干质量和总干质量显著下降^[2]。同时根系缺氧会阻碍小麦对氮、磷等矿质元素的吸收,造成幼苗黄化、茎秆伸长受阻、叶片面积减小^[3]。孕穗期是小麦由营养生长向生殖生长过渡的关键时期,湿害会导致小麦生长停滞、叶片早衰凋亡,蒸腾作用和光合作用等生理机能减弱^[4-5];而灌浆期湿害会抑制小麦胚乳发育及氮代谢关键酶活性,籽粒充实度不足、蛋白质合成减少,小麦淀粉分支酶活性上升,籽粒直链淀粉含量升高,影响加工品质^[6-7]。

受全球气候变暖影响,近年来我国极端降水事件增加,湿害问题愈加重^[8]。马雪晴等研究表明,1961—2020年我国长江中下游冬麦区有效降水量

和作物需水量均呈上升趋势,降水量增幅大于小麦需水量^[9]。作为我国最重要的小麦产区,长江中下游冬麦区播种面积约占全国麦区的15%^[10],湿害高发区主要集中在沿江及以南的苏南、皖南和鄂东南地区。从年际变化看,该区域30%以上年份因湿害导致小麦减产,局部减产频率超40%^[11-13]。据报道,2025年北方部分麦区9—10月遭遇罕见持续阴雨,累计降水量较常年偏多1~4倍,降水日数偏多8~23 d,对小麦秋播和生长造成严重影响。深入研究小麦湿害发生规律及危害机制,选育小麦耐湿品种,对保障小麦安全生产具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 供试材料

以国内外327份小麦品种(系)为材料,材料序号、名称、来源见文后附表1。因不同品种间生育期、成熟度差异较大,为避免各品种种子活力存在差异,田间收获时根据品种成熟度采用分批收获的方法,并及时干燥。

1.2 试验设计

试验于2024年度在扬州大学温室大棚(119°25'E、32°23'N,海拔48 m)进行,大棚温度保持25℃左右。采用盆钵(规格:长5 cm×宽5 cm×

收稿日期:2025-12-23;修回日期:2026-02-02。

基金项目:江苏省种业振兴揭榜挂帅项目(JBGS[2021]006)。

作者简介:许开瑞(2000—),男,硕士研究生,主要从事小麦抗性遗传研究。Email: xukai2018@outlook.com。

* 通信作者:吕超(1972—),男,博士,副教授,主要从事大小麦抗性遗传育种研究。Email: clv@yzu.edu.cn。

高 10 cm,有底孔)进行播种,播种后将盆钵一并放入塑料周转箱(规格:长 100 cm × 宽 60 cm × 高 15 cm)统一处理。每钵点播 6 粒,播深 2 cm。设淹水处理和正常生长(对照)2 种环境,每个品种不同环境下均设 3 次重复。幼苗 1 叶 1 心期定苗,确保生长一致。在 2 叶 1 心期,对照组正常管理,处理组淹水处理,方法是向塑料周转箱内灌水,使水从盆钵底部渗入,直至水位高出盆钵土表 2.0 ~ 3.0 cm,并于处理期间保持水位不变,持续 14 d 后,排空水分,进行相关性状测定。

1.3 性状测定

测定指标包括叶片 SPAD 值、地上部分苗长(seedling length, SL)、苗鲜质量(seedling fresh weight, SFW)、苗干质量(seedling dry weight, SDW)、地下部分根长(root length, RL)、根鲜质量(root fresh weight, RFW)和根干质量(root dry weight, RDW)。

SPAD 值采用 KONICA MINOLTA SPAD-502Plus 型叶绿素仪测定,选取倒 2 叶叶尖、叶中、叶基部,取 3 点测量值的平均数。将小麦幼苗从盆钵中完整取出、洗净,用吸水纸吸干表面水分,以根茎结合部为起点,分别量取至最长叶尖端长度作为苗长(cm),到最长根尖长度作为根长(cm)。沿根茎结合部将地上部分和根系剪开,分别测量苗鲜质量(g)和根鲜质量(g)。鲜质量测量完毕后,将样品置于烘箱中,105 °C 杀青 30 ~ 40 min,随后调至 65 °C 烘至恒质量,采用万分之一分析天平称量苗干质量(g)与根系干质量(g)。

1.4 数据统计与处理

使用 Excel 2016 对数据进行整理,使用 SPSS 27.0 对数据进行方差分析、相关性分析、主成分分析。耐

湿系数计算参照王军等的方法^[4],计算公式:耐湿系数(α)= 处理测定值 / 对照测定值,基于参试品种各性状耐湿系数进行主成分分析,对供试材料耐湿性开展综合评价。

2 结果与分析

2.1 参试品种(系)不同处理条件相关性状表现

参试品种(系)不同处理条件下表现见表 1。由表 1 可知,在对照条件下,参试品种(系)叶片 SPAD 值及地上部分苗长(SL)、苗鲜质量(SFW)、苗干质量(SDW)、地下部分根长(RL)、根鲜质量(RFW)、根干质量(RDW)平均值分别为 39.62、35.23 cm、1.43 g、0.15 g、16.84 cm、0.71 g、0.07 g,变幅依次为 23.09 ~ 52.33、23.88 ~ 51.13 cm、0.68 ~ 2.82 g、0.07 ~ 0.24 g、10.00 ~ 29.60 cm、0.22 ~ 1.83 g、0.02 ~ 0.17 g,变异系数依次为 12.53%、15.96%、26.73%、21.92%、20.71%、43.68%、39.93%,其中 RFW 变异系数最大,SPAD 值的变异系数最小。淹水处理条件下,各性状平均值分别为 28.28、33.24 cm、0.94 g、0.11 g、12.12 cm、0.34 g、0.03 g,变幅依次为 4.84 ~ 43.24、23.32 ~ 49.57 cm、0.42 ~ 1.89 g、0.05 ~ 0.23 g、5.97 ~ 19.13 cm、0.11 ~ 0.77 g、0.003 ~ 0.07 g,变异系数依次为 25.10%、15.75%、26.37%、28.42%、21.12%、34.47%、39.28%,其中 RDW 变异系数最大,SL 变异系数最小。与对照相比,淹水处理条件下各性状均有不同幅度下降,根部性状表现尤为明显,下降幅度由大到小依次为:RDW(57.14%) > RFW(52.11%) > SFW(34.27%) > SPAD 值(28.62%) > RL(28.03%) > SDW(26.67%) > SL(5.65%)。

表 1 不同处理条件下参试品种(系)各性状表型统计

性状	对照			淹水处理			降幅 /%
	平均值	变幅	变异系数 /%	平均值	变幅	变异系数 /%	
SPAD 值	39.62	23.09 ~ 52.33	12.53	28.28	4.84 ~ 43.24	25.10	28.62
SL/cm	35.23	23.88 ~ 51.13	15.96	33.24	23.32 ~ 49.57	15.75	5.65
SFW/g	1.43	0.68 ~ 2.82	26.73	0.94	0.42 ~ 1.89	26.37	34.27
SDW/g	0.15	0.07 ~ 0.24	21.92	0.11	0.05 ~ 0.23	28.42	26.67
RL/cm	16.84	10.00 ~ 29.60	20.71	12.12	5.97 ~ 19.13	21.12	28.03
RFW/g	0.71	0.22 ~ 1.83	43.68	0.34	0.11 ~ 0.77	34.47	52.11
RDW/g	0.07	0.02 ~ 0.17	39.93	0.03	0 ~ 0.07	39.28	57.14

2.2 参试品种(系)不同处理条件性状方差分析及相关性分析

参试品种(系)对照和处理间各性状方差分析见表2,可知各性状在处理间、品种(系)间、处理与品种(系)互作间差异均具统计学意义或高度统计学意义。

参试品种(系)对照和处理间各性状相关性分析见表3、表4。由表3可知,对照条件下 SPAD 值与

SL、RL、RFW、SDW、RDW 均呈极显著负相关,与 SFW 呈极显著正相关;SL 与 RL、SFW、SDW 呈极显著正相关;RL 与 SDW、RDW 呈极显著正相关;SFW 与 RFW、SDW 呈极显著正相关;RFW 与 SDW、RDW 呈极显著正相关;SDW 与 RDW 呈极显著正相关。由表4可知,处理条件下,叶片 SPAD 值与 SL 呈极显著负相关,其余各性状间均呈显著或极显著正相关。

表2 不同处理条件下参试材料各性状方差分析

变异来源	自由 (SOV) 度(df)	SPAD 值		SDW		RDW		SFW		RFW		SL		RL	
		MS	F	MS	F	MS	F	MS	F	MS	F	MS	F	MS	F
处理	1	63 222.21	4 238.53**	0.61	713.55**	1.20	9.99**	114.97	1 484.88**	65.69	2 035.29*	1 930.13	70.46**	10 629.89	899.96**
品种(系)	326	136.11	9.13**	0.0048	5.64**	0.13	1.05*	0.40	5.14**	0.20	6.11**	155.52	5.68**	33.91	2.87**
处理×品种 (系)	326	98.97	6.64**	0.0011	1.31**	0.13	1.04*	0.21	2.71**	0.13	3.95**	48.89	1.78**	25.38	2.15**

注:*、** 分别表示差异具统计学意义、高度统计学意义,表6同。

表3 参试品种(系)不同性状对照条件下相关性分析

性状	SPAD 值	SL	RL	SFW	RFW	SDW
SL	-0.216**					
RL	-0.201**	0.372**				
SFW	0.160**	0.462**	0.059			
RFW	-0.151**	0.044	0.079	0.317**		
SDW	-0.229**	0.470**	0.273**	0.657**	0.198**	
RDW	-0.446**	0.038	0.205**	0.044	0.697**	0.306**

注:* 表示在 0.05 水平上相关性显著,** 表示在 0.01 水平上相关性极显著。表4、表7同。

表4 参试品种(系)不同性状淹水处理下相关性分析

性状	SPAD 值	SL	RL	SFW	RFW	SDW
SL	-0.228**					
RL	-0.090	0.249**				
SFW	0.090	0.368**	0.219**			
RFW	-0.055	0.365**	0.448**	0.670**		
SDW	-0.037	0.429**	0.116*	0.706**	0.677**	
RDW	-0.074	0.301**	0.427**	0.566**	0.838**	0.702**

2.3 参试品种(系)不同性状耐湿系数

参试品种(系)不同性状的耐湿系数见表5。由表5可知,叶片 α (SPAD)、 α (SL)、 α (RL)、 α (SFW)、 α (RFW)、 α (SDW)、 α (RDW) 的平均值分别为 0.72、0.95、0.75、0.68、0.54、0.76、0.52, 变幅依次为 0.14 ~ 0.99、0.62 ~ 1.35、0.32 ~ 1.61、0.19 ~ 0.99、0.14 ~ 0.99、0.30 ~ 0.99、0.01 ~ 0.98, 变异系数分别为 25.92%、14.27%、28.14%、27.03%、41.11%、19.69%、40.37%。品种(系)间地下部性状变异大于地上部性

状, α (RFW) 的变异系数最大, α (SL) 的变异系数最小。

2.4 参试品种(系)不同性状耐湿系数方差分析及相关性分析

参试品种(系)不同性状耐湿系数方差分析见表6。由表6可知,不同性状耐湿系数在品种间差异具统计学意义或高度统计学意义,其中以 α (SPAD) 差异最为显著。

表5 参试材料各性状耐湿系数表现

耐湿系数	平均值	变幅	标准差	变异系数 /%
α (SPAD)	0.72	0.14 ~ 0.99	0.19	25.92
α (SL)	0.95	0.62 ~ 1.35	0.14	14.27
α (RL)	0.75	0.32 ~ 1.61	0.21	28.14
α (SFW)	0.68	0.19 ~ 0.99	0.18	27.03
α (RFW)	0.54	0.14 ~ 0.99	0.22	41.11
α (SDW)	0.76	0.30 ~ 0.99	0.15	19.69
α (RDW)	0.52	0.01 ~ 0.98	0.21	40.37

表6 参试品种(系)不同性状耐湿系数方差分析

变异来源(SOV)	自由度(df)	α (SPAD)		α (SL)		α (RL)		α (SFW)		α (RFW)		α (SDW)		α (RDW)	
		MS	F	MS	F	MS	F	MS	F	MS	F	MS	F	MS	F
品种(系)	326	0.109 3	6.199 6**	0.086 2	2.047 4**	0.144 7	2.279 4**	0.118 1	2.579 4**	0.193 8	1.948 3**	0.081 7	1.228 7*	0.205 5	1.333 2**

参试品种(系)不同性状耐湿系数的相关性分析结果见表7。由表7可知, α (SPAD)与 α (SL)、 α (SFW)、 α (RFW)、 α (SDW)均呈极显著正相关,与 α (RL)呈极显著负相关; α (SL)与 α (RL)、 α (SFW)、 α (SDW)呈极显著正相关; α (RL)与 α (RFW)、 α (RDW)分别呈显著和极显著正相关; α (SFW)与 α (RFW)、 α (SDW)呈极显著正相关;

α (RFW)与 α (SDW)、 α (RDW)呈极显著正相关; α (SDW)与 α (RDW)呈极显著正相关。

2.5 参试品种(系)耐湿系数主成分分析与综合评价
为综合评价参试品种(系)的耐湿性,基于参试品种不同性状耐湿系数进行主成分分析。参试品种(系)耐湿系数主成分特征值、贡献率及主成分累计贡献率见表8、表9。

表7 参试品种(系)不同性状耐湿系数相关性分析

指标	α (SPAD)	α (SL)	α (RL)	α (SFW)	α (RFW)	α (SDW)
α (SL)	0.166**					
α (RL)	-0.185**	0.278**				
α (SFW)	0.516**	0.232**	-0.020			
α (RFW)	0.209**	-0.044	0.110*	0.229**		
α (SDW)	0.258**	0.242**	-0.026	0.473**	0.232**	
α (RDW)	-0.104	-0.084	0.157**	-0.045	0.635**	0.212**

表8 参试品种(系)耐湿系数主成分总方差解释

成分	特征值	贡献率 /%	累计贡献率 /%
Z ₁	2.147	30.667	30.667
Z ₂	1.623	23.190	53.857
Z ₃	1.270	18.141	71.998
Z ₄	0.732	10.453	82.451
Z ₅	0.574	8.197	90.648
Z ₆	0.384	5.482	96.130
Z ₇	0.271	3.870	100.000

表9 参试品种(系)不同性状耐湿系数主成分因子载荷及特征向量

耐湿系数	因子载荷				特征向量			
	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄
α (SPAD)	0.761	-0.370	-0.035	0.078	0.291	-0.273	-0.205	0.602
α (SDW)	0.725	-0.071	0.029	-0.613	0.338	-0.044	0.023	-0.838
α (RDW)	0.626	-0.444	-0.261	0.441	0.173	0.515	-0.064	-0.143
α (SFW)	0.372	0.836	-0.082	-0.105	0.354	-0.228	-0.028	0.106
α (RFW)	0.612	0.623	-0.195	0.250	0.285	0.384	-0.153	0.342
α (SL)	0.070	0.339	0.798	0.279	0.170	-0.177	0.567	-0.089
α (RL)	0.365	-0.288	0.720	-0.065	0.032	0.209	0.628	0.381

由表8、表9可知,依据主成分累计贡献率≥80%的原则,共提取4个主成分,累计贡献率达82.451%,其中,主成分1的贡献率为30.667%,在α (SPAD)、α (SDW)载荷值较高;主成分2的贡献率为23.190%,在α (SFW)、α (RFW)载荷值较高;主成分3的贡献率为18.141%,在α (SL)、α (RL)载荷值较高;主成分4的贡献率为10.453%,在α (RDW)载荷值较高。根据主成分计算公式,得到4个主成分与7个性状耐湿系数的线性组合模型,据此各品种(系)主成分综合得分Z₀、X₁—X₇分别代表α (SPAD)、α (SDW)、α (RDW)、α (SFW)、α (RFW)、α (SL)、α (RL)。

$$Z_1=0.291X_1+0.338X_2+0.173X_3+0.354X_4+0.285X_5+0.17X_6+0.032X_7;$$

$$Z_2=-0.273X_1-0.044X_2+0.515X_3-0.228X_4+0.384X_5-0.177X_6+0.209X_7;$$

$$Z_3=-0.205X_1+0.023X_2-0.064X_3-0.028X_4-0.153X_5+0.567X_6+0.628X_7;$$

$$Z_4=0.602X_1-0.838X_2-0.143X_3+0.106X_4+0.342X_5-0.089X_6+0.381X_7;$$

$$Z_0=0.307Z_1+0.232Z_2+0.181Z_3+0.105Z_4。$$

Z₀即为参试品种(系)耐湿性综合得分,具体得分及排名见文末附表1。由附表1可知,综合得分前100名的品种(系)中,来自江苏的品种(系)最多(36个)。部分黄淮冬麦区的品种(系)也表现出较好的耐湿性,其中鲁研157、郑优5号、信麦16、西农8号、郑麦9023等,综合排名比较靠前,分别居第8、12、19、27、29位。

3 讨论与结论

3.1 小麦耐湿性鉴定方法比较

小麦耐湿性是比较复杂的数量性状,因供试材

料、鉴定方法、评价指标不同,已有研究中结果的可比性和重复性存在差异,耐湿性的关键鉴定性状也无统一结论^[15]。目前小麦耐湿性鉴定主要有自然鉴定、盆栽鉴定、人工气候箱鉴定、芽期缺氧鉴定等。自然鉴定通过田间条件下设置淹水与对照处理,依据不同基因型的表型差异评价耐湿性^[16],该方法鉴定虽贴近田间实际生长环境,但鉴定条件易受降水量、土壤类型、地下水位等外界因素干扰,难以标准化,且存在耗时费力、鉴定规模受限等问题。盆栽鉴定法、人工气候箱(室)鉴定法、芽期缺氧鉴定法采用可控条件下模拟湿害环境进行鉴定,具有操作简便、条件易控、鉴定结果受外界干扰小、重复性好等优势,但受培养条件限制,存在根系发育受限、群体效应难评估等不足问题,更适用于在小麦特定时期的耐湿性鉴定^[17-19]。因此在实际研究中,需结合小麦的鉴定材料数目、目标鉴定时期及现有试验条件选择适合的鉴定方法。本研究旨在评价小麦苗期的耐湿性,因此采用盆栽鉴定法进行试验,结果表明该方法条件易控,处理内与重复间材料表现一致性好,可鉴定材料数目多(共鉴定了327份材料),如采用田间自然鉴定,不仅试验规模将大大增加,试验条件也难以控制。

3.2 小麦耐湿性评价指标及耐湿种质筛选

根系是小麦最先响应湿害胁迫的器官。湿害发生时,由于土壤缺氧及厌氧微生物代谢产生乳酸、丁酸等物质导致土壤酸度升高,不仅抑制根系呼吸作用,还导致初生根细胞膜透性改变、线粒体功能受损,丧失水分与矿质元素的主动吸收能力,阻碍对氮、磷、钾等矿质营养的吸收,进而抑制地上部生长^[20-21]。前人研究表明,小麦苗期湿害主要表现为根系发育不良、分蘖减少、叶片黄化、干物质下降明显,根系日增干质量的下降幅度比地上部分显著^[22]。

从本研究来看,处理条件下参试材料各性状与对照相比均有不同幅度下降,地下部分根部性状反应明显,影响最重的两个性状是地下部分根干质量、根鲜质量,较对照分别下降57.14%、52.11%。说明湿害对苗期根系的影响更为严重,在小麦苗期耐湿鉴定中,根部性状更应值得关注。

在已有研究中,耐湿系数被广泛用于表现不同品种在正常对照与湿害胁迫处理下各性状的表型差异^[23]。但不同性状对湿害的响应不尽一致,仅靠单一性状的耐湿系数不能全面反映作物的耐湿水平。主成分分析法可以将原来较多的彼此相关的指标转换成个数较少且彼此独立的综合指标,从而得出不同品种的耐湿性度量值^[24]。本研究以7个性状的耐湿系数作为评价指标,利用主成分分析法对327个小麦品种(系)苗期耐湿性做出综合评价,筛选得到一批苗期耐湿性较好的品种(系)。部分品种如农林46、水里站耐湿性在前人研究中已得到验证^[25]。

2025年我国小麦秋播期间,北方部分麦区的持续阴雨导致土壤过湿甚至局部积水,播期普遍延后,晚播面积大幅增加,出苗率下降,弱苗比例偏高。从本研究来看,耐湿性综合评价前100的品种(系)虽然以长江中下游冬麦区品种为主,但鲁研157、郑优5号、信麦16、西农8号、郑麦9023等一批黄淮冬麦区的品种也表现出较好的苗期耐湿特性,综合排名在参试材料中也比较靠前。蔡博伟等研究发现,郑麦9023、晋麦91、郑麦2956、西农957等来自黄淮和北方冬麦区品种的芽苗期耐湿性较好^[26],说明北方麦区也存在苗期耐湿性较好的种质资源,因此,在小麦耐湿性育种实践中,应加强对本麦区内耐湿性种质资源的鉴定与筛选,降低因亲本材料类型、生长发育特性及遗传背景差异过大带来的育种难度。

参考文献:

- [1] 程朝阳. 渍害对稻茬小麦生长发育和产量的影响[J]. 湖北植保,2023(5):58-59,62
- [2] Hirel B, Le Gouis J, Ney B, et al. The challenge of improving nitrogen use efficiency in crop plants: towards a more central role for genetic variability and quantitative genetics within integrated approaches[J]. *Journal of Experimental Botany*,2007, 58(9):2369-2387.
- [3] Hussain B, Lucas S J, Ozturk L, et al. Mapping QTLs conferring salt tolerance and micronutrient concentrations at seedling stage in wheat[J]. *Scientific Reports*,2017,7(1):15662.
- [4] 颜伟,吴纪中,蔡士宾. 农林46×宁麦3号RIL的耐湿性的表达和遗传[J]. 长江大学学报(自然科学版),2010,7(1):1-5.
- [5] 鲍晓鸣. 小麦耐湿性的鉴定时期及鉴定指标[J]. 上海农业学报,1997,13(2):32-38.
- [6] Revilla P, Rodríguez V M, Ordlás A, et al. Association mapping for cold tolerance in two large maize inbred panels[J]. *BMC Plant Biology*,2016,16(1):127.
- [7] Maiti R K, Satya P. Research advances in major cereal crops for adaptation to abiotic stresses[J]. *GM Crops & Food*,2014,5(4):259-279.
- [8] 栾海业,杨红燕,徐肖,等. 作物耐湿性生理及分子机理研究进展[J]. 大麦与谷类科学,2021,38(2):8-10,29.
- [9] 马雪晴,和骅芸,赵金媛,等. 1961—2020年中国小麦生长季干湿时空变化分析[J]. 中国生态农业学报(中英文),2023, 31(4):608-618.
- [10] 丁富功,卢奕霏,贾宝森,等. 孕穗期不同渍害时长对小麦生理特性及产量的影响[J]. 福建农业学报,2021,36(5):518-525.
- [11] 吴洪颜,张佩,徐敏,等. 长江中下游地区冬小麦春季涝渍灾害风险时空分布特征[J]. 长江流域资源与环境,2018,27(5):1152-1158.
- [12] 吴洪颜,高苹,徐为根,等. 江苏省冬小麦湿渍害的风险区划[J]. 生态学报,2012,32(6):1871-1879.
- [13] 王荣圆,闫素辉,陈娟,等. 江淮稻茬小麦耐湿品种筛选及应用研究进展[J]. 浙江农业科学,2023,64(12):2862-2866.
- [14] 王军,周美学,许如根,等. 大麦耐湿性鉴定指标和评价方法研究[J]. 中国农业科学,2007,40(10):2145-2152.
- [15] Thiry A A, Chavez Dulanto P N, Reynolds M P, et al. How can we improve crop genotypes to increase stress resilience and productivity in a future climate? A new crop screening method based on productivity and resistance to abiotic stress [J]. *Journal of Experimental Botany*,2016,67(19):5593-5603.
- [16] 曹旻,蔡士宾,熊恩惠,等. 小麦品种资源耐湿性鉴定初报[J]. 江苏农业科学,1990,18(3):18-30.
- [17] 郭三红. 大麦DH系(泰兴9425×Franklin)耐湿性的差异性与稳定性研究[D]. 扬州:扬州大学,2007:49-50.
- [18] 王青. 甜玉米苗期耐渍转录组分析及候选基因鉴定[D]. 广州:华南农业大学,2022:11.
- [19] 王林海,张艳欣,黎冬华,等. 湿害胁迫对发芽期芝麻的影响及耐湿性评价方法建立[J]. 中国油料作物学报,2011,33(6):588-592.
- [20] 姜东,陶勤南,张国平. 渍水对小麦扬麦5号旗叶和根系衰老的影响[J]. 应用生态学报,2002,13(11):1519-1521.
- [21] 张永清,苗果园,李慧明. 冬小麦根系对不同生育时期渍水胁迫的生物学响应[J]. 麦类作物学报,2005,25(4):59-63.
- [22] 汪宗立,丁祖性,娄登仪,等. 小麦湿害及耐湿性的生理研

- 究: I. 小麦个体发育过程中对土壤过湿反应的敏感期[J]. 江苏农业科学, 1981, 9(4): 10-18, 24.
- [23] 涂玉琴, 汤洁, 涂伟凤, 等. 甘蓝型油菜与蔊菜属间杂种后代的苗期耐湿性综合评价[J]. 植物遗传资源学报, 2015, 16(4): 895-902.
- [24] 周广生, 梅方竹, 周竹青, 等. 不同小麦品种(系)耐湿性的综合评价[J]. 生物数学学报, 2003, 18(1): 98-104.
- [25] 余桂红, 宋桂成, 张鹏, 等. 十八个小麦品种(系)拔节期耐渍性的综合评价[J]. 浙江农业学报, 2023, 35(6): 1235-1242.
- [26] 蔡博伟, 田文涛, 王晓玲. 芽苗期小麦耐渍品种的筛选[J]. 河南农业科学, 2015, 44(4): 52-57.

Identification and Evaluation of Seedling Waterlogging Tolerance in Different Wheat Varieties

Xu Kairui, Ren Yuanyuan, Shen Meiqi, Wang Feifei, Guo Baojian, Zhu Juan, Xu Rugen, Lü Chao
(College of Agriculture, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China)

Abstract: Seedling-stage waterlogging has a significant impact on wheat yield and quality, and breeding waterlogging-tolerant varieties is the fundamental approach to ensuring stable and improved production. In this study, 327 wheat varieties (lines) of diverse origins were used as materials. Waterlogging and normal control treatments were established to determine seven indices: leaf SPAD value, seedling length, seedling fresh weight, seedling dry weight, root length, root fresh weight and root dry weight. Based on the waterlogging tolerance coefficients of each trait, principal component analysis (PCA) was applied to conduct a comprehensive evaluation of the seedling-stage waterlogging tolerance of the tested varieties. The results showed that all traits of the tested materials decreased to varying degrees under waterlogging stress compared with the control, with root traits declining more significantly than shoot traits. The order of the reduction magnitude was root dry weight > root fresh weight > seedling fresh weight > SPAD value > root length > seedling dry weight > seedling length. Based on the principle of cumulative contribution rate $\geq 80\%$ for principal components, four principal components were extracted, with a total cumulative contribution rate of 82.451%. Comprehensive evaluation revealed that Shuilizhan, Pingyang 27, Chao'an Wheat, Yangmai No.10, Hangtian No.2 and other varieties had high scores and exhibited good seedling waterlogging tolerance. Among the top 100 varieties, those from the Middle and Lower Yangtze River Winter Wheat Region were dominant. Additionally, some varieties from the Huang-Huai Winter Wheat Region such as Luyan 157, Zhengyou No.5 and Xinmai 16 also showed good waterlogging tolerance.

Key Words: Wheat; Seedling stage; Waterlogging tolerance; Principal component analysis

附表 1 参试品种(系)名称、来源及综合排名

编号	名称	来源	综合得分(Z ₀)	排名	编号	名称	来源	综合得分(Z ₀)	排名	编号	名称	来源	综合得分(Z ₀)	排名
WS001	中作 50036	中国北京	0.01	159	WS110	大白麦	中国甘肃	-0.34	250	WS219	淮麦 18	中国江苏	-0.27	229
WS002	糯麦	中国湖南	0.29	95	WS111	扬麦 13	中国江苏	0.33	80	WS220	威阳大穗	中国陕西	0.61	24
WS003	温麦 6 号	中国河南	0.91	10	WS112	宁麦 23	中国江苏	0.43	56	WS221	宁麦 24	中国江苏	0.59	25
WS004	东麦 1301	中国江苏	0.86	11	WS113	花培 21	中国河南	-0.75	317	WS222	镇 12096	中国江苏	-0.27	230
WS005	偃展 1 号	中国河南	0.54	36	WS114	西农 6028	中国陕西	-0.09	185	WS223	淮麦 25	中国江苏	-0.20	212
WS006	77-M96	中国北京	0.11	128	WS115	陕 81296	中国陕西	0.99	7	WS224	(Mexique 50 × B 21)F 6-35	澳大利亚	-0.06	181
WS007	扬辐麦 1025	中国江苏	0.46	50	WS116	6E121	中国北京	0.56	31	WS225	多抗 821	中国陕西	-0.79	321
WS008	Rosella	澳大利亚	0.55	33	WS117	和尚麦	中国湖南	-0.04	175	WS226	烟农 15	中国山东	0.33	81
WS009	喀什白皮	中国新疆	0.21	108	WS118	陕农 7859	中国陕西	0.44	54	WS227	扬麦 23	中国江苏	0.35	75
WS010	扬麦 18	中国江苏	0.42	61	WS119	Atlas 66	美国	0	163	WS228	新麦 19	中国河南	-0.37	257
WS011	春小麦	中国陕西	-0.20	211	WS120	定西 24	中国甘肃	0.62	21	WS229	大粒半芒	中国山东	-0.26	226
WS012	Brenan	美国	0.47	47	WS121	新麦 18	中国河南	0.32	84	WS230	克涝 4 号	中国黑龙江	-0.03	171
WS013	会宁 10 号	中国甘肃	0.41	65	WS122	平原 50	中国河南	0.49	42	WS231	浙麦 1 号	中国浙江	0.62	22
WS014	皖鉴 7910	中国安徽	0.16	117	WS123	繁 6	中国四川	0.71	15	WS232	恩麦 4 号	中国湖北	0.46	51
WS015	抗锈 10 号	中国福建	0.31	86	WS124	兰考 906	中国河南	0.43	57	WS233	复壮 30	中国北京	-0.32	244
WS016	法国硬粒小麦	法国	0.20	110	WS125	碧蚂 4 号	中国陕西	0.56	32	WS234	宁麦 13	中国江苏	-0.27	231
WS017	E158	中国湖北	0.35	70	WS126	郑麦 9023	中国河南	0.58	29	WS235	周麦 18	中国河南	-0.56	299
WS018	早五天	中国江苏	-0.03	169	WS127	丰抗 36	中国北京	0.16	118	WS236	济麦 32	中国山东	-0.34	251
WS019	咸农 39	中国陕西	0.25	100	WS128	苏麦 3 号	中国江苏	0.43	58	WS237	扬麦 20	中国江苏	-0.40	268
WS020	矮抗 58	中国河南	-0.02	166	WS129	Early Premium	美国	0.03	154	WS238	郑麦 32	中国河南	-0.41	274
WS021	扬麦 6 号	中国江苏	-0.34	247	WS130	丰产 3 号	中国陕西	0.71	16	WS239	深根	中国福建	0.11	131
WS022	京东 08343	中国北京	0.08	135	WS131	康定小麦	中国四川	0.47	49	WS240	鲁研 148	中国山东	-0.11	188
WS023	敖德萨 3 号	苏联	0.67	17	WS132	宁麦 9 号	中国江苏	0.43	59	WS241	W20	中国北京	-0.14	197
WS024	Countot	法国	0.07	140	WS133	平阳 27	中国山西	1.16	2	WS242	淮麦 29	中国江苏	-0.27	232
WS025	淮麦 19	中国江苏	0.06	145	WS134	鲁麦 15	中国山东	0.57	30	WS243	镇麦 9 号	中国江苏	-0.73	316
WS026	西农 3217	中国陕西	0.31	87	WS135	陕 229	中国陕西	0.48	44	WS244	济南 2 号	中国山东	0.12	126
WS027	淮麦 33	中国江苏	-0.30	236	WS136	火球	中国辽宁	0.81	13	WS245	三月黄	中国河南	0.02	158

(续表)

编号	名称	来源	综合得分(Z ₀)	排名	编号	名称	来源	综合得分(Z ₀)	排名	编号	名称	来源	综合得分(Z ₀)	排名
WS028	德州 845153	中国山东	-0.30	237	WS137	扬麦 10号	中国江苏	1.12	3	WS246	皖麦 370	中国安徽	-0.03	172
WS029	北京 8号	中国北京	-0.34	248	WS138	郑优 5号	中国河南	0.84	12	WS247	(Q)瑞玉 27	日本	-0.31	240
WS030	淮麦 22	中国江苏	-0.14	195	WS139	扬麦 9号	中国江苏	0.59	26	WS248	淮麦 28	中国江苏	0.48	46
WS031	淮麦 23	中国江苏	-0.23	215	WS140	鲁研 157	中国山东	0.96	8	WS249	内乡 5号	中国河南	-0.36	255
WS032	红春麦	中国新疆	0.11	129	WS141	扬麦 12	中国江苏	0.39	66	WS250	皖面 9101-6	中国安徽	-0.66	305
WS033	华东 6号	中国江苏	0.12	124	WS142	周麦 11	中国河南	0.50	40	WS251	T255	中国北京	-0.46	284
WS034	黑小麦	中国江苏	0.23	102	WS143	安徽 3号	中国安徽	1.01	6	WS252	中麦 578	中国河南	-0.39	263
WS035	晋春 3号	中国山西	0.03	153	WS144	碧蚂 1号	中国陕西	0.53	37	WS253	西农 20	中国陕西	-0.14	198
WS036	云麦 34	中国云南	-0.11	187	WS145	航天 2号	中国山东	1.02	5	WS254	洛麦 36	中国河南	-0.40	269
WS037	紫皮	中国四川	0.14	119	WS146	山农 15381	中国山东	-0.42	277	WS255	亿麦 18	中国安徽	-0.14	199
WS038	宁麦 18	中国江苏	0.45	52	WS147	内乡 182	中国河南	-0.40	265	WS256	皖宿 1310	中国安徽	-0.25	223
WS039	烟农 19	中国山东	0.22	105	WS148	小偃 6号	中国河南	-0.44	280	WS257	安农 1274	中国安徽	-0.05	179
WS040	77-M267	中国北京	0.34	76	WS149	郑丰 3号	中国河南	0.49	43	WS258	漯 6073	中国河南	-0.27	233
WS041	扬辐麦 4号	中国江苏	0.35	71	WS150	带芒红麦	中国天津	-0.30	238	WS259	漯 163	中国河南	-0.35	253
WS042	宁麦资 14-213	中国江苏	0.42	62	WS151	W02	中国江苏	-0.40	266	WS260	安农 0711	中国安徽	0.05	147
WS043	鲁麦 1号	中国山东	0.34	77	WS152	21H 15 Riet Kom S.Africa	南非	-0.39	261	WS261	安农 15210	中国安徽	-0.24	219
WS044	扬麦 21	中国江苏	0.77	14	WS153	福建小麦	中国福建	0.07	142	WS262	安农 1589	中国安徽	-0.23	217
WS045	Y24	中国北京	0.35	72	WS154	Maclelen	美国	-0.76	318	WS263	安农 1124	中国安徽	-0.05	180
WS046	扬麦 24	中国江苏	0.62	20	WS155	宁盐 1号	中国江苏	-0.49	286	WS264	福麦 4号	中国陕西	-0.49	288
WS047	徐州 26	中国江苏	0.36	68	WS156	甘麦 8号	中国甘肃	0.39	67	WS265	Apr-73	美国	0.45	53
WS048	潮安小麦	中国广东	1.05	4	WS157	保 205	中国河北	-0.55	297	WS266	紫秆糙	中国江苏	-0.47	285
WS049	水里站	中国江西	1.22	1	WS158	扬麦 2号	中国江苏	-0.94	323	WS267	青头糙	中国江苏	-0.33	246
WS050	Tanoni	墨西哥	0.93	9	WS159	冀麦 19	中国湖北	-0.83	322	WS268	笨红麦	中国江苏	0.26	99
WS051	桥梁 BW36-7	中国北京	0.55	34	WS160	周麦 17	中国河南	-1.02	324	WS269	白穗红	中国山东	0.17	116
WS052	陕 8907-11-5	中国陕西	0.07	141	WS161	鑫麦 998	中国山东	-0.39	262	WS270	葫芦头	中国江苏	-0.40	270
WS053	扬红 12-144	中国江苏	0.66	18	WS162	淮麦 35	中国江苏	-0.14	196	WS271	马鞭麦	中国江苏	-0.12	191
WS054	扬辐麦 2号	中国江苏	0.20	111	WS163	敌锈早	中国福建	-0.70	309	WS272	77-M94	中国江苏	-0.41	275

(续表)

编号	名称	来源	综合得分(Z ₀)	排名	编号	名称	来源	综合得分(Z ₀)	排名	编号	名称	来源	综合得分(Z ₀)	排名
WS055	晋麦 8 号	中国山西	0.08	136	WS164	藏冬 4 号	中国西藏	-0.40	267	WS273	白慈麦	中国江苏	0.43	60
WS056	扬麦 158	中国江苏	0.52	38	WS165	扬麦 19	中国江苏	0.04	150	WS274	红慈麦	中国江苏	0.05	148
WS057	台中 23	中国台湾	0.61	23	WS166	贵 79(171)	中国贵州	-0.41	271	WS275	大穗黄	中国江苏	-1.13	326
WS058	宁麦 11	中国江苏	0.23	103	WS167	宁麦 15	中国江苏	0.04	151	WS276	白岫子	中国江苏	-0.06	182
WS059	宁麦 19	中国江苏	0.08	137	WS168	商洛 86-168	中国陕西	-0.25	221	WS277	5102	中国山东	0.30	93
WS060	Triumph	美国	0.35	73	WS169	济麦 22	中国山东	-0.67	306	WS278	小紫口	中国江苏	0.41	63
WS061	济南 13	中国山东	0.02	155	WS170	郑优 6 号	中国河南	-0.58	301	WS279	晋麦 33	中国山西	0.01	161
WS062	烟农 24	中国山东	-0.26	224	WS171	扬麦 17	中国江苏	-0.03	170	WS280	福麦 7 号	中国陕西	-1.15	327
WS063	望水白	中国江苏	-0.38	258	WS172	湘 1791	中国湖南	-0.50	290	WS281	小侏麦	中国江苏	-0.76	319
WS064	光头	中国黑龙江	0.05	146	WS173	兴义 4 号	中国贵州	-0.51	292	WS282	白壳麦	中国江苏	0.32	85
WS065	南大 2419	意大利	-0.12	189	WS174	萧农 8506	中国山东	-0.38	259	WS283	77-M63.64	中国北京	0.30	94
WS066	郑引 1 号	中国河南	-0.16	202	WS175	St 2422/464	意大利	-0.19	208	WS284	白和尚头	中国江苏	-0.16	204
WS067	郑麦 366	中国河南	-0.16	203	WS176	襄麦 35	中国湖北	-0.50	291	WS285	红芒早小麦	中国江苏	-0.71	312
WS068	火麦	中国甘肃	-0.09	184	WS177	镇麦 168	中国江苏	-0.23	216	WS286	早羊吊子	中国江苏	-0.44	281
WS069	Funo	意大利	0.17	115	WS178	鄂麦 6 号	中国湖北	-0.70	310	WS287	红芒蜈蚣脚	中国江苏	-0.72	314
WS070	鲁原 502	中国山东	0.22	106	WS179	扬麦 25	中国江苏	0.09	133	WS288	蜈蚣脚	中国江苏	-0.39	264
WS071	延安 11	中国陕西	-0.07	183	WS180	日喀则 54	中国西藏	-0.41	272	WS289	白冠麦	中国江苏	-0.57	300
WS072	华 7	中国江苏	0.02	156	WS181	扬麦 5 号	中国江苏	-0.32	242	WS290	小洋麦	中国江苏	-0.68	307
WS073	丰抗 29	中国北京	0.11	130	WS182	宁麦 21	中国江苏	-0.31	239	WS291	火烧天	中国江苏	-0.23	218
WS074	镇麦 11 号	中国江苏	0.30	90	WS183	农林 10 号	日本	-0.49	287	WS292	江东门	中国江苏	-0.70	311
WS075	宁春 4 号	中国宁夏	0.34	78	WS184	中国春	中国四川	-0.32	243	WS293	江西早	中国江苏	-0.32	245
WS076	淮麦 21	中国江苏	0.58	28	WS185	烟农 991	中国山东	0.26	98	WS294	红头子	中国江苏	-0.59	302
WS077	扬麦 4 号	中国江苏	0.12	125	WS186	Maromb	美国	-0.05	177	WS295	倒水白	中国江苏	-0.72	315
WS078	扬麦 22	中国江苏	-0.25	220	WS187	H35	中国福建	-0.13	194	WS296	躲黄霉	中国江苏	0.33	82
WS079	Funo- 变异(早)	中国江苏	0.02	157	WS188	宁 0078	中国江苏	-0.05	178	WS297	火烧头	中国江苏	-0.52	294
WS080	KaBka3	苏联	-0.02	167	WS189	南京抗赤	中国江苏	0.48	45	WS298	霉前五	中国江苏	-0.31	241
WS081	兴竹矮 1 号	中国山东	-0.17	205	WS190	西农 8 号	中国陕西	0.59	27	WS299	白芒早小麦	中国江苏	-0.44	282
WS082	豫麦 34	中国河南	0.30	91	WS191	扬麦 14	中国江苏	0.35	74	WS300	毛头麦	中国江苏	0.55	35

(续表)

编号	名称	来源	综合得分(Z_0)	排名	编号	名称	来源	综合得分(Z_0)	排名	编号	名称	来源	综合得分(Z_0)	排名
WS083	扬麦 11	中国江苏	0.34	79	WS192	扬麦 15	中国江苏	0.09	134	WS301	Mexican	墨西哥	0.13	123
WS084	小堰 81	中国陕西	0.47	48	WS193	扬麦 16	中国江苏	-0.02	168	WS302	红芒菜子黄	中国江苏	-0.01	165
WS085	周麦 42	中国河南	-0.12	190	WS194	镇麦 12号	中国江苏	0.07	143	WS303	红小麦	中国江苏	-0.19	209
WS086	淮麦 20	中国江苏	0.49	41	WS195	苏麦 6号	中国江苏	-0.27	228	WS304	魁小麦	中国江苏	-0.21	213
WS087	优早丰 311	中国河北	0.22	107	WS196	扬辐麦 2054	中国江苏	-0.41	273	WS305	百脚红	中国江苏	-0.19	210
WS088	水原 86	朝鲜	-0.42	276	WS197	滇西红壳洋麦	中国云南	-0.26	225	WS306	赤壳无芒	中国江苏	0.12	127
WS089	西植 8661-1-1-3-3	中国陕西	-0.13	193	WS198	镇麦 10号	中国江苏	0.08	138	WS307	莓秀黄	中国江苏	-0.15	201
WS090	济南 17	中国山东	-0.15	200	WS199	宁麦 22	中国江苏	0.04	152	WS308	红芒玉花	中国江苏	0.29	96
WS091	郑引 4号	中国河南	-0.01	164	WS200	湘 1474	中国湖南	0.23	104	WS309	红阳春	中国江苏	-0.34	252
WS092	抗辉县红	中国河南	0.01	160	WS201	农大 183	中国北京	0.14	121	WS310	红麦	中国河北	-0.52	295
WS093	青麦 6号	中国山东	-0.34	249	WS202	淮麦 26	中国江苏	0.13	122	WS311	大红芒	中国江苏	0.18	113
WS094	鲁原 118	中国山东	-0.04	173	WS203	Mackelloni	美国	0.31	88	WS312	鱼鳞糙	中国江苏	0.07	144
WS095	赤小麦	日本	0.20	112	WS204	克丰 3号	中国黑龙江	-0.78	320	WS313	仙麦(乙)	中国江苏	0.21	109
WS096	Lovrin 10	罗马利亚	0.14	120	WS205	西风	中国陕西	-1.08	325	WS314	红石麦	中国江苏	-0.51	293
WS097	Orofen	智利	-0.17	206	WS206	吉春 1016	中国吉林	-0.61	303	WS315	银包金	中国江苏	0.44	55
WS098	西农 64	中国陕西	-0.22	214	WS207	毕麦 26	中国贵州	-0.25	222	WS316	绵阳 1号	中国四川	0.18	114
WS099	费农 10号	中国贵州	-0.29	235	WS208	黄水白	中国浙江	-0.72	313	WS317	西昌早	中国四川	0.10	132
WS100	Villa Glori	意大利	-0.44	279	WS209	苏麦 188	中国江苏	-0.18	207	WS318	雅安早	中国四川	0.41	64
WS101	阿勃	意大利	0.32	83	WS210	Y14	中国北京	-0.45	283	WS319	万雅 2号	中国四川	0.31	89
WS102	抗麦 106	中国河南	-0.39	260	WS211	镇麦 8号	中国江苏	-0.42	278	WS320	980-1	中国北京	-0.26	227
WS103	骊英 5号	中国江苏	0.26	97	WS212	郑麦 16	中国河南	-0.69	308	WS321	980-2	中国北京	-0.09	186
WS104	淮麦 30	中国江苏	0.04	149	WS213	郑抗 58	中国河南	-0.65	304	WS322	农林 20	日本	-0.54	296
WS105	敦化春麦	中国吉林	0.30	92	WS214	鲁研 217	中国山东	-0.55	298	WS323	农林 22	日本	-0.49	289
WS106	石 81-5194	中国河北	0	162	WS215	信麦 16	中国河南	0.63	19	WS324	农林 45	日本	-0.12	192
WS107	襄麦 29	中国湖北	-0.04	174	WS216	蚂蚱麦	中国陕西	-0.36	254	WS325	农林 46	日本	0.36	69
WS108	凤麦 11	中国云南	0.51	39	WS217	泰山 1号	中国山东	-0.37	256	WS326	农林 61	日本	-0.27	234
WS109	徐州 27	中国江苏	-0.05	176	WS218	扬麦 3号	中国江苏	0.24	101	WS327	红米仙	中国江苏	0.08	139

金鑫,林晶晶,李长亚. 盐城市稻米产业集群发展的现状与思考[J/OL]. 大麦与谷类科学,2026,43(1):12-15(2026-02-26). <https://doi.org/10.14069/j.cnki.32-1769/s.2026.01.002>.

盐城市稻米产业集群发展的现状与思考

金鑫¹,林晶晶^{2*},李长亚¹

(1. 盐城市粮油作物技术指导站,江苏盐城 224002;2. 盐城农业科技职业学院,江苏盐城 224051)

摘要:近年来,盐城市稻米产业集群发展取得一定进步,包括资源禀赋得天独厚、主导品种优势明显、技术体系健全完备、品牌塑造成效显著、规模种植稳步推进。但与国内外及高质量发展的要求相比,盐城市仍然存在市域内科研机构力量薄弱、标准化生产程度不高、品牌竞争力有待增强、龙头带动能力不足等问题。为此,需着力加快盐城稻米产业集群由产量导向向绿色高质高效方向转变:聚焦耕地和种子“两个要害”,深入实施“藏粮于地、藏粮于技”,提升优质稻米产业科技装备支撑能力;突出绿色引领,加大高质高效标准化生产模式集成推广,助推优质稻米产业做大做强;开展“射阳大米”精品品牌培育,不断推动盐城市稻米产业从资源优势向产业优势、市场优势和品牌优势转变;培育壮大稻米产业农业链主龙头,推动稻米产业集群集聚发展。

关键词:盐城;稻米;产业;高质量发展;集群;思考

中图分类号:S511

文献标志码:B

文章编号:1673-6486-20250126

盐城被誉为“东方湿地之都,仙鹤神鹿世界”,素有“鱼米之乡”的美称,以占全国 0.61%的耕地,生产了约占全国 1.05%的粮食,且 2014—2025 年连续 12 年稳定在 700 万 t 以上。水稻是盐城第一大粮食作物,常年种植面积达 41 万 hm²,总产达 375 万 t,占全省 20%左右,是江苏省优质粳稻生产第一大城市。盐城稻作历史悠久,具有较高的稻作技术水平,水稻单产常年超出全省平均水平 4%左右。盐城优质稻米全产业链总产值超过 300 亿元,其中农业产业本身产值超过 100 亿元,直接关系到 60 多万种植户,其中 6.67 hm² 以上适度规模经营种植户达 8 761 户,规模经营面积达 16 万 hm²。2023 年,江苏省稻米产业集群获农业农村部批准建设,围绕水稻生产、加工、仓储、销售等关键环节,以科技创新为先导,以稻米加工重点企业为龙头,以标准化、规模化种植基地为基础,通过聚力打造优质稻米产业集群,实现稻米产业适度规模化、集约高效化、绿色品牌化,积极构建合作共赢的联农带农利益联结机制^[2-3]。

近年来,随着新发展阶段城乡居民消费结构改进和消费水平提升,推动粮食产业的高质量发展成

为国家粮食安全的重要保障和粮食产业自身发展的内在要求,优质稻米产业地位日益凸出,迫切要求盐城市稻米产业转型升级^[4]。盐城作为全省和全国的农业大市、产粮大市,发挥了粮食生产的比较优势,推动粮食产业高质量发展,围绕培育优质稻米优势主导产业,加快推进产业化进程,逐步形成了稻米产业集群效应,但在发展过程中也暴露出许多问题。本文着重分析盐城稻米产业集群发展现状和问题,从品种、品质、品牌和标准化生产等方面提出对策与建议,旨在推动盐城稻米产业集群由产量导向向绿色高质高效方向转变,不断增强稻米产业集群的竞争力。

1 盐城市稻米产业集群发展的现状

1.1 主导品种优势明显

盐城市资源禀赋得天独厚,土壤肥沃,土质呈弱碱性,光照水源充足,常年降水量 1 000 mm 左右,总日照时数超过 2 000 h,夏季雨水充足,秋季光照充分,对水稻生长有利,是名副其实的“鱼米之乡”。盐城立足沿海、里下河、淮(渠)北三大农区,分别推广应用对应品种,区域布局趋于合理。近年来,该市示范推广南粳 9108、南粳 5718、盐粳 15 号等一批优质、高效、专用稻米品种,种植品种不断优化。当前,南粳 9108 是盐城市第一大种植品种,该品种是江苏省农业科学院培育筛选的优良食味粳稻品种,

收稿日期:2025-12-16;修回日期:2026-02-09。

基金项目:2024 年度盐城市自然科学软课题项目(yckxrkt2024-68)。

作者简介:金鑫(1988—),男,硕士,高级农艺师,主要从事水稻绿色高质高效生产技术与推广。Email:470498363@qq.com。

* 通信作者:林晶晶(1988—),女,硕士,副教授,主要从事植物生理生态研究。Email:jingjinglin11@163.com。

食味品质极佳,深受消费者喜爱,先后多次荣获国家、省优良食味粳稻品种金奖、一等奖,还被农业农村部(原农业部)评为超级稻品种;盐粳15号是由盐城市盐都区农业科学研究所自主选育的超级稻品种,抗逆性和丰产性好。

1.2 技术体系健全完备

经江苏省科技厅批准,江苏神农大丰种业科技有限公司在盐都区建成张洪程院士工作站,江苏大丰华丰种业股份有限公司在大丰区建成万建民院士工作站,盐城市还鼓励各科研企事业单位与南京农业大学、扬州大学、江苏省农业科学院联系,共建产学研创新基地。市县作物栽培技术推广部门实施部、省级水稻绿色高质高效创建项目,盐城市每年开展水稻绿色高质高效创建面积超过1万hm²。

1.3 品牌塑造成效显著

“盐城大米”已被注册为中国地理标志集体商标,保护范围覆盖盐城全境9个县(市、区)。此外,盐城还拥有射阳大米、东台大米、大丰大米、阜宁大米等多个县级大米地理标志品牌。其中“射阳大米”拥有3.88万hm²国家级绿色水稻生产基地,2023年区域公用品牌价值已达357.21亿元,连续15年蝉联上海粮油类十大优质畅销品牌,被农业农村部列入2022年农业品牌精品培育名单,年产销“射阳大米”超百万t,年产值超百亿,带动农民增收3亿多元。

1.4 规模种植稳步推进

盐城地区规模种植程度不断提高,规模经营超过16万hm²，“十四五”期间增加10%。盐城市大力培育新型经营主体和社会化服务组织,全市目前共有水稻相关专业化服务组织2500多个、新型经营主体10000多个^[4]。

2 国内外稻米产业集群发展情况

2.1 日本稻米产业集群

日本是世界主要的水稻生产国和消费国,稻米产业化、机械化程度较高,当前稻米自给率达到95%以上。日本水稻主产区主要集中在东北、关东、北陆和九州四大区域。这些地区的气候、土壤等自然条件适宜水稻生长,形成了较为集中的稻米产业集群。日本的大米品种有800多个,越光大米是目前日本种植面积最广的优质稻品种。新潟县“越光”品牌米被称为“日本第一好米”,素有“世界米王”的美誉。日本水稻生产机械化技术居世界领先水平。日本大米以糙米形式进行流通,与国内碾米工艺不

同,日本以糙米为原料,经过选料、碾米、包装三大生产流程成为商品大米。2020年,日本作为主食用的大米产量为776.5万t,需求量为714万t。日本高度重视大米品牌培育,目前日本市场上,大米品牌已多达800多种,知名的有“越光”米、“滋雅”米等。日本在推进大米品牌化发展道路上,建立了以标准化生产和质量认证为基础、以标准制定为抓手、以产销促进和品牌推介为手段的品牌工作机制,形成了“政府主导、科研机构参与、社会组织推进、第三方配合”的运行机制,从源头抓起,加强品牌建设要素与全产业链结构的关联性,把大米品牌建设贯穿于全产业链,深度挖掘核心产品,塑造优质大米品牌。

2.2 五常稻米产业集群

五常市是我国单季水稻生产第一大县(市),拥有水田面积16.7万hm²左右,年产优质水稻约130万t,成品五常大米约70万t。水稻种植主要采用育苗移栽技术,生产上使用国内外最先进的生产设备,主要采用“二抛三选”、真空包装等生产工艺^[5]。“五常大米”作为中国国家地理标志保护产品,先后获得了“中国地理标志保护产品”“原产地证明商标”“中国名牌产品”“中国名牌农产品”和“中国驰名商标”5项桂冠。其市场品牌价值高达713.41亿元,连续8年蝉联地标产品大米类全国第一,连续4年蝉联“黑龙江国际大米节”金奖,是全国乃至全球知名的高品质大米品牌。

3 盐城市稻米产业集群发展面临的问题

3.1 本土科研力量薄弱

当前盐城市稻米品种、技术等更新换代主要依托于省内外高校和科研院所,市内公益性科研机构力量薄弱,种业企业育繁推一体化水平不高,盐城市粮食种植的当家品种中自主选育稻麦品种的种植比例仍然不高。

3.2 标准化生产程度不高

一方面,农业生产基础不牢,部分地区农田基础设施配套还不完善;农机农艺技术集成还不够,水稻钵苗摆栽、侧深施肥等高效技术到位率还不高,直播稻等粗放栽培模式仍有一定比例。另一方面,粮食经营层次不高,3.33hm²以上的规模主体不到1.5万户,种植主体数量多,品种多乱杂,产品一致性差,市场竞争力不强。

3.3 品牌竞争力有待增强

盐城市稻米品牌较多,地理商标品牌有6个,

国家驰名商标有3个,但只有“射阳大米”有较高的知名度和影响力,其他品牌市场占有率较低,品牌多而不强,而且“射阳大米”售价不高。目前盐城市品牌稻米绝大部分采用南粳9108、南粳505等系列产品,优质品种单一。

3.4 龙头企业带动能力不足

加工企业小、乱、杂。盐城市稻米加工企业多为小型家庭作坊式加工厂,年加工量超过5万t的大型加工企业占比不足5%,造成稻米加工能力低下,组织松散,加工标准难统一。精深加工起步晚。盐城市粮食加工主要是稻米粗加工,精深加工处于起步阶段,多以清理、脱壳、碾米、烘干、包装等初加工为主,产品结构单一,缺乏高附加值产品,导致盐城市大多数稻米加工企业处于价值链的低端,没能形成集群集聚效应。同时,加工企业缺乏生产基地,订单种植少,对农户带动作用小,企业自身也缺少优质稻源。

4 盐城市稻米产业集群高质量发展的主要思路

优质稻米产业集群发展是一个系统工程,涉及的环节较多,必须高度重视,强化顶层设计,统筹各种资源,努力实现盐城市委市政府提出的百亿产业打造的目标^[9]。

4.1 抓牢关键要害,提升优质稻米产业创新力

聚焦耕地和种子“两个要害”,深入实施“藏粮于地、藏粮于技”,全力提升优质稻米产业科技装备支撑能力。严格耕地用途管制,加快建设早涝保收、高产稳产的高标准农田,组织实施耕地质量提升工程,切实抓好耕地建设。强化种业创新,组织实施种业振兴行动,提高自有品种市场占有率,组建盐城种业创新联盟,联合选育、改良提升适宜盐城市生态环境的优质高产食味稻米品种,加大成果转化力度,示范推广优良品种。着力推进水稻产业体系建设,组织开展稻米产业课题研究和瓶颈攻关,为稻米产业健康发展提供科技支撑。

4.2 坚持绿色高效,提升优质稻米产业保障力

突出绿色引领,加大高质高效标准化生产模式集成推广,助推优质稻米产业做大做强。集成推广适宜不同稻区的水稻绿色丰产高效栽培技术和模式,全力压减粗放直播稻种植。强化生产全过程管理,大力培育新型经营主体和社会化服务组织,提升标准化生产服务水平,构建优质稻米标准化技术体系。集聚各类项目资源,打造优质稻米标准化生产示范基地,开展订单种植,着力提升市场竞争力。

4.3 培强稻米品牌,提升优质稻米产业竞争力

开展“射阳大米”精品品牌培育,不断推动盐城市稻米产业从资源优势向产业优势、市场优势和品牌优势转变。坚持以市场需求为导向,深度探索差异化的发展模式,提高中高端市场份额,满足消费者多层次、个性化的消费需求。充分发挥盐城市大米产业促进会作用,积极建立“产业促进会+基地+农户”机制,推进新“三品一标”建设。坚持开展精准营销推介,积极通过新闻媒体宣传品牌,充分利用“农交会”“绿博会”等国内知名展销平台举办“射阳大米”品牌专场推介,提升知名度。聚焦目标市场精准营销,鼓励引导“射阳大米”在大中城市新建十个直销店、百个线上网店、千个小区智慧零售点(柜),进万个超市,形成“十百千万”营销网络。

4.4 打造全产业链,提升优质稻米产业发展力

坚持以“构建全产业链、形成产业集群、打造产业生态”为路径,大力培育壮大稻米产业链主龙头,加快推动稻米产业集群集聚发展。突出龙头引领,引导稻米龙头企业采取兼并重组、股份合作等形式,建立大型企业集团,实现企业上下游产业链的有效整合,支持江苏射阳大米集团有限公司等当地稻米加工企业挂牌上市。支持各地把招引稻米精深加工企业和项目作为重点,开展产业链招商,建设一批规模大、装备新、产品优的稻米加工项目,培育形成一批“链主型”农业龙头企业和“小巨人”企业。突出精深加工,坚持以农产品加工集中区为载体,鼓励支持发展精深加工,研发营养健康米、专用米及米制品主食等高附加值产品。突出融合发展,支持构建“产购储加销”一体化全产业链经营模式,开展多种类型的一二三产业融合发展示范,以江苏射阳大米集团有限公司、江苏银宝控股集团有限公司为引领,培育一批本土稻麦加工融合发展领军企业。

参考文献:

- [1] 金鑫,林晶晶,杨力,等. 江苏盐城市推进优质稻米产业发展的实践与思考[J]. 大麦与谷类科学,2019,36(6):52-54,63.
- [2] 谢静静,陈震,杨洪建. 推进江苏省稻米产业集群建设的对策建议[J]. 中国农技推广,2025,41(7):16-19.
- [3] 郭宇. 江苏省沭阳县稻米产业发展研究[D]. 扬州:扬州大学,2024:19-22.
- [4] 马顺圣,陈京都,唐建鹏,等. 江苏省扬州市优质稻米产业发展现状与对策[J]. 江苏农业科学,2021,49(21):28-32.
- [5] 杨力,刘洪进,金鑫,等. 盐城市推进品牌稻米建设的实

践与思考[J]. 大麦与谷类科学,2018,35(1):57-59,63.

(2):22-25.

[6] 韩学平,李思佳. 基于“钻石模型”的产业集群竞争力研究:以黑龙江省五常稻米产业为例[J]. 黑龙江社会科学,2019

[7] 张楠. 实施优质粮食工程构建产业集群“高地”[J]. 江苏农村经济,2023(9):56-57.

Current Situation and Reflections on Development of Rice Industry Cluster in Yancheng City

Jin Xin¹, Lin Jingjing², Li Changya¹

(1. Yancheng Grain and Oil Crop Technology Guidance Station, Yancheng 224002, China; 2. Yancheng Agricultural College, Yancheng 224002, China)

Abstract: In recent years, the development of rice industry cluster in Yancheng has achieved certain progress, including unique resource endowments, distinct advantages of leading varieties, a sound and complete technical system, remarkable results in brand building, and steady advancement of large-scale cultivation. However, compared with domestic and international standards and the requirements of high-quality development, Yancheng still faces challenges such as weak research institute capacity within the city, a low level of standardized production, room for improvement in brand competitiveness, and insufficient leading enterprise drive. To this end, accelerating the transformation of rice industrial cluster in Yancheng from a yield-oriented model to a green, high-quality and high-efficiency one requires focused efforts in four key areas. First, focus on the two crucial pillars of cultivated land and seeds, fully implement the strategy of storing grain in the land and in technology, and strive to enhance the scientific and technological equipment support capacity for the high-quality rice industry. Second, prioritize green development as the guiding principle, scale up the integration and promotion of high-quality, high-efficiency and standardized production models, and boost the expansion and strengthening of the high-quality rice industry. Third, carry out the cultivation of the premium Sheyang Rice Brand, and continuously drive the transformation of rice industry in Yancheng from a resource-based advantage to industrial, market and brand advantages. Fourth, vigorously foster and expand leading enterprises as the chain masters of the rice industry, and accelerate the clustered and concentrated development of the rice industrial cluster.

Key Words: Yancheng; Rice; Industry; High-quality development; Cluster; Reflection

欢迎订阅 2026 年《大麦与谷类科学》

《大麦与谷类科学》是《中国期刊全文数据库》《中文科技期刊数据库》《中国核心期刊(遴选)数据库》全文收录期刊、超星域出版平台全文收录期刊、《中国学术期刊综合评价数据库》统计源期刊、国家科技学术期刊开放平台全文收录期刊、原国家新闻出版广电总局首次认定 A 类学术期刊。江苏省一级期刊、2017 年度江苏省精品科技期刊, CACJ 中国应用型扩展期刊(2023 版), OA 开放获取典范期刊(维普资讯)。

《大麦与谷类科学》由江苏省农业科学院主管、江苏沿海地区农业科学研究所主办,是中国作物学会大麦专业委员会与江苏省农学会学术性期刊,内容具有创新性、应用性、系统性、导向性,主要报道大麦、小麦、水稻、玉米、高粱、谷子等谷类作物的研究动态和科研成果,内设栏目有:综述与报告(专家视点)、生理与生态、栽培与育种、土肥与植保、贮藏与加工、资源与环境、种业创新、现代大农业、乡村振兴、简讯与信息、人物介绍等。主要作者与读者为从事农业科研与农技推广的科技人员、农业企业经营管理人员、农业大中专院校师生等。

本刊为双月刊,大 16 开本。国内外公开发行,中国标准连续出版物号 CN32-1769/S、ISSN 1673-6486。国内每期定价 15.00 元,全年 6 期共 90.00 元,自办发行。

欢迎赐稿,欢迎订阅。可随时直接与本编辑部联系。

电 话:0515-88330625

电子信箱:damkx@163.com

邮局汇款:《大麦与谷类科学》杂志编辑部

银行汇款:江苏沿海地区农业科学研究所

账 号:10-400901040004637

网 址:<http://dmkx.cbpt.cnki.net>

邮 编:224002

地 址:江苏省盐城市开放大道北路 9 号

开户行:盐城市农行建中支行

用 途:订阅费或编审费

王文莉,魏兴,董艳红,等.黄河三角洲轻度盐碱地不同灌溉方式对水稻分蘖及产量的影响[J/OL].大麦与谷类科学,2026,43(1):16-19,37(2026-01-26).<https://doi.org/10.14069/j.cnki.32-1769/s.2026.01.003>.

黄河三角洲轻度盐碱地不同灌溉方式对水稻分蘖及产量的影响

王文莉¹,魏兴¹,董艳红¹,崔梦林¹,卢迪¹,武帅帅²,张吉财¹,尹秀波^{1*}

(1.山东省农业技术推广中心,山东 济南 250000;2.东营市一邦农业科技开发有限公司,山东 东营 257000)

摘要:本试验通过设置淡水灌溉(G1)、微咸水与淡水交替灌溉(G2)、微咸水灌溉(G3)3个试验处理,研究黄河三角洲轻度盐碱地微咸水(矿化度为1.2~1.9 g/L)灌溉对水稻分蘖生长动态及产量的影响。结果表明,自插秧后第6天至第36天,G2与G3处理的水稻每穴分蘖数与G1处理间差异无统计学意义。其中:自插秧后第6天至第26天,3个处理的水稻每穴分蘖数呈明显增加的趋势,G1、G2与G3处理每穴分蘖数分别增加了9.3、8.3、8.0个;插秧后第26天至第36天,3个处理水稻每穴分蘖数的增加幅度减小,G1、G2与G3处理每穴分蘖数分别增加了0.9、0.7、0.8个。G1、G2与G3处理的水稻株高、穗长、有效穗数、每穗实粒数与千粒质量的差异均无统计学意义。G2与G3处理的产量比G1分别降低5.70%和6.26%,但3个处理间差异无统计学意义。由此表明,1.2~1.9 g/L低矿化度微咸水灌溉对水稻分蘖、成熟期株高、穗长、有效穗数、每穗实粒数、千粒质量与产量均无显著影响,生产中可参考利用。

关键词:黄河三角洲;轻度盐碱地;微咸水灌溉方式;水稻;产量

中图分类号:S512.1

文献标志码:A

文章编号:1673-6486-20250110

山东省盐碱地分布广泛,包括滨海盐碱地和沿黄内陆盐碱地2种类型,面积约59.3万hm²,其中滨海盐碱地约46.6万hm²,主要分布在东营、滨州等黄河三角洲地区,约占全省盐碱地总面积的78.6%,因此黄河三角洲盐碱地是我国重要的土地后备资源^[1]。黄河三角洲盐碱地是由黄河泥沙不断淤积沉淀形成的,盐分主要以氯化钠为主,根据盐分含量分为轻度、中度和重度3种类型,对大部分作物生长及产量形成产生不利影响^[2-3]。水稻是改良盐碱地的先锋作物,种植水稻可以显著降低土壤盐分,提高粮食产能,是开发利用盐碱地的有效途径^[4]。黄河三角洲盐碱地区光热资源充足、昼夜温差大,很适宜优质米生产。因此,该地区发展水稻产业潜力巨大。

近年来,黄河三角洲盐碱地农业灌溉用水量紧张,与水稻生产需水量大之间的矛盾日益突出,因此发展水稻节水栽培成为未来的必然趋势^[2-5]。黄河三角洲盐碱地含有丰富的咸水与微咸水资源,利用

微咸水替代淡水进行灌溉可为盐碱地水稻节水栽培开辟新的途径,因此本研究通过不同灌溉方式研究轻度盐碱地微咸水替代灌溉对水稻分蘖及产量的影响,以期能为水稻节水栽培提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验地点与供试材料

试验地位于东营市垦利区(118°E,37°N)。供试土壤盐含量(质量分数,下同)1.3 g/kg,pH值8.4,水解性氮含量58.9 mg/kg,有效磷含量41.1 mg/kg,速效钾含量154.5 mg/kg,有机质含量14.2 g/kg,属于轻度盐碱地。供试品种为高产稳产水稻品种津育粳22,该品种为天津市农业科学院农作物研究所选育的常规粳稻品种,2018年通过京津冀审定(审定编号:京津冀审稻20180003),现已成为京津唐稻区的主栽品种之一。

1.2 试验设计

灌溉方式共设3个处理:淡水灌溉(G1)、微咸水(本研究中矿化度为1.2~1.9 g/L的水,广泛分布于当地沟渠中)与淡水交替灌溉(G2)、微咸水灌溉(G3)。随机区组试验设计,重复3次,共9个小区,小区面积60 m²,每小区基本苗数设置6000株左右。3种灌溉方式处理的时期为分蘖期、孕穗期、扬花期、灌浆期。灌水方法为:分蘖期、孕穗期、扬花期保持浅水层,灌浆期采用干湿交替灌溉方式。微咸水与淡水交替灌

收稿日期:2025-10-27;修回日期:2025-12-25。

基金项目:黄河三角洲盐碱地水稻轻简节水增产增效关键技术创新与应用(zyczh-sdnj2025-10)。

作者简介:王文莉(1969—),女,正高级工程师,研究方向为粮油作物新品种新技术新机械试验示范推广。Email:wangwenli@shandong.cn。

*通信作者:尹秀波(1970—),女,正高级农艺师,主要从事农业技术推广工作。Email:57369931@qq.com。

溉是从返青后分蘖期开始,首先灌溉微咸水,之后灌溉淡水,交替进行。每次田间灌水深度 3 cm 左右。采用机插秧种植方式,秧苗行距 30 cm、株距 13 cm。其他栽培管理措施与大田生产保持一致。

1.3 测定指标

水稻移栽前测定土壤基础肥力。插秧后调查基本苗数,自插秧后第 6 天开始每隔 4 d 各试验小区定点 10 穴调查分蘖数,成熟期调查各小区产量性状,各小区测量 15 株有代表性植株的株高与穗长度。

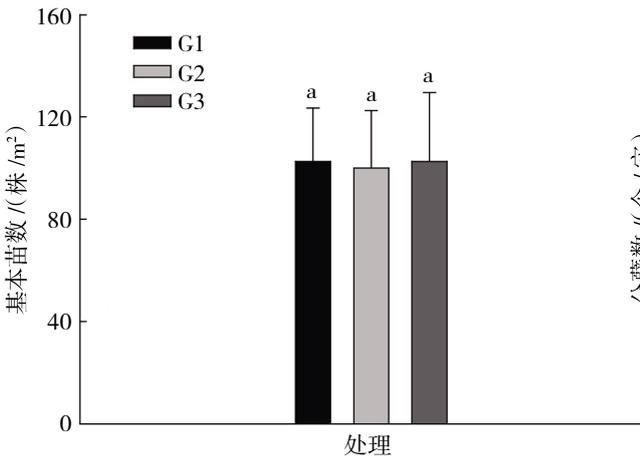
1.4 数据处理

使用 DPS 3.01 进行数据分析。采用 LSD 法进行多重比较分析。

2 结果与分析

2.1 不同灌溉方式对水稻分蘖动态的影响

由图 1 可知,淡水灌溉处理(G1)、微咸水与淡



相同小写字母表示处理间差异不具统计学意义(P>0.05)。

图 2 至图 5 同

图 1 不同灌溉处理的基本苗数

2.2 不同灌溉方式对水稻株高与穗长的影响

由图 3 可知,淡水灌溉处理(G1)、微咸水与淡水交替灌溉处理(G2)及微咸水灌溉处理(G3)的株高分别为 98.3、95.7、95.2 cm,虽然 G1 处理的数值最高,但 3 个处理间差异无统计学意义。由此表明,不同微咸水灌溉方式对水稻株高无显著影响。由图 4 可知,淡水灌溉处理(G1)、微咸水与淡水交替灌溉处理(G2)及微咸水灌溉处理(G3)的穗长分别为 15.7、15.3、15.2 cm,3 个处理间差异无统计学意义。由此表明,不同微咸水灌溉方式对水稻穗长无显著影响。

2.3 不同灌溉方式对水稻产量构成因素及产量的影响

由表 1 可知,淡水灌溉处理(G1)、微咸水与淡

水交替灌溉处理(G2)及微咸水灌溉处理(G3)的基本苗数分别为 102.6、100.0、102.6 株 /m²,不同处理间苗数差异无统计学意义。由图 2 可知,各试验处理的水稻分蘖数呈逐渐增加的趋势,自插秧后第 6 天至第 26 天变化幅度明显,插秧后第 26 天以后变化较为平缓。其中:自插秧后第 6 天至第 26 天,G1、G2 与 G3 处理每穴分蘖数分别增加了 9.3、8.3、8.0 个,G1 处理分蘖数增幅最大,其次为 G2 处理,G3 增幅最小,说明微咸水灌溉对水稻前期分蘖有抑制作用;自插秧后第 26 天至第 36 天,G1、G2 与 G3 处理每穴分蘖数分别增加了 0.9、0.7、0.8 个,3 个处理的分蘖增幅均明显变小,3 个处理间差异不具统计学意义。因此,自插秧后第 6 天至第 36 天,G1、G2 与 G3 处理的水稻每穴分蘖数差异全程均无统计学意义。由此表明,微咸水灌溉未对水稻分蘖特性产生显著影响。

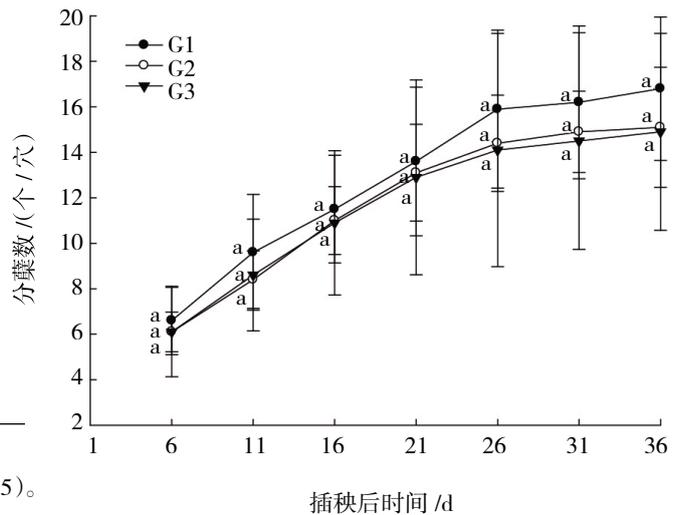


图 2 不同灌溉方式对水稻分蘖动态的影响

水交替灌溉处理(G2)及微咸水灌溉处理(G3)的有效穗数分别为 27.5 万、26.2 万、26.2 万个 /667 m²,3 个处理间差异无统计学意义。G1、G2 与 G3 处理的穗实粒数分别为 87.86、86.54、86.03 粒 / 穗,3 个处理间差异无统计学意义。G1、G2 与 G3 处理的千粒质量分别为 27.0、27.1、27.1 g,且差异无统计学意义。由此表明,微咸水灌溉方式对水稻有效穗数、每穗实粒数及千粒质量均无显著影响。由图 5 可知,G1、G2 与 G3 处理的产量分别为 553.9、522.3、519.2 kg/667 m²,G2 与 G3 处理的产量比 G1 分别降低 5.70% 和 6.26%,但 3 个处理间差异无统计学意义。由此表明,微咸水灌溉对水稻产量无显著影响。

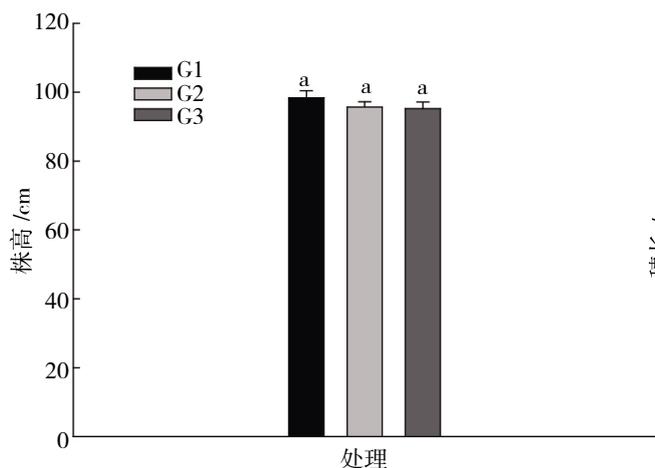


图3 不同灌溉方式对水稻株高的影响

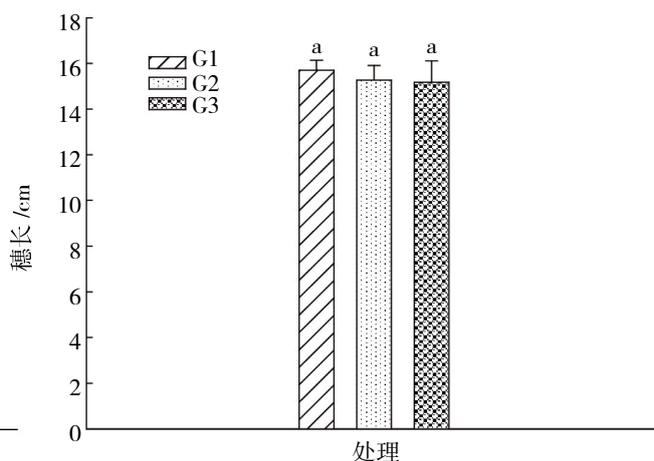


图4 不同灌溉方式对水稻穗长的影响

表1 不同灌溉方式对水稻产量构成因素的影响

试验处理	有效穗数/(万个/667 m ²)	穗实粒数/(粒/穗)	千粒质量/g
G1	27.5 a	87.76 a	27.0 a
G2	26.2 a	86.54 a	27.1 a
G3	26.2 a	86.03 a	27.1 a

注:同列数据后相同小写字母表示处理间差异无统计学意义($P > 0.05$)。

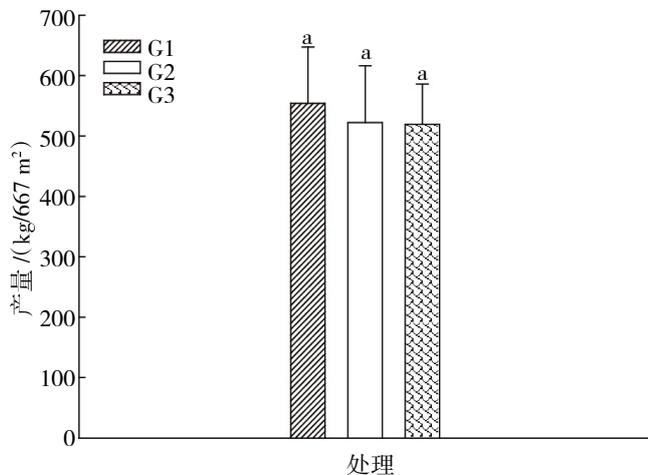


图5 不同灌溉方式对水稻产量的影响

3 讨论与结论

黄河三角洲盐碱地属于黄河冲积平原,具有盐分来源广泛、矿化度较高、地下盐分极易向上迁移及土壤盐碱化极易反复等特点^[6-7]。针对这些特点,广泛采用物理工程技术、化学技术、生物改良技术等方法,对黄河三角洲盐碱地进行长期研究与探索,取得了良好的改善效果^[2]。水稻种植是改良利用黄河三角洲盐碱地的重要生物技术手段之一。水稻是改良盐碱土的先锋作物,其水生且生长过程需反

复排灌水的特点,能够迅速降低耕作层盐分浓度,有效改良盐碱地^[8]。近年来,黄河三角洲农业灌溉淡水资源日益短缺,限制了当地水稻产业的发展。因此,加强黄河三角洲盐碱地水稻节水栽培技术研究具有重要意义。

黄河三角洲盐碱地区地下水主要是微咸水和咸水,其中微咸水资源极为丰富。据报道,东营市矿化度2~5 g/L的微咸水多年平均为30 577万 m³,矿化度不小于5 g/L的咸水多年平均为29 955万 m³。因此,高效利用当地微咸水资源成为解决黄河三角洲盐碱地水稻生产淡水资源匮乏问题的重要措施。20世纪30年代,国外(印度、阿尔及利亚、意大利等)开始研究微咸水灌溉农田,取得了一些重要研究成果,为利用微咸水灌溉作物、蔬菜等技术的研究奠定了重要基础^[10-12]。我国宁夏、河北、河南、内蒙古、新疆等地也开展了微咸水利用的相关研究^[10],国内关于微咸水灌溉对小麦^[13-14]、玉米^[15]、水稻^[5,8]、棉花^[16]、向日葵^[17]、番茄^[12]等作物生长的影响已有较多报道,各地也积累了丰富经验。已有研究表明,水稻全生育期使用矿化度为3 g/L的微咸水灌溉会降低产量约10%,因此用微咸水灌溉水稻,其矿化度应控制在3 g/L以下^[18]。水稻分蘖期至成熟期利用微咸水灌溉配合减施氮肥、增施钾钙肥的技术措施不仅

能够节约稻田淡水用量,而且能够提高稻米食味品质^[9]。灌溉矿化度为 2.56 g/L 的微咸水配施 12 kg/hm² 的硅肥能够节约淡水资源,促进水稻生长,提高产量^[10]。本研究结果表明,1.2~1.9 g/L 低矿化度微咸水灌溉、低矿化度微咸水与淡水交替灌溉处理对水稻分蘖的发生、株高、穗长及产量性状均无显著影响,说明采用低矿化度微咸水足量灌溉与咸淡水轮灌方式在水稻不减产的基础上节约了淡水灌溉量,这与微咸水灌溉其他作物的研究^[20]类似,生产中可以参考应用。

参考文献:

- [1] 杨久涛,孙红滨,王桂峰,等. 山东盐碱地农业综合开发利用现状与展望[J]. 中国农业综合开发,2023(6):7-12.
- [2] 左 强,吴 训,石建初,等. 黄河三角洲滨海盐碱地可持续利用的水土资源约束与均衡配置策略[J]. 中国工程科学, 2023,25(4):169-179.
- [3] 朱建峰,崔振荣,吴春红,等. 我国盐碱地绿化研究进展与展望[J]. 世界林业研究,2018,31(4):70-75.
- [4] 王才林,张亚东,赵 凌,等. 耐盐碱水稻研究现状、问题与建议[J]. 中国稻米,2019,25(1):1-6.
- [5] 王 璐,侯红燕,胡鑫慧,等. 微咸水灌溉与施肥方式对盐碱地水稻生理特性、产量及品质的互作效应[J]. 节水灌溉, 2025(3):84-90,99.
- [6] 尹建道,姜志林,李兴明,等. 黄河三角洲盐碱地综合开发构想[J]. 南京林业大学学报,2000,24(5):61-63.
- [7] 宋静茹,杨 江,王艳明,等. 黄河三角洲盐碱地形成的原因及改良措施探讨[J]. 安徽农业科学,2017,45(27):95-97,234.
- [8] 李 博,王洪德,丁继辉,等. 不同微咸水灌溉模式下盐碱土脱盐效率及水稻生长效应[J]. 中国农村水利水电,2025(3): 187-193.
- [9] 李恩辉,燕美英,张兴风. 东营市引黄灌区微咸水灌溉应用技术探索[J]. 山西水利科技,2024(3):63-66.
- [10] 郑九华. 咸水灌溉[M]. 北京:中国水利水电出版社,2010: 64,80-82.
- [11] 胡奕婷,董 岳,宋修超,等. 不同微咸水灌溉和氮肥类型对滨海盐渍土水稻生长和产量的影响[J]. 中国农学通报, 2025,41(21):114-122.
- [12] 何平如,李金刚,陈 菁,等. 咸淡水轮灌对土壤水盐和番茄生长品质的影响[J]. 排灌机械工程学报,2025,43(8):833-842.
- [13] 樊宇翔,庞桂斌,张海峰,等. 微咸水灌溉下有机肥配施对土壤肥力和冬小麦产量的影响[J]. 节水灌溉,2025(10):14-21.
- [14] 高伟强,张体彬,童建康,等. 不同钠钾比微咸水对土壤水盐特性和冬小麦生长的影响[J]. 水土保持学报,2024,38(6):372-380.
- [15] 李金刚,何平如,陈 菁,等. 灌溉水盐度对玉米出苗、产量、品质及土壤盐分动态的影响[J]. 节水灌溉,2024(4):1-10.
- [16] 范德宝,管 瑶,贺兴宏,等. 咸淡水组合灌溉对土壤盐分和棉花生长的影响[J]. 节水灌溉,2024(3):17-23.
- [17] 何平如,李金刚,陈 丹,等. 再生水与微咸水轮灌对向日葵生长和籽粒发育的影响[J]. 农业机械学报,2025,56(8): 555-566.
- [18] 郑崇珂,戴南平,周冠华,等. 黄河三角洲微咸水灌溉对水稻产量的影响[J]. 节水灌溉,2023(3):17-23.
- [19] 韩晓楠,孙书洪,马文慧,等. 微咸水灌溉下硅肥对水稻生长性状的影响研究[J]. 节水灌溉,2022(1):74-79,84.
- [20] 高聪帅,邵立威,闫宗正,等. 不同矿化度微咸水灌溉冬小麦对下季作物产量和周年土壤盐分平衡的影响[J]. 中国生态农业学报(中英文),2021,29(5):809-820.

(下转第 37 页)

本刊加入有关数据库的特别声明

为了适应我国期刊信息化建设的需要和扩大作者学术交流渠道,实现期刊编辑、出版工作的网络化与数字化,提高作者所发表论文的被引频次与影响力,本刊已加入《中国学术期刊(光盘)》、“中国期刊网”“万方数据—数字化期刊群”、重庆维普“中文期刊数据库”、超星期刊“域出版”平台和国家科技学术期刊开放平台等。作者无需另外支付网络编审费。作者著作权使用费与本刊稿酬由本刊编辑部一次性给付作者。如作者不同意编入上述数据库,请务必提供书面说明。所刊载文献被以各种形式转载时请注明来源于本刊。

《大麦与谷类科学》杂志编辑部

郭红,王敏,戴凌云,等. 盐麦1号高产稳产的播期、播量与肥料运筹优化——基于3年定位试验研究[J/OL]. 大麦与谷类科学,2026,43(1):20-25(2026-02-13). <https://doi.org/10.14069/j.cnki.32-1769/s.2026.01.004>.

盐麦1号高产稳产的播期、播量与肥料运筹优化 ——基于3年定位试验研究

郭红,王敏,戴凌云,贾玉萍

(盐城市盐都区农业科学研究所,江苏盐城224011)

摘要:为探究播期、播量与肥料运筹协同调控对盐麦1号群体构建、产量形成及稳产性的影响,筛选适配该品种的区域高产稳产栽培技术模式,以小麦品种盐麦1号为试验材料,于2021—2023年在江苏(盐都)现代农业(稻麦)科技综合示范基地开展连续3年定位试验,试验设置5个不同播期-播量-肥料运筹组合处理。结果表明:T2及T3处理群体质量最优,其有效穗数、穗粒数与千粒质量协同提高,3年平均产量分别为537.17、541.08 kg/667 m²,显著优于其他处理;稳定性分析显示,T3处理产量变异系数最低,表现出良好的稳产性。研究表明,适期播种(11月上旬中后期6—12日)配合适中播量(150~180 kg/hm²)与氮肥后移(拔节肥用量占比≥30%)的协同调控策略,可有效协调盐麦1号群体结构与产量形成的关系,显著提升其高产性与稳产性。

关键词:盐麦1号;播期;播量;肥料运筹;稳定性

中图分类号:S512.1

文献标志码:A

文章编号:1673-6486-20250113

江苏省是我国重要的小麦生产基地,2000—2021年全省小麦年均种植面积达211.26万hm²,约占全省粮食作物种植平均面积的40%^[1],年产量稳定在1000万t以上^[2]。盐城地区作为苏北小麦主产区之一,小麦产量在全省位居首位,其单产水平直接影响区域粮食供给能力^[3]。然而,当前该地区小麦生产存在三大突出问题:一是播种期偏晚,导致冬前积温不足;二是氮肥施用量超标,利用率不足,导致能源浪费;三是栽培管理粗放,造成资源利用效率低下和环境污染^[4]。这些问题直接导致小麦在生产中面临多种逆境,易发生倒伏,从而造成小麦减产、品质下降等,显著提高了生产成本,严重制约了种植效益的提升^[5]。栽培技术的优化是破解当前生产困境的关键。播期、播量与肥料运筹的合理配置对实现高产高效至关重要,有研究表明,适期播种能显著改善冬前幼苗生长状况,促进分蘖发生和提升成穗率,为高产群体构建奠定基础^[6];适量播种有利于构建合理的群体结构,减少无效分蘖^[7];而科学的施肥管理能显著提高氮肥利用效率,是实现小麦高产优质的关键^[8]。这些研究为栽培技术优化提供了重要参考,但针对特定品种的系统研究仍显不足。

盐麦1号(审定编号:国审麦20210104、苏审麦20200005)是适宜在淮南麦区种植的优质中筋小麦新品种,具有抗逆性强、适应性广等特点^[9],近年来在盐城地区推广面积持续扩大。通过2021—2023年连续田间定位试验,研究盐麦1号在不同播期、播量和肥料运筹条件下的群体构建特征,探究播期、播量与肥料运筹的协同调控效应,旨在建立该品种在盐城地区的高产稳产栽培技术体系,为区域小麦生产提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

田间试验设置在江苏(盐都)现代农业(稻麦)科技综合示范基地(120°2′2.41″E、33°22′17.73″N),地处盐城市盐都区龙冈镇。试验田块为黏性土壤,地势平坦,肥力中等,全氮含量(质量分数,下同)1.95 g/kg、有机质含量17.13 g/kg、速效钾含量187 mg/kg、有效磷含量52.37 mg/kg,pH值6.8,前茬为水稻。从2021年小麦季至2023年小麦季开展播期、播量与肥料运筹的定位试验。

1.2 试验材料

供试品种:小麦新品种盐麦1号,为盐都区农业科学研究所育成的春性小麦品种。供试肥料:复合肥(N、P₂O₅、K₂O质量分数均为15%)、尿素(纯N

收稿日期:2025-10-29;修回日期:2026-01-07。

作者简介:郭红(1977—),女,推广研究员,主要从事小麦新品种选育和稻麦推广工作。Email: guohong9726@163.com。

质量分数 46%)。

1.3 试验设计

试验设置 5 个处理,采用随机区组设计,每个处理 3 次重复,共 15 个小区。每个处理小区面积 134 m²。除不同播期、播量及施肥方式外,其余栽培管理措施按基地高产栽培要求进行。本研究为连续 3 年(2021—2023 年)的定位试验,各年度间试验处理、播种日期及田间管理措施均保持一致。试验设计见表 1。各时期施肥量依据表 1 中比例及总纯氮量计算,并通过复合肥与尿素配施实现。为保障各

处理磷(P₂O₅)、钾(K₂O)养分总投入量一致,T1—T4 处理基肥期施用足量复合肥以提供全部磷钾需求,氮不足部分以尿素补充,其余时期追肥均使用尿素;T5 处理因基肥比例较低(30%),其基肥期复合肥提供的磷钾量不足,因此在分蘖肥与孕穗肥期中用等量复合肥替代了部分尿素,共计补充复合肥 300 kg/hm²,以确保全生育期磷钾总投入与其他处理相同,同时保持各时期纯氮施用量与表 1 设计完全一致。

表 1 试验设计

处理	播期(月-日)	播量 / (kg/hm ²)	肥料运筹			
			纯氮量 / (kg/hm ²)	基肥、分蘖肥、拔节肥、孕穗肥时期的纯氮 施用量的分配比例	尿素 / (kg/hm ²)	复合肥 / (kg/hm ²)
T1	10-31	135	300	5 : 1 : 2.5 : 1.5	407.5	750
T2	11-06	150	270	5 : 1 : 2.5 : 1.5	342.5	750
T3	11-12	180	255	5 : 1 : 3 : 1	310.0	750
T4	11-20	225	240	5 : 1 : 3 : 1	277.0	750
T5	11-30	270	225	3 : 2 : 3 : 2	244.5	750

1.4 数据采集与分析

为明确群体动态与个体发育过程,选取 1 m 长为一个观察点,各小区选 3 个代表性观察点,在越冬前至抽穗前的关键生育阶段(11 月 25 日、12 月 20 日、次年 1 月 20 日、2 月 10 日、2 月 20 日、3 月 10 日、3 月 20 日),定期测定主茎叶龄、总茎蘖数和单株次生根数;在抽穗期(4 月 10 日),调查主茎叶龄数和总茎蘖数;在成熟期(5 月 10 日),调查主茎叶龄数和有效穗数。为保持数据可比性,3 年试验(2021—2023 年)均在上述固定日期进行追踪调查。

在每个 1 m 观察点随机取 20 个穗,调查每穗粒数并计算结实率。以 1 000 粒样本(干种子)称质量,重复 3 次(误差≤0.05 g),计算千粒质量。收获时每个小区收割 3 m² 测定产量。

为检验栽培措施的长期稳定性,采用联合方差分析对产量及其构成因子进行分析。模型中,将“处理(T1—T5)”作为固定效应,“年份(2021、2022、2023 年)”作为随机效应,重点考察“处理×年份”互作效应的显著性(*P*值)。若互作显著(*P*<0.05),则表明不同处理对年际气候变化的响应模式存在差异。利用 Excel 2019 对试验数据进行处理,运用

SPSS 26.0 数据处理软件进行结果分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对盐麦 1 号生育进程的影响

由表 2 可知,随播期推迟,小麦的全生育期呈现明显缩短趋势,T5 处理的全生育期较 T1 处理缩短了约 25 d。T1、T2 及 T3 处理播种至出苗时间(天数)较为接近,表明在此播期范围内,温度条件能够保证相对一致的出苗速度。T1 处理由于播期较早,出苗至抽穗阶段持续时间最长,为冬前形成壮苗和春季穗分化提供了充足的时间。T2 和 T3 处理随着播期适当推迟,出苗至抽穗天数相应减少,全生育期适度缩短,表明适期播种既能保证足够的营养生长时间,又能使生育进程与当地光温条件更好匹配。T4 和 T5 处理表现出明显的生育期压缩,播种至出苗时间延长至 14~20 d,出苗至抽穗阶段大幅缩短。这表明播期主要通过调控营养生长期的长短来影响全生育期,适期播种能确保小麦在越冬前形成壮苗,并为春季穗分化预留充足时间,是构建高产群体的物候基础。

表2 不同处理下盐麦1号的生育期情况

处理	出苗期 (月-日)	抽穗期 (月-日)	成熟期 (月-日)	播种至出苗/ d	出苗至抽穗/ d	抽穗至成熟/ d	全生育期/ d	
T1	2021—2022	11-12	04-14	05-27	12	153	43	208
	2022—2023	11-10	04-11	05-27	10	152	46	208
	2023—2024	11-10	04-14	05-28	10	156	44	210
	均值	—	—	—	10.67	153.67	44.33	208.67
T2	2021—2022	11-19	04-15	05-29	13	147	44	204
	2022—2023	11-16	04-13	05-30	10	148	47	205
	2023—2024	11-17	04-15	05-29	11	150	44	205
	均值	—	—	—	11.33	148.33	45.00	204.67
T3	2021—2022	11-22	04-17	05-30	10	146	43	199
	2022—2023	11-23	04-15	05-30	11	143	45	199
	2023—2024	11-22	04-17	05-31	10	147	44	201
	均值	—	—	—	10.33	145.33	44.00	199.67
T4	2021—2022	12-06	04-19	05-31	16	134	42	192
	2022—2023	12-04	04-17	05-30	14	134	42	191
	2023—2024	12-06	04-17	05-30	16	133	43	192
	均值	—	—	—	15.33	133.67	42.33	191.67
T5	2021—2022	12-20	04-21	06-01	20	122	41	183
	2022—2023	12-17	04-20	06-01	17	124	42	183
	2023—2024	12-19	04-20	05-31	19	123	41	183
	均值	—	—	—	18.67	123.00	41.33	183.00

2.2 不同处理对盐麦1号苗情素质的影响

由表3可知,播期、播量与肥料运筹的协同配置对小麦群体建成与个体发育产生了规律性影响,不同处理的苗情动态呈现显著差异。T1处理(早播低密高肥)在生育前期表现出显著的个体优势,主茎叶龄和单株次生根始终优于其他处理,体现了充足的生长时间和养分供应对培育壮苗、构建发达根系的促进作用。T2及T3处理(适播中密中肥)其群体与个体协调发展特征明显,虽单株次生根与T1处理差异具统计学意义($P < 0.05$),但仍维持在较高水平,表明该处理在保持较高群体发展水平的同时,个体发育指标也维持较好水平,且T3处理在生育后期表现出更好的群体稳定性。T5处理(晚播高密低肥)则呈现以量补晚的群体构建特征,其单株次生根数在整个生育期均显著滞后,尽管个体发育始终滞后,但其通过高播量实现了前期群体数量的快速扩张,然而由于个体素质差,群体后期增长乏力,高峰苗数最低。这表明,适期播种、适宜播量配

合肥料运筹能够协调群体与个体的矛盾,在保证足够群体起点的同时,培育健壮个体,为高产稳产奠定基础。早播处理虽能培育壮大个体,但群体数量不足;而晚播高密处理虽前期群体量大,但因个体瘦弱,后期群体质量差。

2.3 不同处理对盐麦1号产量及构成要素的影响

由表4可知,T2及T3处理表现出最优产量,实际产量分别为537.17、541.08 kg/667 m²,显著高于其他处理($P < 0.05$)。从产量构成因素分析,T3处理通过“适宜群体+优化个体”的途径实现高产,有效穗数、穗粒数最高,千粒质量保持较高水平,表明该处理在保证足够穗数基础上,通过改善个体发育提高了穗粒数与粒质量。T1处理个体发育良好,但有效穗数和穗粒数稍低,最终产量受限。T2处理在各指标上表现均衡,产量居于中等水平。T5处理呈现出典型的群体与个体矛盾:虽通过高播量获得最大基本苗,但因个体发育差,有效穗数、穗粒数与千粒质量也显著偏低,导致产量最低。T4处理表现介于T3

与 T5 处理之间。从株高分析, T1、T3 处理株高显著高于其他处理, T2 处理株高处于中等水平, 而 T4、T5 处理株高明显降低。这一结果表明, 晚播条件不

仅会对小麦产量构成因素产生不利影响, 同时还会抑制植株的正常营养生长进程。

表 3 不同处理下盐麦 1 号的苗情素质(2021—2023 年均值)

调查日期 (月-日)	主茎叶龄 / 叶					总茎蘖数 / (万个 / 667 m ²)					单株次生根 / 条				
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
11-25	1.70 a	0.60 b	0.20 c	—	—	17.55 a	16.40 b	14.56 c	—	—	0	0	0	—	—
12-20	2.80 a	2.50 ab	2.37 b	1.93 c	—	26.48 a	22.77 b	20.38 c	15.85 d	—	0	0	0	0	—
01-20	4.27 a	3.37 b	3.30 b	2.73 c	1.43 d	32.41 a	29.29 b	27.43 c	24.19 d	21.10 e	3.17 a	2.23 b	1.90 c	0 d	0 d
02-10	4.50 a	4.43 a	4.00 a	3.97 a	2.30 b	35.58 a	33.27 b	30.65 c	27.23 d	23.43 e	4.63 a	4.37 b	2.73 c	2.13 d	0 e
02-20	5.63 a	5.17 b	4.87 bc	4.53 c	3.47 d	38.21 c	43.43 a	41.23 b	37.17 d	35.41 e	5.70 a	5.37 b	5.23 c	3.77 d	1.03 e
03-10	7.30 a	7.10 b	7.07 b	6.80 c	5.23 d	44.63 c	46.25 b	47.08 a	43.56 d	42.48 e	8.30 a	7.63 b	7.13 c	5.57 d	3.60 d
03-20	8.63 a	8.23 b	8.07 b	7.67 c	6.57 d	49.03 c	53.62 b	55.47 a	49.42 c	46.65 d	12.27 a	9.23 b	8.10 c	6.77 d	5.33 e
04-10	10.73 a	10.43 b	10.03 c	8.73 d	8.47 e	42.42 c	43.74 b	44.83 a	41.71 d	36.16 e	—	—	—	—	—
05-10	12.00 a	12.00 a	12.00 a	11.00 a	11.00 a	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注: 同一指标同行数据后不同小写字母表示处理间差异具统计学意义($P < 0.05$)。

表 4 不同处理下盐麦 1 号产量及构成因子

处理	株高 / cm	基本苗数 / (万株 / 667 m ²)	有效穗数 / (万个 / 667 m ²)	穗粒数 / (粒 / 穗)	千粒质量 / g	实际产量 / (kg / 667 m ²)
T1	87.27 a	17.55 b	33.70 b	37.67 ab	47.30 a	516.27 b
T2	86.33 b	16.40 c	34.58 a	38.33 ab	45.50 b	537.17 a
T3	87.47 a	14.56 e	34.68 a	39.67 a	46.74 b	541.08 a
T4	84.53 c	15.85 d	31.60 c	36.33 bc	45.84 c	479.74 c
T5	79.07 d	21.10 a	27.65 d	34.33 c	45.24 d	427.90 d

注: 表中数据为 2021、2022、2023 年连续 3 年田间试验结果的平均值, 同列数据后不同小写字母表示处理间差异具统计学意义($P < 0.05$)。

2.4 产量及构成因子的年际效应与处理互作分析

对 2021—2023 年产量及其构成因子的联合方差分析(表 5)表明, “处理”(即播期、播量与肥料运筹的组合)效应极为突出: 对产量、有效穗数及千粒质量均存在极显著影响($P < 0.01$), 对穗粒数影响显著($P < 0.05$)。其中, 有效穗数对处理差异的反应最为敏感($F = 19.793$), 这直接证实了播期与播量是调控小麦群体大小的最有效杠杆。与此形成鲜明对比的是, “年份”主效应及“处理 × 年份”交互作用对所

有性状的影响均不显著。

这一统计结果蕴含两层重要的农学意义: 首先, “年份”效应不显著, 表明试验周期内年际气候波动处于盐麦 1 号稳定生产的耐受范围之内, 未对产量形成构成决定性干扰。更为关键的是, “年份 × 处理”交互作用不显著, 这意味着不同年份间各处理间的优劣排序具有跨年度的稳定性。因此, 基于 3 年平均值筛选出的最优处理(T3), 其结论不受特定年份气候的影响, 具有更强的可靠性和普适性。

表 5 产量及其构成因子的联合方差分析(F 值及显著性)

来源	产量	有效穗数	穗粒数	千粒质量
处理	14.990**	19.793**	7.750*	12.591**
年份	0.082	1.104	0.792	1.983
处理 × 年份	0.235	0.130	1.161	0.042

注: *, ** 分别表示在 $P < 0.05$ 、 $P < 0.01$ 水平上影响显著与极显著。

2.5 不同处理的产量及其构成因子的稳定性分析

由表6可知,T3处理(适播中密中肥)在所有处理中表现出最优的稳产性能,其产量变异系数为最低,且其核心产量构成因子即有效穗数与千粒质量的稳定性也表现最佳。T4处理(晚播中高密度中肥)的稳产性最差,其产量变异系数最高,有效穗数与穗

粒数波动剧烈,表明该方案的群体表现对不同年份气候条件的差异最为敏感,生产风险高。值得注意的是,T5处理(晚播高密低肥)虽然产量水平最低,但其产量变异系数却低于T1和T4处理,这反映了在极端晚播和高密度下,尽管产量潜力受限,但群体表现趋于一种受环境抑制的低位稳定状态。

表6 不同处理盐麦1号产量及构成因子的稳定性分析

处理	产量/(kg/667 m ²)			有效穗数/(万个/667 m ²)			穗粒数/(粒/穗)			千粒质量/g		
	3年平均	标准差	CV/%	3年平均	标准差	CV/%	3年平均	标准差	CV/%	3年平均	标准差	CV/%
T1	516.27	15.91	3.08	33.70	1.76	5.21	37.67	0.82	2.18	47.30	1.95	4.13
T2	537.17	11.21	2.09	34.58	1.65	4.77	38.33	0.58	1.51	45.50	1.12	2.45
T3	541.08	10.73	1.98	34.68	1.26	3.63	39.67	0.58	1.46	46.74	0.85	1.82
T4	479.74	22.52	4.70	31.60	2.76	8.73	36.33	1.52	4.18	45.84	1.91	4.18
T5	427.90	9.90	2.31	27.65	2.10	7.60	34.33	0.82	2.39	45.24	2.50	5.53

注:表中数据为2021、2022、2023年连续3年田间试验结果的稳定性分析。

3 讨论与结论

本试验研究表明,早播低密高肥(T1)处理有利于培育冬前壮苗,但群体数量不足限制了产量潜力;晚播高密低肥(T5)处理虽通过高播量补偿群体起点,但因个体发育差导致成穗率低,产量水平最低,这与刘秀秀等在小麦播期研究中的结论^[10-11]相一致,与赵元凤等关于小麦群体质量调控的研究结论^[12-13]相一致;而适期播种、适中播量与优化施肥相配合的T2及T3处理,通过协调群体与个体的矛盾,实现了有效穗数、穗粒数与千粒质量的协同优化,3年平均产量显著优于其他处理。其增产机制源于“播期-密度-肥料”三因素的协同效应:适期播种(如T3)保障了充足的营养生长与安全的穗分化时间,为“大穗”奠定了基础;适中播量构建了高质量群体;而优化的肥料运筹(拔节肥占比30%)则在关键生育期精准供肥,主要促进了穗粒数的显著增加,并与前两项措施协同,共同实现了较高的千粒质量。尽管早播处理(T1)因灌浆条件更优而千粒质量最高,但其穗粒数较低,最终产量不及T3处理。需要指出的是,肥料运筹的优化效果与播期和群体质量紧密耦合。例如,T5处理虽拔节肥占比同样较高,但由于其播期过晚导致营养生长时间严重不足,加剧了群体竞争,致使后期施肥的增产效应未能充分发挥。这表明,“氮肥后移”的优化作用只有在适期播种、群体结构合理的前提下才能最大程度

地体现。

尤为重要的是,本研究发现“年份”主效应及“年份×处理”交互效应均不显著。这不仅表明试验周期内年际气候波动处于生产常态,更凸显了“播期-密度-肥料”这一人为调控技术体系的主导作用:其产生的产量差异稳定且可重复,效应值远超本周期内的气候波动。这从统计学上证实,T3方案的高产性能具有广泛的年度适应性。进一步的稳定性分析表明,T3处理在产量及其构成因子上的变异系数(CV)均为最低,说明该方案对环境波动具备优异的缓冲能力,实现了高产与稳产的统一。反观晚播处理(T4、T5),其“增密补晚”的技术路线虽能勉强维持群体,但因个体素质差,导致成穗率低、波动大,生产风险高。

本研究主要聚焦于栽培措施对产量形成的影响,未来仍需进一步探究其背后的光合物质生产、养分吸收利用及抗逆生理机制,尤其是在极端气候年份下的生理响应特性。此外,该优化方案在不同土壤质地及轮作制度下的适应性也需进一步验证。

综上所述,本试验确定11月12日(T3处理)为盐麦1号在盐城地区实现高产稳产的最适播期。考虑到生产实践中天气、茬口等因素的波动,建议将播期适当提前至11月6日(T2处理)前后,即11月上旬中后期(6—12日)播种,配合适中播量150~180 kg/hm²、纯氮255 kg/hm²且拔节肥占比30%以上的栽培方案,是充分发挥该品种潜力的优化技术路径。在推

广应用过程中,可结合区域茬口、地力水平及气候预测进行动态调整,以充分发挥品种潜力,推动小麦生产的可持续发展。

参考文献:

- [1] 陈建,谢宜成,丁猛,等. 2000—2021年江苏省小麦生产总体情况及发展对策[J]. 中国种业,2023(10):25–29.
- [2] 李鹏飞. 江苏小麦生产效益分析与增效途径[D]. 南京:南京农业大学,2018:11–12.
- [3] 仇玉章. 盐城地区小麦生产现状及扬辐麦17的推广栽培技术[J]. 农业开发与装备,2023(9):191–193.
- [4] 马立珩. 江苏省水稻、小麦施肥现状的分析与评价[D]. 南京:南京农业大学,2011:23–26.
- [5] 王权,卢霞,潘竹栋,等. 苏北地区预防小麦倒伏的化控产品筛选试验初报[J]. 上海农业科技,2024(4):60–62.
- [6] 金彦刚,丁锦峰,袁权,等. 播期和密度对江苏淮北强筋小麦籽粒产量和品质的影响[J]. 中国农学通报,2022,38(18):1–7.
- [7] 左西龙,王正波,陈春生,等. 兴化市不同播期、播种量对小麦生长及产量的影响试验[J]. 南方农业,2025,19(5):10–13.
- [8] 李爱丽. 小麦种植过程中施肥技术的应用探究[J]. 种子科技,2025,43(13):68–70.
- [9] 赵呈明,李玲,许业,等. 小麦新品种盐麦1号丰产性稳产性及适应性分析[J]. 农业科技通讯,2021(6):91–93.
- [10] 刘秀秀,陈露婷,陈惠华,等. 淮北地区量质效协调栽培技术对小麦生长发育和产量的影响[J]. 耕作与栽培,2024,44(4):40–44.
- [11] 魏联香. 不同播期对冬小麦生长发育与产量的影响[J]. 农业技术与装备,2024(11):136–137,140.
- [12] 赵元凤,张世慧,翟付凤,等. 仪征市小麦量质效协调栽培技术的完善与展示初探[J]. 上海农业科技,2025(4):78–79,102.
- [13] 徐士清,叶世超,吴艳珍,等. 灌南县小麦量质效协调栽培技术的验证完善与示范展示初探[J]. 农业科技通讯,2020(1):110–112,117.

Optimization of Sowing Date, Seeding Rate and Fertilizer Management for High and Stable Yield of Yanmai No.1: A Case Study Based on Three-year Locational Experiments

Guo Hong, Wang Min, Dai Lingyun, Jia Yuping

(Yandu Institute of Agricultural Sciences in Yancheng City, Yancheng 224011, China)

Abstract: To clarify the synergistic regulatory effects of sowing date, seeding rate and fertilizer management on population structure, yield formation and yield stability of Yanmai No.1 and screen out the high and stable yield cultivation model suitable for this variety in this region, wheat variety Yanmai No.1 was taken as the test material, and consecutive three-year locational experiments were carried out from 2021 to 2023 at the Jiangsu (Yandu) Modern Agriculture (Rice-Wheat) Science and Technology Comprehensive Demonstration Base. Five treatments were designed in the experiment. The results showed that treatments T2 and T3 exhibited the optimal population quality, with simultaneous improvements in effective panicle number, grains per panicle and thousand-grain weight. Their average yields over the three years were 537.17 kg per 667 m² and 541.08 kg per 667 m², respectively, which were significantly higher than those of other treatments. Stability analysis revealed that T3 had the lowest yield coefficient of variation, demonstrating good yield stability. This study indicated that the synergistic regulation strategy, including suitable sowing date (November 6-12), moderate seeding rate (150-180 kg/hm²), and delayed nitrogen application (the proportion of jointing fertilizer \geq 30%), could coordinate the relationship between the population structure and yield formation and achieve high and stable yield of Yanmai No.1 in Yancheng area, providing theoretical basis and technical support for the green and efficient cultivation of wheat in Yandu.

Key Words: Yanmai No.1; Sowing date; Seeding rate; Fertilizer management; Stability

杨 辉,简俊涛,王清华,等. 南阳盆地小麦高产成因分析及育种对策[J/OL]. 大麦与谷类科学,2026,43(1):26–31 (2026–02–04). <https://doi.org/10.14069/j.cnki.32-1769/s.2026.01.005>.

南阳盆地小麦高产成因分析及育种对策

杨 辉¹,简俊涛^{1*},王清华¹,张闯闯²,刘 骏³,李玉鹏¹,鞠 乐¹,全洪雷¹,李学军⁴,谢彦周⁴

(1. 南阳市科学院,河南 南阳 473000;2. 南阳农业职业学院,河南 南阳 473000;3. 焦作市农林科学研究院,河南 焦作 4540022;

4. 西北农林科技大学农学院,陕西 杨凌 712100)

摘要:为探究南阳盆地小麦产量形成关键因子并指导高产新品种选育,以近30年来南阳麦区最高产年份(2022年)西北农林科技大学黄淮南片小麦品种试验联合体的24个区域试验品种(系)为材料,调查其条锈病、叶锈病抗性与主要农艺性状并追溯亲本来源。结果显示:24个品种(系)中21个对条锈病表现出高抗,3个中抗;6个品种(系)对叶锈病表现出高抗,13个表现出中抗。24个品种(系)平均产量为9687.45 kg/hm²,其基本苗数变异系数最大,为6.57%;成穗数变异系数为5.51%;穗粒数变异系数为5.33%;最高分蘖数变异系数为4.33%;千粒质量变异系数为3.87%;容重变异系数最小,为0.41%。对品种(系)亲本溯源,直接使用频次较高的是周麦18、西农979、郑麦366和西农822;间接使用频次较高的是周8425B、周麦9号、小偃6号及姊妹系、周麦16。对产量与成穗数、穗粒数和千粒质量进行通径分析,成穗数对产量的直接作用通径系数最大,其次是穗粒数。19个增产品种(系)成熟期与抽穗期呈极显著正相关;成穗数与基本苗数呈极显著正相关,与最高分蘖数呈显著正相关;穗粒数与成熟期呈极显著正相关,与成穗数呈极显著负相关,与最高分蘖数呈显著负相关;千粒质量与基本苗数、成穗数均呈极显著负相关;株高与抽穗期呈显著正相关,与成穗数呈显著负相关,与穗粒数呈极显著正相关。南阳麦区实现高产育种着力点重在成穗数,其次是穗粒数,适当早抽穗降低株高进而提升成穗数,或适当增加株高和延后成熟期以提升穗粒数。

关键词:南阳盆地;小麦;高产成因;育种对策

中图分类号:S512.1

文献标志码:A

文章编号:1673–6486–20250118

河南是我国小麦的主要产区,常年种植面积566.7万hm²左右,南阳素有“中州粮仓”美誉,常年麦播面积稳居该省10%以上,南阳小麦产能提升对保障该省乃至全国粮食安全至关重要^[1]。参照小麦区划,我国小麦种植区分10个生态类型^[2–3],南阳地处黄淮南片麦区与长江中下游麦区交接处,在地理位置上西部与陕西接壤,南部临近湖北,独特的地理位置孕育了特殊的盆地气候。南阳小麦生产表现出种植面积大、产量不高等特点,究其原因:一方面由于种植的小麦品种繁多,另一方面独特的盆地气候下形成的生物逆境和非生物逆境因素影响小麦安全生产。南阳小麦种植面积常年较为稳定,提高单产水平对于提高当地小麦产能意义重大,培育高产

小麦品种并加强推广利用是提升南阳小麦产能的重要抓手。

研究小麦主要农艺性状相关性及其产量成因,利于明晰小麦品种产量潜能和高产小麦品种的培育。对南阳地区“西农”系列、“宛麦”系列小麦新品系在抗性和产量性状方面进行分析,发现:综合抗病性好是高产基础,着手培育冬前发育稳健且春发能力强,进而增加穗数并协调穗粒数利于取得高产^[4]。2022年是近30年南阳小麦产量最高的年份,小麦生育期没有出现干旱、干热风、收获期连阴雨等不利非生物逆境,条锈、叶锈等主要病害自然发病较轻。对高产年份小麦品种(系)的重要农艺性状和产量性状进行分析有利于探明南阳当地小麦高产品种选育中性状主攻方向,对材料进行系谱分析能明晰亲本来源并指导杂交组合配制。选用2021–2022年西北农林科技大学黄淮南片小麦品种试验联合体的24个区域试验品种(系),对主要农艺性状、抗病性、产量及系谱进行统计分析,探讨产量差异与潜力、农艺性状与产量的相关性及其系谱溯源,为南阳盆地小麦新品种培育提供参考。

收稿日期:2025–11–24;修回日期:2026–01–22。

基金项目:西北农林科技大学南阳小麦试验示范站建设项目;农业生物育种重大项目(2023ZD0402504)。

作者简介:杨 辉(1976—),男,副研究员,主要从事小麦新品种选育与高产栽培研究。Email: 13721807607@163.com。

* 通信作者:简俊涛(1990—),男,硕士,助理研究员,主要从事小麦遗传育种研究。Email: jjt312024501@163.com。

1 材料与方法

1.1 材料及种植

选用2021—2022年西北农林科技大学黄淮南片小麦品种试验联合体(简称西农联合体)的24个区域试验品种(系)为材料,其中6个通过2024年国家审定,11个品系完成生产试验待审。2021年每份材料种植于南阳市科学院溱河试验基地(112°25'E、32°54'N),随机区组设计,3次重复,田间肥力中等,施复合肥(N、P₂O₅、K₂O质量分数均为15%)50 kg/667 m²,小区播量按照基本苗18万株/667 m²下种,小区长7.5 m、宽2.0 m,行距21 cm,每区8行,常规大田管理,在抽穗扬花期只进行虫害防治。

1.2 性状调查及数据处理

在2022年4月中下旬、5月初及中下旬调查条锈病及叶锈病田间自然发病情况,田间调查抽穗期、成熟期、幼苗习性(匍匐、半匍匐、直立)、基本苗数、最高分蘖数、成穗数、每穗粒数、千粒质量、产量、容重、株高等性状。

1.3 数据处理

数据处理采用Excel 2007、SPSS 22.0进行相关分析和通径分析。

2 结果与分析

2.1 品种(系)亲缘、抗条锈病及叶锈病鉴定结果

24个品种(系)亲本来源丰富,矮抗58获国家科技进步一等奖(2013年),郑麦366、郑麦7698和西农979先后获得国家科技进步二等奖(2014、2018、2019年),周麦18和百农207先后作为河南省小麦冬水组试验的对照。

由表1可知,西农1266等6个小麦品种通过2024年国家审定,西宛161等11个品种(系)完成2024年度生产试验并达标准待审,金粒819等7个品系因不达标在2023、2024年停止试验。经田间自然发病情况调查,24个品种(系)中有21个表现出高抗条锈病,3个表现出中抗;6个品种(系)对叶锈病表现出高抗,13个表现出中抗,总体抗性突出。

表1 2021—2022年西农联合体区域试验品种(系)系谱、抗病性及审定情况

编号	材料名称	系谱	条锈病抗性	叶锈病抗性	审定情况
NY01	西农1266	丰德存麦1号/03011	HR	MS	国审麦20243041
NY02	伟隆302	西农822/西农165	HR	MR	国审麦20243037
NY03	西农877	西农805a/(西农889/西农979)F3	HR	MS	国审麦20243043
NY04	技丰307	西农979/周麦28	HR	MR	国审麦20243026
NY05	金粒819	西农979/宁麦9号//JL286	HR	MR	停止试验(2022—2023)
NY06	西宛161	2000H363-13/01333	HR	MR	生产试验(2023—2024)
NY07	河大169	矮抗58/JL1322	HR	HR	生产试验(2023—2024)
NY08	西农602	H611/西农805	HR	MR	生产试验(2023—2024)
NY09	西农1168	周麦32/西农20	HR	HR	生产试验(2023—2024)
NY10	西纯959	西纯998/西农509	HR	MR	停止试验(2022—2023)
NY11	安农208	淮麦33/西农822	HR	HR	生产试验(2023—2024)
NY12	伟隆387	西农22/郑麦366	HR	HR	生产试验(2023—2024)
NY13	西纯169	西纯862/周98165	HR	HR	国审麦20243039
NY14	秋乐518	周麦18/秋乐2118	HR	MR	停止试验(2022—2023)
NY15	西农2836	西农294/新麦26	HR	HR	国审麦20243042
NY16	西农1329	09034/07条225	HR	MS	生产试验(2023—2024)
NY17	河大189	郑麦7698/JL232	HR	MS	生产试验(2023—2024)
NY18	华展1618	淮麦28/徐麦35//西农822	MR	MS	生产试验(2023—2024)
NY19	西农269	郑麦366/D177	HR	MR	停止试验(2022—2023)
NY20	西农1688	小偃22×04中36	MR	MR	停止试验(2022—2023)
NY21	西农301	西农865/周麦18	HR	MR	停止试验(2022—2023)
NY22	安农201	百农207/皖农09174	MR	MR	停止试验(2022—2023)
NY23	伟隆399	西农22/48-3	HR	MR	生产试验(2023—2024)
NY24	秋乐588	郑麦366/周麦18	HR	MR	生产试验(2023—2024)

注:HR为高抗,MR为中抗,MS为中感。

2.2 品种(系)产量及相关性状变异分析

由表2可知,对24个品种(系)产量及相关农艺性状进行变异分析,基本苗数变异系数最大,为6.57%,其次为成穗数(5.51%)、穗粒数(5.33%),最高分蘖数的变异系数为4.33%,千粒质量变异系数为3.87%,容重变异系数最小(0.41%),产量变异系数为0.97%,株高变异系数为2.58%。24个品种(系)基本苗数平均值为249.90万株/hm²,平均成穗数653.70万个/hm²,穗粒数31.70粒/穗,千粒质量49.71g,产量理论值10300.50kg/hm²,平均产量9687.45kg/hm²且产量变异系数较小,足见24个品种(系)总体产量水平较高,在协调各个性状时实现高产。24个品种(系)成穗数和穗粒数变异系数均高于千粒质量,成穗数和穗粒数在高产新品种选育上仍有较大空间;平均株高76.13cm,株高变幅

69.00~82.00cm,株高之间有一定的变异。

2.3 品种(系)亲缘追溯及使用频次

参照表1中亲本来源对24个品种(系)使用亲本进行溯源,统计直接使用和查询追踪上一代亲本中使用较多的品种(系),上一代亲本中使用较多的品种(系)为间接使用,结果如表3所示,对骨干亲本直接使用频次较高的是周麦18、西农979、郑麦366、西农822和西农805,24个品种(系)亲本间接使用频次较高的是小偃6号及姊妹系、周8425B、周麦9号、周麦16、豫麦49和周麦11。西农979和郑麦366属小偃6号及姊妹系衍生品种,周麦18属周麦9号衍生品种,西农822和西农805属周麦16衍生品种,周麦16属周麦9号和周8425B衍生品种,此外西农805还含有豫麦49血缘。

表2 2021—2022年24个西农联合体区域试验品种(系)产量及其相关性状变异分析

指标	基本苗数/ (万株/hm ²)	最高分蘖数/ (万个/hm ²)	成穗数/ (万个/hm ²)	穗粒数/ (粒/穗)	千粒质量/ g	产量/ (kg/hm ²)	容重/ (g/L)	株高/ cm
平均值	249.90	1214.55	653.70	31.70	49.71	9687.45	809.08	76.13
变幅	223.95~ 281.10	838.50~ 1581.00	534.00~ 843.00	25.50~ 36.80	42.20~ 56.80	8266.50~ 10566.00	784.00~ 824.00	69.00~ 82.00
标准差	1.09	3.50	2.40	1.69	1.93	6.24	3.28	1.96
变异系数(CV)/%	6.57	4.33	5.51	5.33	3.87	0.97	0.41	2.58

表3 24个品种(系)对骨干亲本使用情况

骨干亲本名称	育种机构	审定情况	组合	直接使用 次数/次	间接使用 次数/次
小偃6号及姊妹系	西北植物研究所	GS02008—1984	(ST2422/464)/小偃96	—	11
周8425B	周口市农业科学院	1988年育成	骨干亲本	—	13
周麦9号	周口市农业科学院	GS02001—1993	百农791/豫麦2号//鲁麦1号/偃师4号	—	12
周麦11	周口市农业科学院	国审麦20000007	周8425B/内乡182	—	4
豫麦49	河南平安种业有限公司	国审麦20000006	从温2540变异单株选育而来	—	5
周麦16	周口市农业科学院	国审麦2003029	周9/周8425B	—	9
周麦18	周口市农业科学院	国审麦2005006	内乡185/周麦9	3	—
西农979	西北农林科技大学	国审麦2005005	西农2611/(918/95选1)F ₁	3	—
郑麦366	河南省农业科学院	国审麦2005003	豫麦47/PH82-2-2	3	—
西农822	西北农林科技大学	陕审麦2011001	西农953/周麦16	3	—
西农805	西北农林科技大学	陕审麦2015018	周麦16//豫麦49/冷麦9918	2	—

注:直接使用,指表中骨干亲本在品种(系)亲本中直接被利用;间接使用,指表中骨干亲本的衍生品种(系)在品种(系)亲本中被利用。

2.4 品种(系)产量因素间相关系数及通径系数

对 24 个品种(系)产量性状进行 Kolmogorov-Smirnov 检验,符合正态分布,进行回归分析,得到成穗数(X_1)、穗粒数(X_2)和千粒质量(X_3)与产量(Y_1)的线性方程,即 $Y_1 = -293.568 + 6.881X_1 + 12.302X_2 + 5.022X_3$,由通径系数得出成穗数、穗粒数和千粒质量对产量的直接作用分别为 0.998、0.903 和 0.478。表 4 列出了相关系数、直接通径系数和间接通径系数。

由表 4 可知,该样本群体产量构成因素中,成穗数对产量的直接作用最大,其次是穗粒数,千粒质量对产量的直接作用最小。对产量要素的间接通径系数分析发现,成穗数通过穗粒数和千粒质量分别产生负值(-0.640、-0.277)的间接作用,穗粒数通过成穗数对产量产生 -0.568 的负效应,千粒质量通过成穗数对产量产生负效应值为 -0.224。穗粒数通过千粒质量对产量产生正的效应值(0.013),千粒质量通过穗粒数对产量产生正的效应值(0.007)。成穗数通过穗粒数和千粒质量、穗粒数通过成穗数、千

粒质量通过成穗数均对产量起到负响应值。稳定成穗数,提升穗粒数,兼顾千粒质量,最终实现三要素协调是南阳盆地小麦高产选育的可行之路。

2.5 增产品种(系)产量及相关农艺性状相关分析

24 个品种(系)有 19 个品种(系)较对照周麦 18 增产,对 19 个品种(系)的抽穗期、成熟期、幼苗习性、基本苗数、最高分蘖数、成穗数、每穗粒数、千粒质量、产量、容重和株高进行相关分析(表 5),成熟期和抽穗期呈极显著正相关(0.691)。成穗数与基本苗数呈极显著正相关(0.654),与最高分蘖数呈显著正相关(0.541)。穗粒数与成熟期呈极显著正相关(0.652),与成穗数呈极显著负相关(-0.653),与最高分蘖数呈显著负相关(-0.511)。千粒质量与基本苗数(-0.627)、成穗数(-0.649)均呈极显著负相关。株高与抽穗期呈显著正相关(0.481),与成穗数呈显著负相关(-0.556),与穗粒数呈极显著正相关(0.588)。幼苗习性、产量和容重与其他所有性状均无显著相关性。

表 4 24 个小麦品种(系)产量因素间相关系数及通径系数

材料来源	变量	相关系数				直接通径系数 (DPC)	间接通径系数(IDPC)			
		Y_1	X_1	X_2	X_3		X_1	X_2	X_3	合计
2021—2022 年 西农联合体区 域试验材料	Y_1	1.000	0.225	0.270	0.014	—	—	—	—	—
	X_1	0.225	1.000	-0.629	-0.469	0.998	—	-0.640	-0.277	-0.917
	X_2	0.270	-0.629	1.000	0.014	0.903	-0.568	—	0.013	-0.555
	X_3	0.014	-0.469	0.014	1.000	0.478	-0.224	0.007	—	-0.217

表 5 19 个增产品种(系)农艺性状相关分析

	抽穗期	成熟期	幼苗习性	基本苗数	最高分蘖数	成穗数	穗粒数	千粒质量	产量	容重	株高
抽穗期	1										
成熟期	0.691**	1									
幼苗习性	-0.130	-0.118	1								
基本苗数	0.073	0.270	0.059	1							
最高分蘖数	0.125	-0.147	-0.361	0.186	1						
成穗数	-0.206	-0.137	-0.187	0.654**	0.541*	1					
穗粒数	0.417	0.652**	-0.046	-0.174	-0.511*	-0.653**	1				
千粒质量	-0.256	-0.436	0.163	-0.627**	-0.286	-0.649**	0.043	1			
产量	-0.284	-0.092	-0.256	0.011	0.093	0.360	-0.112	-0.034	1		
容重	0.271	0.066	0.032	-0.079	0.199	0.132	0.106	-0.291	0.117	1	
株高	0.481*	0.277	-0.107	-0.208	-0.145	-0.556*	0.588**	0.337	-0.277	0.304	1

注:* 表示显著相关,** 表示极显著相关; $n=19$;幼苗习性参数设定:匍匐为 1、半匍匐为 3、直立为 5。

3 结论与讨论

本研究选用南阳近30年小麦产量最高的年份,以2021—2022年西北农林科技大学黄淮南片小麦品种试验联合体的24个区域试验品种(系)为材料,其中6个通过2024年国家审定,11个品系完成2024年生产试验待审,对24个品种(系)条锈病和叶锈病抗病性进行统计,结果显示:21个品种(系)在南阳对条锈病高抗、3个中抗;6个品种(系)对叶锈病高抗,13个中抗;24个品种(系)总体抗病性较好。

对产量及相关性状变异进行分析,结果表明:24个小麦品种(系)平均成穗数653.70万个/hm²,平均每穗粒数31.7粒,平均千粒质量49.71g,产量平均值9687.45kg/hm²,总体产量水平较高。基本苗数平均249.90万株/hm²,变异系数最大(6.57%),产量三要素变异系数为成穗数>穗粒数>千粒质量,最高分蘖数变异系数为4.33%且变幅较大,足见品种(系)分蘖能力差异较大。24个品种(系)平均株高76.31cm,变幅在69.00~82.00cm,当年小麦株高高矮适宜。杨攀等对高产小麦新品种郑麦918进行产量要素分析,发现在区域试验和生产试验中变异系数表现为千粒质量>成穗数>穗粒数^[5]。这种差异可能因品种而异。

河南省小麦经历了9次更新换代,育种家通过长期选择,使品种在抗性、产量和品质上不断提高^[9]。明确亲本亲缘关系对新品种选育非常重要,对黄淮冬麦区河南省在2000—2020年通过国审的180个小麦品种进行亲缘分析,发现豫麦49、周麦16和百农AK58是贡献较大的骨干亲本^[7]。王昊等对烟农系列小麦高产进行遗传解析,发现骨干亲本鲁麦14和最新培育的高产广适小麦新品种烟农1212富集了千粒质量和单株产量优异等位基因,烟农系列小麦富集了丰富的高产基因位点,是实现高产稳产的遗传基础^[8]。本研究中24个品种(系)的亲本直接使用频次较高的是周麦18、西农979、郑麦366、西农822和西农805,进一步对亲本进行溯源,亲缘主要来自于小偃6号及其姊妹系、周麦9号、周8425B及豫麦49。小偃6号及其姊妹系、周8425B均是20世纪培育的骨干亲本^[9-10],通过杂交选育在抗病、品质和丰产上得到继承和提高。

直接影响小麦产量的三要素是成穗数、穗粒数和千粒质量,李书民等对众信麦998实现981.1kg/667m²超高产分析,发现该品种成穗数

40万个/667m²、穗粒数55粒/穗和千粒质量53g^[11]。笔者对产量三要素通径分析表明,在高产年份,南阳麦区对产量的直接作用从大到小分别是成穗数>穗粒数>千粒质量。赵倩等对山东高产小麦品种产量成因进行通径分析,发现成穗数>千粒质量>穗粒数,山东省小麦高产品种选育应首先稳固成穗数,其次注重千粒质量选择^[12];冯素伟等对河南省14个超高产小麦品种产量及成因因素进行研究,产量要素通径分析和南阳麦区高产成因趋势一致^[13]。对于产量而言,成穗数通过穗粒数(-0.640)和千粒质量(-0.277)产生负值的间接作用。曲文凯等使用济麦22及超高产小麦新品种烟农1212为材料研究不同施氮和灌溉处理对产量和品质的影响,发现烟农1212产量的提高依靠穗数、穗粒数、千粒质量的协同作用^[14]。对24个品种(系)中19个较对照周麦18增产的品种(系)的农艺性状进行相关性分析结果显示,成穗数与基本苗呈极显著正相关(0.654),与最高分蘖数呈显著正相关(0.541),在保证基本苗的基础上多分蘖是重要选择指标,田间选择时优选分蘖能力强且能多成大分蘖的株系;穗粒数与成熟期呈极显著正相关(0.652),选择适当延迟成熟品系对提升穗粒数有利。随着全球变暖大势所趋,孙道杰等认为未来小麦育种选种的方向是生产高效、短生育期的小麦品种^[15-16]。

本研究和前人研究结论有所不同,本研究认为立足南阳麦区,适当增强小麦品种冬性并适当延长生育期是当地高产品种选育的侧重点之一,究其原因可能是独特的南阳盆地气候下小麦播种较黄淮南片麦区晚、成熟期早于黄淮南片麦区。株高与抽穗期呈显著正相关(0.481),与成穗数呈显著负相关(-0.556),与每穗粒数呈极显著正相关(0.588)。因此可通过选择抽穗相对较早、株高适度降低的材料提升成穗数;或选择株高适度增加、成熟相对延后的材料提升穗粒数。在品种选育过程中,各农艺性状的协调,通过优先稳固成穗数,其次增加穗粒数并协调千粒质量,从而实现三要素协调是南阳盆地高产小麦品种选育的主攻方向。

参考文献:

- [1] 简俊涛,杨辉,王清华,等.矮抗58及其衍生小麦品种在南阳麦区条锈抗性、农艺性状、品质及利用分析[J].种子,2021,40(3):40-44,63.
- [2] 赵广才.中国小麦种植区划研究(一)[J].麦类作物学报,2010,30(5):886-895.

- [3] 赵广才. 中国小麦种植区划研究(二)[J]. 麦类作物学报, 2010,30(6):1140–1147.
- [4] 简俊涛,李玉鹏,张震,等. 南阳地区“西农”系列、“宛麦”系列小麦新品系抗性与产量性状分析[J]. 河南科技学院学报(自然科学版),2017,45(3):1–5.
- [5] 杨攀,周正富,雷振生,等. 国审优质高产小麦品种郑麦918的选育及应用[J]. 大麦与谷类科学,2025,42(4):53–57.
- [6] 庄巧生. 中国小麦品种改良及系谱分析[M]. 北京:中国农业出版社,2003.
- [7] 李楠楠,邹少奎,王丽娜,等. 河南省黄淮冬麦区180个国审小麦品种的亲缘关系分析[J]. 分子植物育种,2022,20(21):7259–7269.
- [8] 王昊,孙妮娜,王鑫,等. 烟农系列小麦高产遗传基础解析[J]. 作物学报,2023,49(6):1584–1600.
- [9] 元佳佳,韩芳,马守才,等. 小麦骨干亲本小偃6号及其衍生品种(系)的遗传解析[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),2015,43(11):45–53.
- [10] 唐建卫,殷贵鸿,高艳,等. 小麦骨干亲本周8425B及其衍生品种(系)的农艺性状和加工品质综合分析[J]. 麦类作物学报,2015,35(6):777–784.
- [11] 李书民,崔国光,卜学平,等. 众信麦998实现超高产路径解析与技术应用探讨[J]. 中国种业,2023(6):34–39.
- [12] 赵倩,李美玲,李林志,等. 2006—2012年山东省审定高产小麦品种产量构成因素相关和通径分析[J]. 山东农业科学,2013,45(11):21–24.
- [13] 冯素伟,姜小苓,胡铁柱,等. 超高产小麦品种产量构成因素及增产途径分析[J]. 河南科技学院学报(自然科学版),2013,41(3):1–5.
- [14] 曲文凯,徐学欣,赵金科,等. 施氮对滴灌冬小麦花后光合生理、灌浆特性及产量品质的影响[J]. 水土保持学报,2022,36(5):327–336.
- [15] 孙道杰,王辉,郝元峰. 摒弃“累赘”,保障生长发育的顺畅高效:未来小麦改良模式探讨[J]. 麦类作物学报,2016,36(3):263–267.
- [16] 李振声. 我国小麦育种的回顾与展望[J]. 中国农业科技导报,2010,12(2):1–4.

Causes and Breeding Strategy of High Yield in Wheat in Nanyang Basin

Yang Hui¹, Jian Juntao¹, Wang Qinghua¹, Zhang Chuangchuang², Liu Jun³, Li Yupeng¹, Ju Le¹, Quan Honglei¹,
Li Xuejun⁴, Xie Yanzhou⁴

(1. Nanyang Academy of Sciences, Nanyang 473000, China; 2. Nanyang Vocational College of Agriculture, Nanyang 473000, China;
3. Jiaozuo Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Jiaozuo 454002, China; 4. College of Agronomy, Northwest A & F
University, Yangling 712100, China)

Abstract: In order to explore the key factors of wheat yield formation in Nanyang Basin and guide the breeding of new high-yield varieties, the resistance of stripe rust and leaf rust, main agronomic traits and parental origin were investigated from 24 regional test varieties (lines) of Huanghuai southern section of Northwest A & F University in 2022, the most productive year in Nanyang wheat area in recent 30 years. Among the 24 varieties (lines), 21 showed high resistance to stripe rust, and 3 showed moderate resistance. Six showed high resistance to leaf rust, and 13 showed moderate resistance. The average yield of 24 varieties (lines) was 9 687.45 kg/hm². The variation coefficient of basic seedlings was the highest (6.57%), followed by the variation coefficient of panicle number (5.51%), grain number per panicle (5.33%), maximum tiller number (4.33%), 1 000-grain weight (3.87%), and the variation coefficient of bulk density was the lowest(0.41%). Tracing back the parental origins of these varieties (lines), Zhoumai 18, Xinong 979, Zhengmai 366, and Xinong 822 were directly used with high frequency. The wheat varieties Zhou 8425B, Zhoumai No.9, Xiaoyan No.6 and their sister lines, and Zhoumai 16 were indirectly used with higher frequency. Through path analysis of yield and its components (panicle number, grain number per panicle, and 1 000-grain weight), the direct path coefficient of panicle number on yield is the largest, followed by grain number per panicle. The maturity period of 19 yield-increasing varieties (lines) shows a highly significant positive correlation with heading date. Panicle number has a highly significant positive correlation with basic seedlings and a significant positive correlation with maximum tiller number. Grain number per panicle is highly significantly positively correlated with maturity period, but highly significantly negatively correlated with panicle number and significantly negatively correlated with maximum tiller number. 1 000-grain weight is highly significantly negatively correlated with both basic seedlings and panicle number. Plant height shows a significant positive correlation with heading date, a significant negative correlation with panicle number, and a highly significant positive correlation with grain number per panicle. The emphasis of breeding for high yield in Nanyang wheat area is panicle formation number, followed by the number of grains per panicle. Appropriately early heading reduced plant height and then increased panicle formation number, appropriately increased plant height and delayed ripening increased grains per spike.

Key Words: Nanyang Basin; Wheat; Causes of high yield; Breeding strategy

狄佳春,俞良,叶卢亮,等. 常熟市甜高粱地方品种糖锤度与榨汁率的测定分析[J/OL]. 大麦与谷类科学,2026,43(1):32-37.
https://doi.org/10.14069/j.cnki.32-1769/s.2026.01.006.

常熟市甜高粱地方品种糖锤度与榨汁率的测定分析

狄佳春¹,俞良²,叶卢亮³,马夏彬³,端木李玲³,钱彪³,唐政辉⁴,朱方明⁴,王宁^{1*},
颜伟¹,朱银¹,孟珊¹,郭春滨¹,邹淑琼¹

(1. 江苏省农业科学院种质资源与生物技术研究所,江苏南京 210014;2. 江苏省常熟市农业科学研究所,江苏常熟 215557;

3. 江苏省常熟市农业农村局,江苏常熟 215500;4. 江苏常熟国家农业科技园区管理办公室,江苏常熟 215557)

摘要:糖锤度与榨汁率是甜高粱重要的经济性状,据此对甜高粱地方种质资源进行鉴定,探索同一植株上不同节间、不同时间糖锤度与榨汁率的变化规律,同时筛选出优异的地方品种,以助力甜高粱产业的发展。以江苏省常熟市的5份甜高粱地方品种为研究材料,对其糖锤度与榨汁率进行了测定分析。结果表明:每个甜高粱品种同一植株不同茎节之间的糖锤度差异明显,糖锤度与榨汁率表现为中间高、两头低的趋势;支塘芦稷、董浜甜芦同一茎节糖锤度与榨汁率的相关系数分别为0.691、0.895,并具有统计学意义($P < 0.05$);不同品种的单株茎质量、榨汁量、榨汁率、糖锤度差异都具高度统计学意义($P < 0.01$)。支塘十月芦是单株茎秆、榨汁量、榨汁率最高的品种,但是糖锤度最低;董浜甜芦整株糖锤度达16.4%,是糖锤度最高的品种。成熟期后时隔1个月,5个地方品种的榨汁率下降均达极显著水平($P < 0.01$),其中董浜甜芦的糖锤度下降达极显著水平($P < 0.01$),支塘十月芦、梅李芦稷糖锤度增加分别达显著($P < 0.05$)、极显著水平($P < 0.01$)。

关键词:甜高粱;地方种质资源;糖锤度;榨汁率

中图分类号:S514

文献标志码:A

文章编号:1673-6486-20250128

甜高粱(*Sorghum bicolor* L. Moench),又名甜芦粟、芦稷、芦穰、甜秆,属于禾本科(Gramineae)高粱属[*Sorghum bicolor* (L.) Moench],为普通粒用高粱的一个变种,具有抗逆性强、耐盐碱、生物产量高、用途广泛等特点^[1-3],在生产中可作为果品、糖料、饲料、药用、能源等专用作物进行种植,具有巨大的发展空间和潜力^[4]。

甜高粱茎秆含糖量是制糖、生物质能源产业化开发应用的重要经济性状,通常以糖锤度(Brix)表示^[5]。目前对甜高粱糖锤度的研究主要集中在种质资源的表型鉴定^[4,6-9]与不同节间的糖锤度变化方面^[10-13]。甜高粱的榨汁率是产量构成因素之一,是重要的经济性状,但是相对于糖锤度,对榨汁率表型

鉴定的研究^[6-7]要少许多。赵博等研究发现,甜高粱出汁率与茎秆鲜质量、生物学产量呈极显著正相关,与其他性状相关性不显著^[4]。李金旺等通过SRAP分子标记,在甜高粱的6号染色体上找到了3个与出汁率连锁的SRAP标记^[15]。曹文伯等研究发现,甜高粱的出汁率广义遗传力相对较低,易受环境条件影响^[6]。以上研究为甜高粱种质资源的糖锤度与榨汁率研究提供了理论依据。

江苏省常熟市属于苏南地区,种植甜高粱的历史悠久,拥有数量较多的甜高粱地方种质资源,当地主要作为水果型作物栽培,但至今鲜见有关常熟甜高粱地方种质的研究报道。本研究以常熟市甜高粱的地方种质为研究材料,对其糖锤度与榨汁率进行研究,旨在鉴定优良的地方种质资源,为评价利用地方种质提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

2016年江苏省启动全省第三次农作物种质资源普查与收集行动,常熟市作为省普查县和苏州地区唯一的省调查县,开展了调研征询和抢救收集工

收稿日期:2025-12-16;修回日期:2026-02-24。

基金项目:国家科技资源共享服务平台项目(NCGRC-2025-25);
江苏省农业科技创新与推广专项(2025-SJCG-013);常熟市科技发展计划项目(CN202405、CN202506)。

作者简介:狄佳春(1974—),男,硕士,副研究员,主要研究方向为农业种质资源保护。Email:1103156363@qq.com。

*通信作者:王宁(1973—),男,硕士,副研究员,主要研究方向为成果转移转化与农业种质资源保护研究。
Email:785826891@qq.com。

作,经过6年的工作,普查队在常熟收集到了5份甜高粱(高粱)地方品种种质资源(为叙述方便,下面统一称为品种),分别是支塘芦稷、梅李芦粟、支塘十月芦、董浜甜芦、董浜十月芦。本研究选用江苏泰州高港的一个甜高粱品种(江苏省农作物种质资源中期库中编号为M3A01100300,品种名“甜高粱”)作为对照。采集收到的这些品种都经过了江苏省农业科学院的提纯复壮与自交扩繁,种子保存在江苏省农作物种质资源中期库内。

1.2 试验设计

试验在江苏省常熟市农业科学研究所内的常熟市地方特色农作物种质资源圃(120°40'32"E、30°41'21"N)中开展。2025年3月27日穴盘基质育苗,4月23日移栽。田间行距0.8m,株距0.3m,小区宽6m、长8m,每小区种10行,小区面积48m²,随机

区组,3次重复。移栽前施有机肥100kg/667m²,复合肥25kg/667m²,抽穗前期施用1次药剂防治玉米螟。在分蘖期用剪刀剪掉每株上的分蘖,只保留主茎。

1.3 测定方法

每次测量时各品种选取长势正常的10株植株,从气根之上的节间处砍下,去掉穗子与穗柄,最靠根部的茎节作为茎节1,依次向上为茎节2、茎节3……榨汁前不削皮,称取质量,用广东佛山“明朗”牌甘蔗商用榨汁机(型号:LFS-SJ3FB17)榨汁,榨汁率用榨出的汁液质量占榨汁前茎秆质量的百分率表示^[7]。用成都“豪创”牌WYT型手持糖度计测量汁液糖锤度^[7],测量3次。具体测量时间与方法见表1。

1.4 数据分析

用SPSS 29.0对数据进行方差分析、多重比较(用LSD法)、相关分析及独立样本的t检验。

表1 甜高粱糖锤度与榨汁率的测定时间与方法

日期	糖锤度测量	榨汁
2025-07-23	每株每茎节砍下,用钳子钳夹中部茎间处,测量流出的汁液糖锤度,代表节间糖锤度	没有榨汁
2025-07-29	每株整株称质量后用榨汁机榨汁,测量榨出的汁液糖锤度,代表全株糖锤度	用单株的榨汁量计算榨汁率
2025-08-06	10株砍下相同节位的茎节,10节称质量后一起榨汁,测量榨出的汁液糖锤度,代表茎节糖锤度	用10个茎节的榨汁量计算茎节榨汁率
2025-08-29	每株整株称质量后用榨汁机榨汁,测量榨出的汁液糖锤度,代表全株糖锤度	用单株的榨汁量计算榨汁率

注:糖锤度测量参照《高粱种质资源描述规范和数据标准》^[7]进行。

2 结果与分析

2.1 不同茎节的糖锤度

2025年6月28日董浜甜芦抽穗,7月11日董浜十月芦抽穗,抽穗期在5个甜高粱品种中分别为最早与最迟。甜高粱在抽穗后10d,籽粒颖壳颜色稍稍变红即可采收食用。

支塘芦稷、梅李芦稷、支塘十月芦、董浜甜芦、董浜十月芦的茎节数分别为9、11、11、8、10节,梅李芦稷与支塘十月芦的节数最多,董浜甜芦节数最少(表2)。每个甜高粱品种不同茎节之间的糖锤度差异明显。7月23日的糖锤度测定表明,5个品种从靠近根部茎节向上,糖锤度增加,最高值出现在植株的中部偏上位置,分别到第6、9、8、6、7、6茎节达到最高,再向上逐渐降低。8月6日不同茎节榨汁后糖锤度也呈现中间高、两头低的趋势。

2.2 不同茎节的榨汁率

由表3可知,支塘芦稷、梅李芦稷、支塘十月芦、董浜甜芦、董浜十月芦与对照甜高粱茎节榨汁率从靠近根部茎节向上,逐渐增加,最高值出现在茎秆的中部位置,分别到第4、6、4、5、5、2茎节达到最高,再向上逐渐下降。除了对照,靠近穗部茎节的榨汁率要高于近根部茎节,说明近根部茎节纤维化与木质化程度最高。

由表2的糖锤度与表3的榨汁率可以计算出同一茎节糖锤度与榨汁率的相关系数(表4),8月6日支塘芦稷、梅李芦稷、支塘十月芦、董浜甜芦、董浜十月芦、对照甜高粱同一茎节糖锤度与榨汁率的相关系数分别为0.691、0.463、0.281、0.895、0.603、-0.281。其中相关性达显著水平的是支塘芦稷,达极显著水平的是董浜甜芦,这表明糖锤度越高的茎节,榨汁率也越高。

表2 各品种不同茎节的糖锤度

品种	日期(月-日)	茎节1	茎节2	茎节3	茎节4	茎节5	茎节6	茎节7	茎节8	茎节9	茎节10	茎节11	平均
支塘芦稷	07-23	14.1	14.7	14.7	15.5	16.5	16.6	16.3	16.2	15.8			15.6
	08-06	14.1	15.5	14.2	16.1	15.5	16.1	15.5	15.0	13.0			15.0
梅李芦稷	07-23	9.9	10.0	9.4	10.6	12.0	13.0	12.9	13.4	13.6	13.4	12.6	11.9
	08-06	12.0	12.1	11.9	13.0	14.1	15.0	15.1	15.0	15.1	14.9	13.0	13.7
支塘十月芦	07-23	10.0	10.6	10.3	11.5	11.6	12.1	12.3	12.5	11.8	9.5	7.5	10.9
	08-06	11.8	11.0	10.5	12.0	11.8	13.0	13.0	12.5	11.5	11.0	11.0	11.7
董浜甜芦	07-23	13.9	14.1	15.1	15.8	17.1	17.7	17.5	17.1				16.0
	08-06	13.0	14.0	16.0	15.5	17.0	16.5	16.0	15.0				15.4
董浜十月芦	07-23	12.1	11.0	10.8	11.9	14.6	15.0	15.4	15.2	15.3	14.5		13.6
	08-06	13.0	13.0	14.0	14.0	15.1	17.0	16.0	16.0	17.0	17.0		15.2
M3A01100300 (CK)	07-23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	08-06	12.0	13.0	14.0	14.0	15.0	15.1	12.0	15.0	14.5	12.0	—	13.7

表3 各品种不同茎节的榨汁率

品种	茎节1	茎节2	茎节3	茎节4	茎节5	茎节6	茎节7	茎节8	茎节9	茎节10	茎节11	平均
支塘芦稷	34.9	44.9	47.5	49.7	47.4	47.5	46.1	44.0	40.3			44.7
梅李芦稷	42.1	50.3	54.5	55.8	54.1	55.9	54.3	52.4	54.5	51.3	50.4	52.3
支塘十月芦	38.4	45.8	52.4	58.2	57.3	55.4	56.0	54.6	57.3	53.7	54.2	53.0
董浜甜芦	41.0	43.4	48.2	49.2	49.4	47.5	46.2	46.7				46.5
董浜十月芦	40.0	48.5	52.8	54.5	55.6	54.5	53.1	53.0	53.9	52.4		51.8
M3A01100300 (CK)	26.0	26.8	24.3	19.4	16.6	12.8	12.9	13.0	10.9	12.2		17.5

表4 同一茎节糖锤度与榨汁率的相关系数

支塘芦稷	梅李芦稷	支塘十月芦	董浜甜芦	董浜十月芦	M3A01100300(CK)
0.691*	0.463	0.281	0.895**	0.603	-0.281

注:*与**分别表示在0.05、0.01水平上显著相关与极显著相关。

2.3 整株榨汁

整株榨汁共分两次，隔一个月再榨一次。7月29日不同品种间单株茎秆质量、榨汁量、榨汁率与糖锤度差异均具高度统计学意义，方差分析F值分别为84.22、135.22、336.89、20.18。支塘十月芦的单株茎秆质量1069.8g，极显著高于董浜十月芦、支塘芦稷、董浜甜芦以及对照(表5)；支塘十月芦榨出的甜汁619.5g，极显著超过其他品种；支塘十月芦的榨汁率58.1%，极显著高于支塘芦稷、董浜甜芦以及对照，但是糖锤度11.4%最低，极显著低于支塘芦稷、董浜甜芦、董浜十月芦以及对照。董浜甜芦单株

茎秆质量470.4g、榨汁量237.3g、榨汁率50.3%，在5个品种中均最低，糖锤度16.4%为最高。

8月29日不同品种间单株茎秆质量、榨汁量、榨汁率与糖锤度差异均具高度统计学意义，方差分析F值分别为106.53、114.66、93.75、5.81。8月29日支塘十月芦的单株茎秆质量1102.2g，极显著高于董浜十月芦、董浜甜芦、支塘芦稷以及对照，其榨出的甜汁597.5g，榨汁率54.3%，均极显著高于其他品种，但是糖锤度12.6%为最低，极显著低于支塘芦稷、梅李芦稷以及对照。

表5 整株榨汁结果

品种	日期	单株茎秆质量 /g	榨汁量 /g	榨汁率 /%	糖锤度 /%
支塘芦稷	07-29	509.8 C	257.9 C	50.5 B	15.3 AB
梅李芦稷	07-29	963.4 AB	544.0 B	56.5 A	12.4 C
支塘十月芦	07-29	1 069.8 A	619.5 A	58.1 A	11.4 C
董浜甜芦	07-29	470.4 C	237.3 C	50.3 B	16.4 A
董浜十月芦	07-29	914.1 B	523.6 B	57.3 A	14.8 B
M3A01100300(CK)	07-29	255.4 D	48.3 D	18.7 C	13.9 B
支塘芦稷	08-29	480.4 C	217.1 D	44.7 B	14.8 A
梅李芦稷	08-29	1 070.8 A	520.4 B	48.8 B	14.4 A
支塘十月芦	08-29	1 102.2 A	597.5 A	54.3 A	12.6 C
董浜甜芦	08-29	510.0 C	245.1 D	48.1 B	12.7 BC
董浜十月芦	08-29	782.1 B	373.0 C	47.2 B	13.7 ABC
M3A01100300(CK)	08-29	245.2 D	46.0 E	18.4 C	14.1 C

注:相同日期的同列数据后不同大写字母表示该性状差异具高度统计学意义($P < 0.01$)。

表6列出了7月29日与8月29日时隔一个月同一品种不同性状的T检验t值,单株茎秆质量下降的品种有支塘芦稷、董浜十月芦与对照甜高粱,只有董浜十月芦单株茎秆质量下降达显著水平。其他品种单株茎秆质量有所增加,但是差异都没有达到显著水平。除了董浜甜芦,其他品种包括

对照,单株榨汁量都减少,其中只有董浜十月芦榨汁量下降达极显著水平。对照甜高粱的榨汁率减少差异不显著,其他5个地方品种的榨汁率下降都达极显著水平。董浜甜芦糖锤度下降达极显著水平,支塘十月芦、梅李芦稷糖锤度增加分别达显著与极显著水平。

表6 单株榨汁的T检验t值

品种	单株茎秆质量	榨汁量	榨汁率	糖锤度
支塘芦稷	0.966	2.082	3.897	0.929
梅李芦稷	-1.740	0.697	3.770	-3.067
支塘十月芦	-0.465	0.618	5.163	-2.112
董浜甜芦	-1.866	-0.675	2.493	9.315
董浜十月芦	2.260	4.062	5.112	1.979
M3A01100300(CK)	0.333	0.419	0.189	-0.284

注: $\nu=18$, $t_{0.05}=2.101$, $t_{0.01}=2.878$ 。

3 讨论与结论

一般来说甜高粱抽穗10d左右,茎秆就可食用^[18-19]。甜高粱在苏南地区主要是吃甜秆,汁多味甜,消费者在品尝时通常会觉得同一根甜秆不同节间的甜度与水分含量有差异。为了探明这其中的规律,本研究分2个时期对常熟的5个甜高粱地方种质的节间糖锤度进行了测定,发现糖锤度在不同节间差异明显,从靠近根部茎节向上,糖锤度增加,最

高值出现在植株的中部偏上位置,再向上逐渐降低,这与王官等的研究结论^[5,10-13]一致。甜高粱外形、用途与甘蔗有不少相似之处,同为C₄禾本科作物的甘蔗,糖锤度也是中间高、两头低^[20]。

前人对甜高粱不同茎节的榨汁率研究较少。本研究发现,不同茎节榨汁率从靠近根部茎节向上逐渐增加,最高值出现在茎秆的中部位置,再向上便逐渐下降。支塘芦稷、董浜甜芦这2个品种同一茎节糖锤度与榨汁率呈显著正相关,相关系数分别

为0.691与0.895,越甜的茎节,榨汁率也越高。因此同一根甜高粱中间茎节不仅甜而且汁水多,靠近根部的茎节甜度低、汁水少且纤维化高。为何出现同一植株不同部位的糖锤度与汁水量不同,其原因还有待进一步的深入研究。

通常甜高粱的茎秆是近根部茎节短,中部往上茎节越来越细,因此从下到上茎节的质量呈现中间高、两头低特征。糖锤度与榨汁率也是中间高、两头低。中间的权重大,两头权重小,整株的糖锤度、榨汁率相当于不同茎节的加权平均数。所以不同茎节糖锤度、榨汁率的算术平均值低于整株的糖锤度与榨汁率。

邵初阳等对88份国内外甜高粱种质资源进行鉴定,这些种质整株糖锤度、榨汁率变幅分别在0~16.53%、0~38.19%^[6]。朱吉凤等对11份上海及周边地区的地方甜芦粟种质资源进行多样性鉴定,这些种质整株糖锤度、榨汁率变幅分别为11.4%~16.8%、46.60%~56.73%^[7]。本研究中5个地方品种的糖锤度、榨汁率变幅与邵初阳等结果^[6]相差较大,与朱吉凤等结果^[7]相近,可能是上海及周边地区与江苏省常熟市因为地理位置相近而导致地方种质相似度较高。

7月29日5个地方品种中支塘十月芦茎秆质量最大,虽然糖锤度11.4%为最低,但是品尝起来清甜可口;董浜甜芦的糖锤度最高,达16.4%,甜味浓,对甜食有些忌口的人会感觉这个甜度太高。目前生产上选育的甘蔗糖锤度往往超过20%^[21],不少消费者可能更加不能接受。支塘十月芦与董浜甜芦分别作为高产、高糖分的育种基础材料有待进一步的验证。

甜高粱到了成熟期,虽然甜度、茎秆鲜质量可能没有达到峰值,但是此时榨汁率最大,吃起来口感最佳。推迟收获,茎秆水分含量下降,纤维化与木质化加重,口感变差。因此针对不同甜高粱品种研究最佳采收期与适宜的采收间隔期是非常有必要的。

参考文献:

- [1] 曹文伯. 发展甜高粱生产几个问题的思考[J]. 中国种业, 2009(4):37-38.
- [2] 王海洋,姜鹏,孙健雄,等. 江苏沿海盐碱地能源型甜高粱高产栽培技术[J]. 大麦与谷类科学,2023,40(4):55-57,68.
- [3] 刘晓辉,杨明,文素珍,等. 甜高粱物质积累的动态研究[J]. 中国种业,2011(9):53-56.
- [4] 王黎明,焦少杰,姜艳喜,等. 不同来源甜高粱种质资源的表型遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,2014,15(2):411-416.
- [5] 王官,张阳,张伟,等. 甜高粱茎秆含糖锤度时空变化规律研究[J]. 中国农学通报,2025,41(2):28-35.
- [6] 邵初阳,何晓兰,徐照龙,等. 甜高粱种质资源多样性及主要农艺参数聚类分析[J]. 江苏农业学报,2015,31(5):984-994.
- [7] 朱吉凤,张俊英,秦秋炜,等. 上海甜芦粟种质资源收集与初步鉴定[J]. 分子植物育种,2022,20(1):285-293.
- [8] 宋旭东,张桂香,史红梅,等. 甜高粱资源的鉴定与利用评价[J]. 天津农业科学,2012,18(1):119-122.
- [9] 严洪冬,焦少杰,王黎明,等. 黑龙江省甜高粱种质资源鉴定与评价[J]. 黑龙江农业科学,2013(3):3-6.
- [10] 周亚星,周伟,徐寿军,等. 不同生育时期甜高粱茎秆糖锤度与农艺性状及生物产量的相关分析[J]. 河南农业科学,2019,48(9):46-53.
- [11] 郭长英,王春语,张丽霞. 蜡熟期粒用高粱和甜高粱糖锤度和糖组分差异分析[J]. 辽宁农业科学,2023(3):44-47.
- [12] 木合塔尔,徐翠莲,翟云龙,等. 甜高粱节间锤度变化规律研究[J]. 塔里木大学学报,2017,29(1):112-117.
- [13] 王艳秋,邹剑秋,张志鹏,等. 能源甜高粱茎秆节间锤度变化规律研究[J]. 中国农业大学学报,2010,15(5):6-11.
- [14] 赵博,仝骁鹏,伍文文,等. 甜高粱出汁率与脉色等性状的相关性研究[J]. 天津农学院学报,2022,29(2):7-12.
- [15] 李金旺,佟德清,陈秋玲,等. 甜高粱含糖量与出汁率的SRAP分子标记[J]. 分子植物育种,2017,15(9):3553-3559.
- [16] 曹文伯,庞铁军. 甜高粱品种主要性状广义遗传力的初步研究[J]. 中国种业,2009(8):45-46.
- [17] 陆平. 高粱种质资源描述规范和数据标准[M]. 北京:中国农业出版社,2006:45-60.
- [18] 周险峰. 芦稷的特征特性与高产栽培技术[J]. 上海蔬菜, 2017(6):89-90,95.
- [19] 范仲先. “甘蔗芦稷”高产栽培技术[J]. 新农村,2014(8):24-25.
- [20] 王勤南,刘少谋,金玉峰,等. 甘蔗成熟期不同节间与全茎秆锤度的相关性分析[J]. 中国糖料,2009,31(1):18-20.
- [21] 余常山,丁春华. 不同甘蔗品种(系)在云南勐糯蔗区的综合表现与分析[J]. 甘蔗糖业,2024,53(6):1-6.

Measurement on Brix and Juice Extraction Rate of Local Sweet Sorghum Varieties in Changshu City

Di Jiachun¹, Yu Liang², Ye Luliang³, Ma Xiabin³, Duanmu Liling³, Qian Biao³, Tang Zhenghui⁴, Zhu Fangming⁴, Wang Ning¹, Yan Wei¹, Zhu Yin¹, Meng Shan¹, Guo Chunbin¹, Zou Shuqiong¹

(1. Institute of Germplasm Resources and Biotechnology, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China;

2. Changshu Institute of Agricultural Sciences, Changshu 215557, China; 3. Changshu Bureau of Agriculture and Rural Affairs, Changshu 215500, China; 4. Management Office of Changshu National Agricultural Science and Technology Park, Jiangsu Province, Changshu 215557, China)

Abstract: Brix and juice extraction rate are important economic traits of sweet sorghum. Identifying local sweet sorghum germplasm resources, exploring the dynamic variation patterns of brix and juice extraction rate in different internodes of the same plant at different growth stages, and simultaneously screening elite local varieties will boost the development of the sweet sorghum industry. In this study, five local sweet sorghum varieties from Changshu City, Jiangsu Province were used as experimental materials to conduct spatiotemporal analyses of their brix and juice extraction rate. Highly significant differences in brix were observed among different stem nodes of the same plant for each sweet sorghum variety, and both brix and juice extraction rate showed a trend of being high in the middle and low at both ends. The correlation coefficients between brix and juice extraction rate of the same stem node were 0.691 for Zhitang Luji and 0.895 for Dongbang Tianlu, both reaching significant levels ($P < 0.05$). Highly significant differences were detected in single-plant stem weight, juice yield, juice extraction rate and brix among different varieties ($P < 0.01$). Zhitang Shiyue Lu exhibited the highest per-plant stem biomass, juice yield and juice extraction rate, but the lowest brix. The whole-plant brix of Dongbang Tianlu reached 16.4%, ranking the highest among all varieties. One month after physiological maturity, the juice extraction rate of all five local varieties decreased extremely significantly ($P < 0.01$). The brix of Dongbang Tianlu declined extremely significantly ($P < 0.01$), while the brix of Zhitang Shiyue Lu and Meili Luji increased significantly ($P < 0.05$) and extremely significantly ($P < 0.01$), respectively.

Key Words: Sweet sorghum; Local germplasm resources; Brix; Juice extraction rate

(上接第 19 页)

Effects of Different Irrigation Patterns on Rice Tillering and Yield in Light Saline-alkali Land of Yellow River Delta

Wang Wenli¹, Wei Xing¹, Dong Yanhong¹, Cui Menglin¹, Lu Di¹, Wu Shuaishuai², Zhang Jicai¹, Yin Xiubo¹

(1. Shandong Agricultural Technology Extension Center, Jinan 250000, China; 2. Dongying Yibang Agricultural Science and Technology Development Co., Ltd., Dongying 257000, China)

Abstract: The effects of brackish water irrigation patterns (mineralization degree of 1.2-1.9 g/L) on the growth dynamics of the tillers and grain yield of rice were studied in the experiment, which included freshwater irrigation (G1), freshwater-brackish water alternate irrigation (G2) and brackish water irrigation (G3). The results showed that there were no significant differences in the tiller number per hill between G1 and G2 treatments and between G1 and G3 treatments from the 6th day to the 36th day after transplantation. The tiller number per hill increased significantly from the 6th day to the 26th day after transplantation, with the tiller numbers being increased by 9.3, 8.3 and 8.0 for G1, G2 and G3, respectively. The tiller numbers per hill increased by 0.9, 0.7 and 0.8 for G1, G2 and G3 treatments from the 26th day to the 36th day after transplantation. There were no significant differences in plant height, panicle length, the number of effective panicles, the number of grains in every panicle and 1 000-grain weight among G1, G2 and G3 treatments. The grain yield for G2 and G3 treatments were decreased by 5.70% and 6.26% compared with G1, but the differences did not reach significance level. The results indicated that brackish water with low salinity did not generate significant influence on tiller growth, plant height at maturity, panicle length, the number of effective panicles, the number of grains per panicle, 1 000-grain weight and yield in rice, which provides reference for rice production.

Key Words: Yellow River Delta; Light saline-alkali land; Brackish water irrigation pattern; Rice; Yield

吴悠, 杭杰. 不同育秧基质对水稻秧苗素质和产量的影响[J/OL]. 大麦与谷类科学, 2026, 43(1): 38–42 (2026-02-13). <https://doi.org/10.14069/j.cnki.32-1769/s.2026.01.007>.

不同育秧基质对水稻秧苗素质和产量的影响

吴悠, 杭杰

(常州市新北区供销合作总社 / 常州市新北区农业农村综合管理服务中心, 江苏 常州 213022)

摘要:为明确基于育种新材料基质棉的新型育秧基质在机插水稻上的应用效果, 设置基质棉、商品基质和常规营养土 3 种处理, 从育秧秧苗素质、发根力、盘结力、栽插质量、茎蘖动态、产量及其构成因素等方面, 研究不同育秧基质对水稻秧苗素质和产量的影响。结果表明, 与商品基质和营养土相比, 基质棉育秧显著提高了水稻的秧苗素质, 促进了根系生长, 茎基宽分别增加 5.4% 和 11.9%, 充实度分别增加 3.8% 和 2.7%; 盘根性最高, 根系盘结力达 155.6 N; 水稻移栽后茎蘖发生快, 成穗率增加, 成熟期单位面积穗数最高, 产量分别增加 2.7% 和 5.0%。综合来看, 基质棉育秧效果好, 在机插水稻育秧上有一定的推广与应用前景。

关键词:水稻; 育秧; 基质棉; 秧苗素质; 产量

中图分类号: S511

文献标志码: A

文章编号: 1673-6486-20260018

水稻是我国重要的粮食作物之一, 江苏省水稻常年种植面积保持在 220 万 hm^2 , 其中机插水稻面积稳定在 75% 左右^[1]。育秧是机插稻生产的重要环节, 培育适龄健壮秧苗是提高机插质量、保证水稻高产的关键^[2]。

在机插稻的应用推广中, 存在育秧取土难、商品基质质量参差不齐、秧块成毯不稳定等突出问题^[3]; 同时, 随着劳动力的短缺, 农业机械化甚至“无人化”的发展, 生产上对于水稻轻简、高效育秧的要求越来越高^[4]。前人研究表明, 研发新型水稻育秧基质对提高水稻秧苗素质^[5]和水稻绿色高效生产^[6]至关重要。郑娅琴等研究了不同育秧基质对水稻秧苗素质的影响, 发现运用新型秸秆秧盘可大幅提高出苗率, 为秧苗生长提供充足的氮磷钾营养物质, 同时提高根系活力^[7]; 许方甫等进一步提出秸秆基质块 + 叠盘暗化处理可显著提升水稻秧苗素质和栽插质量^[8]。基质棉也称为岩棉, 是经高温成型的矿质纤维, 主体是疏松纤维棉质毯状结构, 主要成分是 SiO_2 , 不含对土壤、水稻有害的重金属元素, 具有孔隙度高、通气性好、质地较轻、浸水不易变形等特点, 且有很强的蓄水和保水性能^[9]。基质棉育秧具有吸肥和持肥能力强、秧块盘根成毯性好、秧块轻且平整有弹性以及水肥管理简便等优点, 可显著提高

育秧的质量和稳定性^[10]。另外, 利用基质棉育秧质量轻、易成毯的特点也可开展长毯育秧, 为增加插秧机栽秧量和实现喂秧“无人化”提供新途径^[9]。

为此, 本研究通过开展不同育秧基质的比较试验, 旨在明确新型育秧方式——基质棉育秧在机插水稻上的应用效果, 同时可为水稻绿色高效机械化生产提供新思路和技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地点和供试材料

试验于 2024 年在江苏省常州市新北现代农业产业园区 (119°47' E, 32°0' N) 开展, 试验区采用水稻-小麦两熟轮作模式。供试品种为试验区主栽品种武香粳 168, 为粳型常规水稻, 全生育期 145.8 d, 由江苏武进水稻研究所培育。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计。试验采用硬盘湿润育秧, 秧盘尺寸为 58 cm × 28 cm × 3 cm, 设置 3 种育秧基质处理, 分别为基质棉、商品基质和营养土 (当地对照), 每个处理各培育 100 盘秧苗。水稻于 5 月 25 日落谷育秧, 播量为 150 g/盘的芽谷, 于秧龄 25 d (4 叶 1 心期) 时机械移栽至大田, 每个处理各 1 个大区, 每个大区 1 333.4 m^2 。田间施肥、病虫草害防治等按照当地水稻高产栽培管理模式进行。

1.2.2 相关指标测定。秧苗素质相关指标测定: 于水稻移栽前用 5 cm × 5 cm 的方形取样器进行取样,

收稿日期: 2026-01-26; 修回日期: 2026-02-05。

作者简介: 吴悠 (1988—), 女, 博士, 农艺师, 主要从事农业技术推广、试验示范工作。Email: 303947601@qq.com。

每个处理重复3次,测定各处理下取样方块中秧苗根数、根长,并在每个取样方块中随机选择20株秧苗,测量各处理下秧苗叶龄、苗高、茎基宽、干物质质量、SPAD值等;发根力和盘结力的测定参考吴文革等的方法^[1];秧苗充实度按照以下公式进行计算:秧苗充实度(mg/cm)=地上部干物质质量(mg)/苗高(cm)。

栽插质量和茎蘖动态:移栽后每个处理随机选取5个点,每个点选取连续20穴水稻,调查每穴苗数、伤秧率、漂秧率、漏插率等。分别于拔节期、抽穗期和成熟期对每个处理选取连续10穴长势均匀一致的水稻,定点记录茎蘖数,每个处理3次重复,并计算每个处理下的茎蘖成穗率。

产量及其构成:每个处理稻田随机选取3个点,每个点选取50穴水稻,于成熟期调查单位面积穗数;随机选取3穴测定每穗粒数、结实率和千粒质量。水稻收获期进行实割测产,每个处理3次重复,每次重复收割100 m²,测定籽粒含水量并按照

14.5%标准含水量折算实产。

1.3 数据统计与分析

数据处理使用 Excel 2016 和 SPSS 26.0 用于数据的录入、整理和统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同育秧基质对水稻秧苗素质的影响

由表1可知,不同育秧基质处理对叶龄的影响差异无统计学意义。各处理下秧苗的苗高、茎基宽、地上部干物质质量、SPAD值和充实度均表现出基质棉>商品基质>营养土的趋势,但基质棉处理和商品基质处理在苗高和SPAD值上差异无统计学意义。基质棉育秧的秧苗茎基宽和充实度显著高于其他处理,其中茎基宽较商品基质和营养土处理分别增加5.4%和11.9%,充实度分别增加3.8%和2.7%,表明秧苗积累的营养物质更多,这也与其叶龄进程较快有关,因此秧苗素质表现最好。

表1 不同育秧基质对水稻秧苗素质的影响

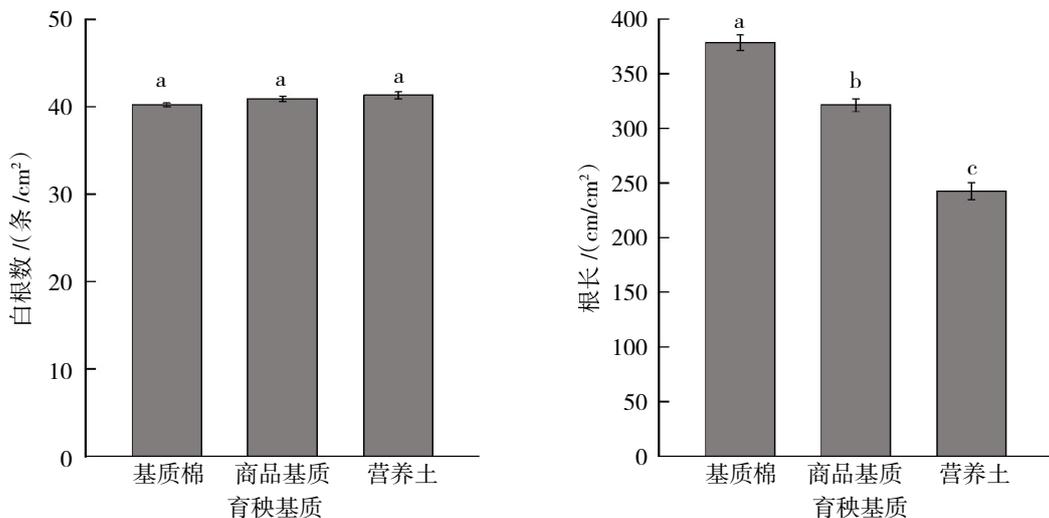
基质类型	叶龄/叶	苗高/cm	茎基宽/mm	地上部干物质质量/g	SPAD值	充实度/(mg/cm)
基质棉	4.13 a	23.38 a	2.53 a	4.51 a	25.8 a	1.93 a
商品基质	4.09 a	22.74 ab	2.40 b	4.23 b	25.6 a	1.86 b
营养土	4.10 a	21.53 b	2.26 c	4.05 c	24.0 b	1.88 b

注:表中数据为各处理20株秧苗的测定数据平均值。同列数据后不同小写字母表示处理间差异具统计学意义(P<0.05)。下表同。

2.2 不同育秧基质对水稻秧苗白根数和根长的影响

由图1可知,不同育秧基质处理间水稻秧苗单位面积白根数差异无统计学意义,但各处理间的单位面积根长差异具统计学意义,并表现出基质棉>

商品基质>营养土的趋势。基质棉培育的秧苗总根长达378.5 cm/cm²,比商品基质和营养土处理分别高出17.8%和56.1%,表明基质棉处理有利于水稻秧苗根系的伸长。



图中数据为各处理3次重复平均值。柱上不同小写字母表示处理间差异具统计学意义(P<0.05)

图1 不同育秧基质对水稻秧苗白根数和根长的影响

2.3 不同育秧基质对水稻秧苗发根力与盘结力的影响

由表 2 可知,不同育秧基质处理下,水稻秧苗发根力和盘结力差异存在统计学意义。基质棉培育的秧苗单株新生根长和盘结力均显著高于其他处理,其中基质棉处理的秧苗盘结力最大,达 155.6 N,比常规营养土处理高 20.9%。商品基质和营养土的盘结力差异无统计学意义,基质棉和商品基质处理在新生根数上差异无统计学意义。

2.4 不同育秧基质对秧苗栽插质量的影响

由表 3 可知,水稻秧苗移栽后苗数、漏插率、伤秧率和飘秧率在不同育秧基质处理间差异均无统

计学意义,但基质棉和商品基质处理的漏插率和伤秧率均略高于营养土,可能与秧苗的根系发达、秧盘结力高有关。

2.5 不同育秧基质对水稻茎蘖数和成穗率的影响

由表 4 可知,拔节期、抽穗期、成熟期的水稻茎蘖数均为基质棉处理下最高。拔节期基质棉处理的茎蘖数显著高于营养土处理,但与商品基质处理间的差异不具统计学意义。抽穗期、成熟期的茎蘖数均表现为基质棉 > 商品基质 ≥ 营养土,其中商品基质处理和营养土处理间差异无统计学意义。基质棉处理的茎蘖成穗率最高,达 75.6%,比营养土处理水稻高 7.8%。

表 2 不同育秧基质对水稻秧苗发根力与盘结力的影响

基质类型	发根力		盘结力 /N
	单株新生根长 /cm	单株新生根数 / 条	
基质棉	9.62 a	4.2 a	155.6 a
商品基质	7.43 b	4.2 a	131.1 b
营养土	5.36 c	2.9 b	128.7 b

注:表中数据为各处理 20 株秧苗的测定数据平均值。

表 3 不同育秧基质对秧苗栽插质量的影响

基质类型	苗数 / (个 / 穴)	漏插率 /%	伤秧率 /%	飘秧率 /%
基质棉	4.6 a	1.3 a	2.6 a	1.2 a
商品基质	4.5 a	1.2 a	2.7 a	1.2 a
营养土	4.6 a	1.1 a	2.4 a	1.3 a

注:表中数据为 5 次重复平均值。

表 4 不同育秧基质对水稻茎蘖数和成穗率的影响

基质类型	茎蘖数 / (万个 /hm ²)			成穗率 /%
	拔节期	抽穗期	成熟期	
基质棉	504.2 a	426.1 a	381.4 a	75.6 a
商品基质	490.5 ab	387.3 b	348.0 b	70.9 b
营养土	480.4 b	363.2 b	339.1 b	70.1 b

注:表中数据为 3 次重复平均值。

2.6 不同育秧基质对水稻产量及其构成因素的影响

由表 5 可知,基质棉育秧水稻实产为 10.1 t/hm²,较商品基质和营养土处理分别增产 2.7%和 5.0%。进一步分析产量构成因素,每穗粒数在基质棉和商

品基质处理间差异无统计学意义,但均高于营养土处理;结实率和千粒质量在各育秧基质处理间差异无统计学意义;基质棉处理下的单位面积穗数较商品基质和营养土处理分别增加 4.8%和 12.6%。

表5 不同育秧基质对水稻产量及其构成因素的影响

基质类型	穗数 / (万个 / hm ²)	穗粒数 / (粒 / 穗)	结实率 / %	千粒质量 / g	实产 / (t/hm ²)
基质棉	363.0 a	128.6 a	91.1 a	27.3 a	10.1 a
商品基质	346.5 b	124.2 a	91.4 a	27.2 a	9.8 b
营养土	322.5 c	116.2 b	92.2 a	27.3 a	9.6 c

注:表中数据为3次重复平均值。

3 讨论

“秧好半熟稻”,培育壮秧是机插水稻的关键环节,也是机插稻夺取高产的重要基础。壮苗高产的本质在于培育健壮秧苗与提高根系活力^[12]。本研究采用的基质棉作为无机矿物纤维材料,其高总孔隙度与气水比,极大地降低了水稻秧苗根系伸展的机械阻力并显著改善了根际氧环境^[9],使得该处理下水稻秧苗单位面积根长显著优于商品基质与营养土处理。张云江研究指出,水稻育秧基质通气性与秧苗根系性状存在显著正相关^[13],而 Yamauchi 等研究同样指出高通气环境增强了植株根系氧化能力,促进了根系生长^[14],这与本研究中基质棉处理下水稻秧苗根长显著增加的结果相同。而杨子峰等提出使用育秧基质培育水稻秧苗,其秧苗素质相较于传统营养土培育具有显著优势^[15]。而本研究发现基质棉处理下水稻秧苗充实度与茎基宽的同步提升,表明健壮的根系形态有效改善了光合产物在地上部与地下部之间的分配与积累,为水稻壮秧奠定了物质基础^[16]。吴文革等研究指出,机插水稻秧苗根系活力及发根力是决定大田栽插秧苗返青活棵的重要指标^[11]。Ling 等研究指出,基质棉处理下,水稻秧苗新生根长及新生根数均显著优于营养土对照,而对栽插质量的轻微不利影响,可通过机具参数与管理窗口优化解决^[17]。基质棉培育的壮秧为大田移栽后的“返青期”促进秧苗新生根系的萌发奠定了基础,缩短了缓苗期,使得水稻秧苗低节位分蘖早生快发。同时早生分蘖成穗率和单穗质量均显著高于迟生分蘖,是构建“足穗、大穗”高产群体的核心来源^[18-19]。在本研究中,基质棉育秧处理下得益于成穗率相较于营养土对照显著增加 7.8%,基质棉处理下水稻单位面积有效穗数增加了 12.6%,使得水稻最终产量相较营养土对照提升 5.0%。本研究结果揭示了基质棉育秧通过培育优质壮秧,增强移栽后的发根力与分蘖成穗能力,最终实现产量提升。

4 结论

基质棉育秧相比商品基质和营养土育秧能显著提高水稻的秧苗素质,促进根系生长,大幅增加秧苗的盘结力;移栽栽插质量可达到常规育秧的水平,同时移栽后茎蘖发生快,成穗率高,成熟期单位面积穗数较商品基质和营养土处理分别增加 4.8%和 12.6%,产量分别增加 2.7%和 5.0%,增产优势明显,具有一定的推广应用前景。

参考文献:

[1] 孙 玲,王晶晶,邱 琳,等. 江苏省水稻主产区水稻种植面积时空动态变化分析[J]. 中国农业信息,2020,32(2):45-55.
 [2] 黎慧秀,赵新辉,冷雨萌,等. 基于不同机械化栽植方式的水稻育秧基质研究进展[J]. 中国稻米,2025,31(5):26-32.
 [3] 江 宽. 不同育秧基质对水稻秧苗素质及产量的影响[J]. 安徽农学通报,2017,23(15):36,54.
 [4] 胡曾友. “少人化”机插水稻育秧与一次性施肥技术研究[D]. 扬州:扬州大学,2025:48-50.
 [5] 刘俊杰. 秸秆基料化育秧技术与推广策略研究[D]. 扬州:扬州大学,2022:15-16.
 [6] 周 涛. 水稻机插育秧基质的研发与评价[D]. 成都:四川农业大学,2021:4-9.
 [7] 郑娅琴,赵品恒,李燕飞,等. 不同类型育秧基质处理对秧苗素质及水稻生长的影响[J]. 农业科技通讯,2025(4):44-47.
 [8] 许方甫,李 杰,李 妍,等. 秸秆基质块育秧方式对水稻秧苗素质和栽插质量的影响[J]. 安徽农学通报,2025,31(23):9-12.
 [9] 陈玉林,张义凯,陈惠哲,等. 水稻育插秧新技术对秧苗素质与机插质量的影响分析[J]. 作物研究,2025,39(2):167-172.
 [10] 曹文雅,杜德军. 基质棉水稻育秧方式对机插水稻秧苗素质及产量的影响[J]. 农业装备技术,2024,50(3):28-29,32.
 [11] 吴文革,周永进,陈 刚,等. 不同育秧基质和水分管理对机插秧苗素质与产量的影响[J]. 中国生态农业学报,2014,22(9):1057-1063.
 [12] Jia X, Li Y, Song J, et al. Effects of different machine transplanting

- methods on the physiological and yield characteristics of late rice in China[J]. International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 2023, 16(6):37–47.
- [13] 张云江. 不同育苗基质对水稻秧苗素质的影响[J]. 中国稻米, 2014, 20(2):98–99, 102.
- [14] Yamauchi T, Colmer T D, Pedersen O, et al. Regulation of root traits for internal aeration and tolerance to soil waterlogging–flooding stress[J]. Plant Physiology, 2018, 176(2):1118–1130.
- [15] 杨子峰, 杨祥田, 马义虎. 育秧基质对机插早稻秧苗素质及产量的影响[J]. 浙江农业科学, 2014, 55(6):818–820.
- [16] 雷武生. 水稻水卷苗生长发育特性及配套栽培技术研究[D]. 南京:南京农业大学, 2018:99–102.
- [17] Ling Y F, Liu M Z, Feng Y, et al. Effects of increased seeding density on seedling characteristics, mechanical transplantation quality, and yields of rice with crop straw boards for seedling cultivation[J]. Journal of Integrative Agriculture, 2025, 24(1):101–113.
- [18] 凌启鸿, 张洪程, 蔡建中, 等. 水稻高产群体质量及其优化控制探讨[J]. 中国农业科学, 1993(6):1–11
- [19] Tasaka K. Raising and transplanting technology for long mat with hydroponically grown rice seedlings[J]. Japan Agricultural Research Quarterly, 1999, 33(1):31–37.

Impact of Different Seedling Raising Substrates on Rice Seedling Quality and Yield

Wu You, Hang Jie

(Supply and Marketing Cooperatives of Xinbei District, Changzhou City / Agricultural and Rural Comprehensive Management Service Center of Xinbei District, Changzhou City, Changzhou 213022, China)

Abstract: To clarify the application effects of a novel seedling substrate based on new material substrate fiber for machine-transplanted rice, three treatments were established including seedling fiber, commercial substrate, and conventional nutrient soil. The study investigated the impact of different substrates on rice seedling quality and yield from various aspects of seedling quality, root vigor, root ball formation, transplanting quality, tillering dynamics, yield and its contributing factors. The results showed that compared to commercial substrates and nutrient soil, substrate fiber treatment significantly improved the quality of rice seedlings and promoted root growth. The seedling stem base width increased by 5.4% and 11.9%, and the seedling fullness increased by 3.8% and 2.7%, respectively. The root ball formation was optimal, and root binding strength reached 155.6 N. After transplanting, the tillering of rice occurred rapidly, the panicle-bearing tiller rate increased, and the number of panicles per unit area at maturation stage was the highest, resulting in yield increases of 2.7% and 5.0%, respectively. Overall, the use of substrate fiber for seedling cultivation demonstrated promising effects and has potential for promotion and application in machine-transplanted rice cultivation.

Key Words: Rice; Seedling raising; Substrate fiber; Seedling quality; Yield

本刊常用计量单位符号简介

为执行国务院发布的《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》的规定, 根据中华人民共和国“量和单位”系列国家标准(GB3100—1993、GB/T3101—1993 和 GB/T3102.1~3102.13—1993), 现将本刊常用的计量单位符号介绍如下, 希广大作者遵照执行。

时间: 日(天)—d; 表格中(月 / 日)应用(月 - 日), 如 2/30 应用 02-30; 时—h; 分—min; 秒—s。质量: 吨—t; 公斤(千克)—kg; 克—g; 毫克—mg; 微克— μg ; 纳克—ng。体积: 升—L; 毫升—mL; 微升— μL 。浓度: 通常指物质的量浓度, 克分子浓度(M)废用, 改为 mol/L; 当量浓度(N)废用, 换算成相应的 mol/L; 质量浓度单位为 kg/L; 质量摩尔浓度单位为 mol/kg; ppm 换算为相应的 mg/kg (质量分数)、 $\mu\text{L/L}$ (体积分数)、 $\mu\text{mol/mol}$ (摩尔分数)等。面积: 亩—667 m², 万亩换算为万 hm² 等。

赵元凤,翟付凤,潘 燕,等. 喷施新型叶面肥对小麦籽粒灌浆与产量结构的影响[J/OL]. 大麦与谷类科学,2026,43(1):43–51,59(2025–12–15).

https://doi.org/10.14069/j.cnki.32-1769/s.2026.01.008.

喷施新型叶面肥对小麦籽粒灌浆与产量结构的影响

赵元凤,翟付凤*,潘 燕,顾敏京,张世慧

(江苏省仪征市农业技术综合服务中心,江苏 扬州 211400)

摘要:分析喷施新型叶面肥对小麦生长和产量结构方面的变化规律与影响,为当地小麦生产中新型叶面肥的推广应用提供示范。试验通过对冬小麦喷施不同新型叶面肥,测定不同时期籽粒干质量和最终产量结构,分析其对小麦籽粒灌浆及产量的影响。结果表明,喷施“春科”磷酸二氢钾复配制剂、“春泉八八三”含腐植酸水溶肥料、“天赐宝”和“春泉八八三”超浓缩活性有机物这4种叶面肥,均能增加千粒质量,且随着喷施次数的增加,其千粒质量也呈明显增加的趋势,当喷施3次这4种叶面肥时,扬麦30的千粒质量达到51.63~51.94 g,镇麦18的千粒质量达到47.64~49.57 g;喷施“能利丰”1—3次,扬麦30的千粒质量在49.93~49.98 g,镇麦18的千粒质量在46.13~46.39 g,各次之间千粒质量差异无统计学意义。因此,在小麦开花后喷施2、3次叶面肥,其千粒质量明显增加,其产量和经济效益也明显提高,其中扬麦30的小区产量要高于镇麦18,且差异具高度统计学意义($P<0.01$)。

关键词:小麦;叶面肥;籽粒灌浆;千粒质量;产量构成

中图分类号:S512.1

文献标志码:A

文章编号:1673-6486-20250050

小麦粒质量提升有很大的潜力,如能充分发挥,将会大幅度提升小麦单位面积产量^[1-3]。小麦灌浆期是决定产量的重要时期,但小麦生长后期根系吸收养分的能力减弱^[4-6],加上部分种植大户施肥不科学,后期土壤肥力不足,土壤中肥料利用率降低,且现阶段小麦生产后期经常遭遇极端气候,如高温逼熟、降雨偏少等,造成小麦早衰,影响籽粒灌浆与粒质量,最终影响产量与品质^[7-10],因此生产中迫切需要延缓花后叶片衰老、促进籽粒增质量。叶面肥是指将营养元素喷施于作物叶片表面,通过叶片的吸收来发挥其功能的一种肥料,具有补充根部施肥不足、迅速补充营养、充分发挥肥效等优点^[11-13],大面积生产中可以通过喷施叶面肥以应对气候逆境,确保单产稳定或提升^[14-16]。2023—2024年通过对仪征市冬小麦喷施不同的叶面肥,分析喷施叶面肥对小麦籽粒灌浆速率、千粒质量以及产量等方面的影响,了解叶面肥对小麦生产的作用,同时为大面积小麦生产上叶面肥的推广应用提供示范。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验田位于仪征市新集镇花园村(119.29°E、32.35°N),地势平坦,土壤肥力中等且均匀一致,为高标准农田,排灌设施齐全,前茬作物为水稻。试验田块土壤有机质含量(质量分数,下同)为33.43 g/kg,全氮含量为1.87 g/kg,速效钾含量为75.00 mg/kg,有效磷含量为7.00 mg/kg,pH值为6.86。

1.2 试验材料

供试的小麦品种为扬麦30、镇麦18。扬麦30是江苏里下河地区农业科学研究所选育的弱筋小麦品种,该品种株高适中、分蘖强、穗型大,是仪征市主推种植品种;镇麦18是江苏丘陵地区镇江农业科学研究所选育的强筋小麦品种,该品种分蘖较强、千粒质量高、抗倒性较好。参试的叶面肥有5种,分别为“春科”磷酸二氢钾复配制剂(S_1)、“春泉八八三”含腐植酸水溶肥料(S_2)、“天赐宝”(S_3)、“春泉八八三”超浓缩活性有机物(S_4)、“能利丰”(S_5),其有效成分见表1。

1.3 试验设计

试验采用三因素区组设计,以品种为主区,选择2个小麦品种;以叶面肥种类为副区,选择5种叶面肥;以喷施次数为裂区,设开花期、开花期+花后7 d、开花期+花后7 d+花后14 d共3种。每次每种叶面

收稿日期:2025-05-12;修回日期:2025-11-28。

作者简介:赵元凤(1989—),女,高级农艺师,主要从事农技推广研究。Email:285550684@qq.com。

*通信作者:翟付凤(1974—),女,正高级农艺师,主要从事农技推广工作。Email:839819929@qq.com。

肥用量相同(均依该产品推荐用量):1 500 g/hm²(S₁)、750 g/hm²(S₂)、1 500 g/hm²(S₃)、1 650 g/hm²(S₄)、1 500 g/hm²(S₅)。试验设置 32 个处理,重复 3 次,共有 96 个小区,每个小区面积 30 m²,小区随机区组排列。

扬麦 30 的 16 个处理为 A₁:S₁ 开花期喷 1 次; B₁:S₁ 开花期 + 花后 7 d 各喷 1 次; C₁:S₁ 开花期 + 花后 7 d + 花后 14 d 各喷 1 次; D₁:S₂ 开花期喷 1 次; E₁:S₂ 开花期 + 花后 7 d 各喷 1 次; F₁:S₂ 开花期 + 花后 7 d + 花后 14 d 各喷 1 次; G₁:S₃ 开花期喷 1 次; H₁:S₃ 开花期 + 花后 7 d 各喷 1 次; I₁:S₃ 开花期 + 花后 7 d + 花后 14 d 各喷 1 次; J₁:S₄ 开花期喷 1 次; K₁:S₄ 开花期 + 花后 7 d 各喷 1 次; L₁:S₄ 开花期 + 花后 7 d + 花后 14 d 各喷 1 次; M₁:S₅ 开花期喷 1 次; N₁:S₅ 开花期 + 花后 7 d 各喷 1 次; O₁:S₅ 开花

期 + 花后 7 d + 花后 14 d 各喷 1 次; P₁:对照,喷清水。

镇麦 18 的 16 个处理为 A₂:S₁ 开花期喷 1 次; B₂:S₁ 开花期 + 花后 7 d 各喷 1 次; C₂: S₁ 开花期 + 花后 7 d + 花后 14 d 各喷 1 次; D₂: S₂ 开花期喷 1 次; E₂:S₂ 开花期喷 + 花后 7 d 各喷 1 次; F₂:S₂ 开花期 + 花后 7 d + 花后 14 d 各喷 1 次; G₂:S₃ 开花期喷 1 次; H₂:S₃ 开花期 + 花后 7 d 各喷 1 次; I₂:S₃ 开花期 + 花后 7 d + 花后 14 d 各喷 1 次; J₂: S₄ 开花期喷 1 次; K₂:S₄ 开花期 + 花后 7 d 各喷 1 次; L₂:S₄ 开花期 + 花后 7 d + 花后 14 d 各喷 1 次; M₂:S₅ 开花期喷 1 次; N₂:S₅ 开花期 + 花后 7 d 各喷 1 次; O₂:S₅ 开花期 + 花后 7 d + 花后 14 d 各喷 1 次; P₂:对照,喷清水。

表 1 各叶面肥有效成份及含量情况

编号	品种名称	有效成份	生产单位
S ₁	“春科”磷酸二氢钾复配制剂	$\rho(\text{P}_2\text{O}_5+\text{K}_2\text{O})=550\text{ g/L}$, $\rho(\text{Zn})=30\text{ g/L}$	扬州春泉科技有限公司
S ₂	“春泉八八三”含腐植酸水溶肥料	$\rho(\text{腐植酸})=30\text{ g/L}$, $\rho(\text{N}+\text{P}_2\text{O}_5+\text{K}_2\text{O})=200\text{ g/L}$	扬州春泉科技有限公司
S ₃	“天赐宝”	$\rho(\text{腐植酸})=50\text{ g/L}$, $\rho(\text{有机质})=50\text{ g/L}$, $\rho(\text{N}+\text{P}_2\text{O}_5+\text{K}_2\text{O})=450\text{ g/L}$, $\rho(\text{水不溶物})=50\text{ g/L}$	湖南天赐宝农业科技有限公司
S ₄	“春泉八八三”超浓缩活性有机物	$\rho(\text{腐植酸})=40\text{ g/L}$, $\rho(\text{N}+\text{K}_2\text{O})=200\text{ g/L}$, BC 促进剂等	扬州春泉科技有限公司
S ₅	“能利丰”	$\rho(\text{N}+\text{K}_2\text{O})=418\text{ g/L}$, $\rho(\text{GR24 活性物})=0.8\text{ }\mu\text{mol/L}$, 叶面渗透活性剂 0.1%	扬州春泉科技有限公司

1.4 田间管理措施

在 2023 年秋播时期,对试验田块深翻 1 次,播种前旋耕 1 次。试验田播种方式为机条播,播期为 11 月 2 日,播量为 225 kg/hm²,播后开展封闭化除。肥料运筹方面:基肥施用高效复合肥(N、P₂O₅、K₂O 质量分数均为 15%)750 kg/hm²,苗肥施用尿素 150 kg/hm²,拔节孕穗肥施用高效复合肥(N、P₂O₅、K₂O 质量分数均为 15%)225 kg/hm²和尿素 150 kg/hm²。试验田在病虫草害防治等其他田间管理措施方面与高产田块相同。

1.5 调查项目及方法

1.5.1 安全性。于施药后,采用目测方法查看各处理对小麦的安全性影响,观察小麦是否有坏死、扭曲、叶片卷曲、黄化和叶片损伤等药害症状。

1.5.2 籽粒灌浆进程。于小麦开花期(时间记为花后 0 d),每个处理选定同一天开花、大小均匀一致、

绿叶数相当、无病虫害的麦穗 100 穗挂牌标记,于开花后 20、30 d 及成熟期(花后 46 d)这 3 个时期,每个时期取 30 穗小麦,将穗上全部籽粒剥下,烘干至恒质量后测定千粒质量。

1.5.3 产量及构成因素。在小麦成熟时,采用“五点法”,每个小区取 5 个点,每点选取 0.25 m²,记录小麦取样点总穗数、穗粒数和千粒质量。每个小区选取具有代表性的 3 个点,每点选取 1 m² 收割麦穗,分别称质量、测定水分,折合 13% 含水率算产量。

1.5.4 经济效益。以对照的产量和取得的经济效益为基础,根据各处理使用叶面肥的成本,计算各处理的增效情况。

1.6 数据处理与分析

利用 Excel 2016 进行数据处理,运用 DPS V9.05 数据分析软件进行显著性检验及相关性分析。

2 结果与分析

2.1 安全性

使用叶面肥后,目测观察各处理小麦的生长情况,各处理的叶面肥都比较安全,小麦没有出现明显的生长受到阻碍、失绿以及畸形叶等肥害症状。

2.2 籽粒干质量变化

2.2.1 花后 20 d 籽粒干质量变化。从表 2 可以看出,喷施叶面肥后,花后 20 d 的 1 000 粒籽粒干质量都比对照高,说明喷施叶面肥后有助于其灌浆,并且同一种叶面肥随着喷施次数的增加,其 1 000 粒籽粒干质量也基本上呈现增长的趋势。

表 2 各处理花后 20、30 d 及成熟期(花后 46 d)1 000 粒籽粒干质量变化

处理	花后 20 d 每 1 000 粒籽粒干质量 /g	花后 30 d 每 1 000 粒籽粒干质量 /g	成熟期每 1 000 粒籽粒干质量 /g
A ₁	21.96 b	45.03 bc	49.40 ab
B ₁	22.78 ab	45.86 abc	50.60 ab
C ₁	22.36 ab	47.75 a	51.94 a
D ₁	21.56 b	45.18 bc	50.62 ab
E ₁	21.90 b	45.59 abc	51.25 ab
F ₁	21.85 b	45.80 abc	51.90 a
G ₁	22.57 ab	46.57 ab	50.84 ab
H ₁	22.59 ab	47.01 ab	50.88 ab
I ₁	23.60 a	47.43 a	51.63 a
J ₁	22.31 ab	45.77 abc	50.49 ab
K ₁	22.54 ab	46.12 ab	50.95 ab
L ₁	22.60 ab	46.24 ab	51.89 a
M ₁	22.12 b	46.70 ab	49.93 ab
N ₁	22.22 ab	46.76 ab	49.98 ab
O ₁	22.57 ab	47.17 ab	49.98 ab
P ₁	21.52 b	43.86 c	48.81 b
A ₂	21.21 bc	44.56 ab	45.89 b
B ₂	21.34 b	44.41 ab	47.42 ab
C ₂	21.90 b	45.37 a	47.96 ab
D ₂	21.71 b	43.39 ab	46.15 b
E ₂	21.92 b	44.58 ab	47.64 ab
F ₂	23.33 a	45.11 ab	48.11 ab
G ₂	20.88 bc	42.99 b	46.63 b
H ₂	20.96 bc	43.42 ab	46.70 b
I ₂	21.29 b	43.66 ab	47.64 ab
J ₂	21.37 b	43.39 ab	46.61 b
K ₂	21.78 b	45.21 a	47.93 ab
L ₂	21.92 b	45.42 a	49.57 a
M ₂	21.30 b	44.20 ab	46.13 b
N ₂	21.83 b	44.22 ab	46.26 b
O ₂	22.02 b	44.73 ab	46.39 b
P ₂	20.05 c	42.97 b	45.60 b

注:同列数据后不同小写字母表示相同品种不同处理间差异具统计学意义($P < 0.05$)。表 3、表 4 同。

扬麦 30 各处理花后 20 d 的 1 000 粒籽粒干质量在 21.52 ~ 23.60 g, 其中处理 I_1 与对照 P_1 差异存在统计学意义 ($P < 0.05$); 镇麦 18 各处理花后 20 d 的 1 000 粒籽粒干质量在 20.05 ~ 23.33 g, 其中处理 B_2 、 C_2 、 D_2 、 E_2 、 F_2 、 I_2 、 J_2 、 K_2 、 L_2 、 M_2 、 N_2 、 O_2 与对照 P_2 差异均存在统计学意义 ($P < 0.05$)。

2.2.2 花后 30 d 籽粒干质量变化。从表 2 可以看出, 喷施叶面肥后, 花后 30 d 的 1 000 粒籽粒干质量都比对照高, 2 个品种的变化趋势基本一致, 且同一种叶面肥随着喷施次数的增加, 其 1 000 粒籽粒干质量也基本呈现增长的趋势, 表明喷施叶面肥有助于其灌浆。扬麦 30 各处理花后 30 d 的 1 000 粒籽粒干质量在 43.86 ~ 47.75 g, 其中处理 C_1 、 G_1 、 H_1 、 I_1 、 K_1 、 L_1 、 M_1 、 N_1 、 O_1 与对照 P_1 差异均存在统计学意义 ($P < 0.05$); 镇麦 18 各处理花后 30 d 的 1 000 粒籽粒干质量在 42.97 ~ 45.42 g, 其中处理 C_2 、 K_2 、 L_2 与对照 P_2 差异均存在统计学意义 ($P < 0.05$)。

2.2.3 成熟期(花后 46 d)籽粒干质量变化。从表 2 可以看出, 成熟期扬麦 30 和镇麦 18 的 1 000 粒籽粒干质量变化趋势基本一致, 喷施叶面肥能达到质量增加的效果, 且喷施“春科”磷酸二氢钾复配制剂、“春泉八八三”含腐植酸水溶肥料、“天赐宝”和“春泉八八三”超浓缩活性有机物这 4 种叶面肥, 随着喷施次数的增加, 其 1 000 粒籽粒干质量也增加, 喷施“能利丰”3 次之间数据无统计学意义。扬麦 30 各处理成熟期(花后 46 d)的 1 000 粒籽粒干质量在 48.81 ~ 51.94 g, 其中处理 C_1 、 F_1 、 I_1 、 L_1 与对照 P_1 差异均存在统计学意义 ($P < 0.05$); 镇麦 18 各处理成熟期(花后 46 d)的 1 000 粒籽粒干质量在 45.60 ~ 49.57 g, 其中处理 L_2 与对照 P_2 差异存在统计学意义 ($P < 0.05$)。

2.3 灌浆速率变化

从表 3 可以看出, 花后 20 d 灌浆速率扬麦 30 的处理 I_1 与对照 P_1 差异存在统计学意义 ($P < 0.05$), 镇麦 18 的处理 B_2 、 C_2 、 D_2 、 E_2 、 F_2 、 K_2 、 L_2 、 M_2 、 N_2 、 O_2 与对照 P_2 差异均存在统计学意义 ($P < 0.05$); 从花后 30 d 灌浆速率来看, 扬麦 30 的处理 C_1 、 M_1 、 N_1 、 O_1 与对照 P_1 差异均存在统计学意义 ($P < 0.05$), 镇麦 18 各处理与对照差异均无统计学意义; 从成熟期(花后 46 d)灌浆速率来看, 扬麦 30 和镇麦 18 各处理与对照差异均无统计学意义。整个灌浆进程均存在“慢-快-慢”的变化趋势, 在花后 30 d 左右, 灌浆达到高峰期, 开花后期至成熟期其灌浆速率大幅度下降。

2.4 产量及构成因素

2.4.1 各处理对产量及其构成因素间方差分析。从表 4 可以看出, 各处理对产量及其构成因素的互作效应方面, 三因素交互作用和两因素交互作用均不显著。对穗粒数的互作效应方面, 发现各因素及其互作对穗粒数均无显著效应; 对千粒质量的互作效应方面, 发现喷施次数对千粒质量有显著效应 ($P < 0.05$); 对产量的互作效应方面, 发现小麦品种对产量有极显著效应 ($P < 0.01$)。

2.4.2 穗粒数。从表 5 可以看出, 在小麦花期喷施叶面肥对小麦穗粒数的影响上, 两个品种表现不一致。扬麦 30 各处理穗粒数在 36.4 ~ 39.5 粒/穗, 且与对照差异无统计学意义。镇麦 18 各处理穗粒数在 34.0 ~ 39.5 粒/穗, 其中处理 N_2 、 O_2 的穗粒数与对照差异存在统计学意义 ($P < 0.05$)。

2.4.3 千粒质量。从表 5 可以看出, 在小麦花期喷施叶面肥对小麦千粒质量的影响, 扬麦 30 各处理千粒质量在 49.40 ~ 51.94 g, 其中处理 C_1 、 F_1 、 I_1 、 L_1 的千粒质量与对照差异存在统计学意义 ($P < 0.05$)。镇麦 18 各处理千粒质量在 45.89 ~ 49.57 g, 其中处理 L_2 的千粒质量与对照差异存在统计学意义 ($P < 0.05$)。

2.4.4 产量。从表 5 可以看出, 在小麦花期喷施叶面肥可以提高小麦的产量, 且喷 2、3 次后, 增产效果更加明显。扬麦 30 各处理产量在 7 482.1 ~ 8 243.1 kg/hm², 与对照相比增产率在 1.56% ~ 11.89%, 其中处理 E_1 、 F_1 、 G_1 、 H_1 、 I_1 、 L_1 、 N_1 、 O_1 的产量与对照 P_1 差异存在统计学意义 ($P < 0.05$), 增产最高的为处理 I_1 , 即喷施“天赐宝”3 次, 增产 11.89%; 其次为处理 H_1 , 即喷施“天赐宝”2 次, 增产 10.49%; 第 3 为处理 O_1 , 即喷施“能利丰”3 次, 增产 10.36%; 增产最少的为处理 A_1 , 即喷施“春科”磷酸二氢钾复配制剂 1 次, 增产 1.56%。镇麦 18 各处理产量在 6 701.9 ~ 7 528.8 kg/hm², 与对照相比增产率在 2.43% ~ 15.07%, 其中处理 B_2 、 C_2 、 G_2 、 H_2 、 I_2 、 K_2 、 L_2 、 M_2 、 N_2 、 O_2 的产量与对照 P_2 差异存在统计学意义 ($P < 0.05$), 增产最高的为处理 O_2 , 即喷施“能利丰”3 次, 增产 15.07%; 其次为处理 N_2 , 即喷施“能利丰”2 次, 增产 12.76%; 第 3 为处理 L_2 , 即喷施“春泉八八三”超浓缩活性有机物 3 次, 增产 11.70%; 增产最少的为处理 D_2 , 即喷施“春泉八八三”含腐植酸水溶肥料 1 次, 增产 2.43%。表 5 也显示, 镇麦 18 的小区产量平均为 7 079.3 kg/hm², 较扬麦 30 平均产量(7 878.1 kg/hm²) 低 798.8 kg/hm², 该差异具高度统计学意义(表 4、表 5)。

表3 各处理花后20、30 d及成熟期(花后46 d)籽粒灌浆速率

处理	花后20 d 灌浆速率/(g/d)	花后30 d 灌浆速率/(g/d)	成熟期灌浆速率/(g/d)
A ₁	1.098 b	2.307 bc	0.296 a
B ₁	1.139 ab	2.308 bc	0.313 a
C ₁	1.118 ab	2.539 a	0.255 a
D ₁	1.078 b	2.362 abc	0.340 a
E ₁	1.095 b	2.369 abc	0.354 a
F ₁	1.092 b	2.395 abc	0.381 a
G ₁	1.128 ab	2.400 abc	0.267 a
H ₁	1.129 ab	2.442 abc	0.242 a
I ₁	1.180 a	2.383 abc	0.262 a
J ₁	1.116 ab	2.346 abc	0.305 a
K ₁	1.127 ab	2.358 abc	0.260 a
L ₁	1.130 ab	2.364 abc	0.349 a
M ₁	1.106 b	2.458 ab	0.202 a
N ₁	1.111 b	2.454 ab	0.195 a
O ₁	1.129 ab	2.460 ab	0.186 a
P ₁	1.076 b	2.234 c	0.309 a
A ₂	1.060 bc	2.335 a	0.084 b
B ₂	1.067 b	2.308 a	0.193 ab
C ₂	1.095 b	2.347 a	0.156 ab
D ₂	1.086 b	2.167 a	0.211 ab
E ₂	1.096 b	2.267 a	0.184 ab
F ₂	1.167 a	2.178 a	0.172 ab
G ₂	1.044 bc	2.211 a	0.223 ab
H ₂	1.048 bc	2.246 a	0.234 ab
I ₂	1.065 bc	2.237 a	0.261 a
J ₂	1.069 bc	2.201 a	0.194 ab
K ₂	1.089 b	2.343 a	0.170 ab
L ₂	1.096 b	2.350 a	0.259 a
M ₂	1.065 b	2.290 a	0.121 ab
N ₂	1.091 b	2.240 a	0.127 ab
O ₂	1.101 ab	2.271 a	0.113 ab
P ₂	1.002 c	2.292 a	0.164 ab

表4 小麦品种、叶面肥种类与喷施次数方差分析

因变量	来源	平方和	自由度	均方	F值	P值
穗粒数	小麦品种	1.178 2	1	1.178 2	0.973 2	0.331 3
	叶面肥种类	14.215 8	5	2.843 2	2.348 5	0.063 4
	喷施次数	0.551 7	2	0.275 8	0.227 8	0.797 5
	小麦品种 × 叶面肥种类	14.631 2	5	2.926 2	2.417 1	0.057 4
	小麦品种 × 喷施次数	0.451 7	2	0.225 8	0.186 5	0.830 7
	叶面肥种类 × 喷施次数	5.400 7	8	0.675 1	0.557 6	0.804 0
	小麦品种 × 叶面肥种类 × 喷施次数	4.916 0	8	0.614 5	0.507 6	0.841 5
	误差	38.740 0	32	1.210 6		
	总变异	154.124 4	63			
千粒质量	小麦品种	2.221 9	1	2.221 9	2.342 8	0.135 7
	叶面肥种类	7.324 0	5	1.464 8	1.544 5	0.204 0
	喷施次数	9.591 0	2	4.795 5	5.056 5	0.012 4
	小麦品种 × 叶面肥种类	1.849 8	5	0.370 0	0.390 1	0.851 9
	小麦品种 × 喷施次数	1.213 0	2	0.606 5	0.639 5	0.534 2
	叶面肥种类 × 喷施次数	7.329 4	8	0.916 2	0.966 0	0.479 2
	小麦品种 × 叶面肥种类 × 喷施次数	1.365 6	8	0.170 7	0.180 0	0.992 1
	误差	30.348 3	32	0.948 4		
	总变异	302.273 7	63			
产量	小麦品种	195 257.891 1	1	195 257.891 1	7.754 7	0.008 9
	叶面肥种类	280 817.046 2	5	56 163.409 2	2.230 5	0.075 3
	喷施次数	120 055.871 7	2	60 027.935 8	2.384 0	0.108 4
	小麦品种 × 叶面肥种类	293 945.225 7	5	58 789.045 1	2.334 8	0.064 7
	小麦品种 × 喷施次数	6 211.005 0	2	3 105.502 5	0.123 3	0.884 4
	叶面肥种类 × 喷施次数	94 805.745 3	8	11 850.718 2	0.470 7	0.867 6
	小麦品种 × 叶面肥种类 × 喷施次数	79 251.564 0	8	9 906.445 5	0.393 4	0.916 0
	误差	805 740.490 0	32	25 179.390 3		
	总变异	15 032 078.190 0	63			

表5 不同处理小麦产量及产量构成情况

处理	穗数/(万个/hm ²)	穗粒数/(粒/穗)	千粒质量/g	小区产量/(kg/hm ²)	增产率/%
A ₁	438.0	36.4 a	49.40 ab	7 482.1 bc	1.56
B ₁	432.0	37.9 a	50.60 ab	7 870.4 abc	6.83
C ₁	430.5	36.8 a	51.94 a	7 821.0 abc	6.16
D ₁	430.5	37.3 a	50.62 ab	7 713.5 abc	4.70
E ₁	429.0	38.6 a	51.25 ab	8 062.4 a	9.44
F ₁	429.0	37.9 a	51.90 a	8 016.5 ab	8.81
G ₁	432.2	38.1 a	50.84 ab	7 959.8 ab	8.05
H ₁	439.5	38.3 a	50.88 ab	8 139.7 a	10.49
I ₁	440.2	38.2 a	51.63 a	8 243.1 a	11.89
J ₁	438.0	36.8 a	50.49 ab	7 731.3 abc	4.94
K ₁	440.2	36.9 a	50.95 ab	7 860.2 abc	6.69
L ₁	428.2	37.6 a	51.89 a	7 931.0 ab	7.65
M ₁	433.5	37.6 a	49.93 ab	7 723.8 abc	4.84
N ₁	442.5	38.1 a	49.98 ab	7 997.1 ab	8.55
O ₁	433.5	39.5 a	49.98 ab	8 130.3 a	10.36
P ₁	435.0	36.5 a	48.81 b	7 367.1 c	
平均	434.5	37.7	50.69	7 878.1	
A ₂	436.2	35.5 bcde	45.89 b	6 747.0 efg	3.12
B ₂	436.5	35.9 bcde	47.42 ab	7 049.5 bcdef	7.75
C ₂	432.0	37.0 abcde	47.96 ab	7 282.6 abc	11.31
D ₂	438.0	34.9 cde	46.15 b	6 701.9 fg	2.43
E ₂	441.0	34.0 e	47.64 ab	6 794.3 defg	3.85
F ₂	433.5	34.5 de	48.11 ab	6 839.4 cdefg	4.54
G ₂	440.2	36.5 abcde	46.63 b	7 117.9 abcdef	8.79
H ₂	436.2	37.5 abed	46.70 b	7 257.3 abed	10.92
I ₂	435.0	37.0 abcde	47.64 ab	7 284.3 abc	11.34
J ₂	433.5	36.5 abcde	46.61 b	7 013.6 bcdefg	7.20
K ₂	438.0	36.0 bcde	47.93 ab	7 179.7 abcde	9.74
L ₂	427.5	36.3 abcde	49.57 a	7 307.8 abc	11.70
M ₂	436.5	37.9 abc	46.13 b	7 245.1 abed	10.74
N ₂	435.0	38.6 ab	46.26 b	7 377.4 ab	12.76
O ₂	432.0	39.5 a	46.39 b	7 528.8 a	15.07
P ₂	436.5	34.6 cde	45.60 b	6 542.6 g	
平均	435.5	36.4	47.04	7 079.3**	

注:**表示2个品种产量差异具有高度统计学意义。

2.5 经济效益

从表6可以看出,喷施不同的叶面肥对小麦经济效益具有一定的影响,喷施叶面肥能增加小麦的经济收益,喷施2、3次的小麦经济效益明显增加。扬麦30各处理与对照相比增加产量115.0~876.0 kg/hm²,实际收益增加284.5~2 182.8元/hm²,

增收作用最好的为处理I₁,即喷施“天赐宝”3次,增收2 182.8元/hm²;其次为处理H₁,即喷施“天赐宝”2次,增收1 983.3元/hm²;第3为处理O₁,即喷施“能利丰”3次,增收1 957.0元/hm²;增收最少的为处理A₁,即喷施“春科”磷酸二氢钾复配制剂1次,增收284.5元/hm²。镇麦18各处理与对照相比增加

产量 159.3 ~ 986.2 kg/hm², 实际收益增加 416.0 ~ 2 581.4 元 /hm², 增收作用最好的为处理 O₂, 即喷施“能利丰”3 次, 增收 2 581.4 元 /hm²; 其次为处理 N₂, 即喷施“能利丰”2 次, 增收 2 217.4 元 /hm²; 第 3 为

处理 C₂, 即喷施“春科”磷酸二氢钾复配制剂 3 次, 增收 1 959.5 元 /hm²; 增产最少的为处理 D₂, 即喷施“春泉八八三”含腐植酸水溶肥料 1 次, 增收 416.0 元 /hm²。

表 6 不同处理小麦的经济效益情况

处理	产量 / (kg/hm ²)	增产 / (kg/hm ²)	增加效益 / (元 /hm ²)	叶面肥成本 / (元 /hm ²)	实际增收 / (元 /hm ²)
A ₁	7 482.1	115.0	322.0	37.5	284.5
B ₁	7 870.4	503.3	1 409.2	75.0	1 334.2
C ₁	7 821.0	453.9	1 270.9	112.5	1 158.4
D ₁	7 713.5	346.4	969.9	30.0	939.9
E ₁	8 062.4	695.3	1 946.8	60.0	1 886.8
F ₁	8 016.5	649.4	1 818.3	90.0	1 728.3
G ₁	7 959.8	592.7	1 659.6	90.0	1 569.6
H ₁	8 139.7	772.6	2 163.3	180.0	1 983.3
I ₁	8 243.1	876.0	2 452.8	270.0	2 182.8
J ₁	7 731.3	364.2	1 019.8	90.0	929.8
K ₁	7 860.2	493.1	1 380.7	180.0	1 200.7
L ₁	7 931.0	563.9	1 578.9	270.0	1 308.9
M ₁	7 723.8	356.7	998.8	60.0	938.8
N ₁	7 997.1	630.0	1 764.0	120.0	1 644.0
O ₁	8 130.3	763.2	2 137.0	180.0	1 957.0
P ₁	7 367.1	—	—	—	—
A ₂	6 747.0	204.4	572.3	37.5	534.8
B ₂	7 049.5	506.9	1 419.3	75.0	1 344.3
C ₂	7 282.6	740.0	2 072.0	112.5	1 959.5
D ₂	6 701.9	159.3	446.0	30.0	416.0
E ₂	6 794.3	251.7	704.8	60.0	644.8
F ₂	6 839.4	296.8	831.0	90.0	741.0
G ₂	7 117.9	575.3	1 610.8	90.0	1 520.8
H ₂	7 257.3	714.7	2 001.2	180.0	1 821.2
I ₂	7 284.3	741.7	2 076.8	270.0	1 806.8
J ₂	7 013.6	471.0	1 318.8	90.0	1 228.8
K ₂	7 179.7	637.1	1 783.9	180.0	1 603.9
L ₂	7 307.8	765.2	2 142.6	270.0	1 872.6
M ₂	7 245.1	702.5	1 967.0	60.0	1 907.0
N ₂	7 377.4	834.8	2 337.4	120.0	2 217.4
O ₂	7 528.8	986.2	2 761.4	180.0	2 581.4
P ₂	6 542.6	—	—	—	—

注: 增加效益按照小麦单价 2.8 元 /kg 计算, 此处成本仅计算喷施叶面肥成本, 不计算肥料、地租等其他成本。

3 讨论与结论

叶粪灵等研究表明,小麦灌浆期喷施叶面肥可提高小麦千粒质量和产量^[7]。本研究结果与此一致,小麦灌浆期喷施“春科”磷酸二氢钾复配制剂等叶面肥,可以增加千粒质量和产量,喷施叶面肥后,扬麦30的千粒质量与对照相比增加了0.59~3.13 g,镇麦18的千粒质量与对照相比增加了0.29~3.97 g,扬麦30的产量与对照相比增加了115.0~876.0 kg/hm²,镇麦18的产量与对照相比增加了159.3~986.2 kg/hm²。

本研究通过对冬小麦喷施不同叶面肥,测定不同时期籽粒干质量和最终产量结构,分析其对小麦籽粒灌浆以及产量的影响。结果表明,喷施叶面肥可有效增加小麦的千粒质量,进而提高产量、增加小麦的种植效益,这与前人研究结果^[8]基本一致。对于增加千粒质量方面,喷施“春科”磷酸二氢钾复配制剂、“春泉八八三”含腐植酸水溶肥料、“天赐宝”和“春泉八八三”超浓缩活性有机物这4种叶面肥,随着喷施次数的增加,小麦千粒质量也增加,且在喷施这4种叶面肥2、3次后,其千粒质量明显提升,喷施“能利丰”3次之间千粒质量差异无统计学意义。对于增产增收方面,不同的品种喷施不同的叶面肥增产和增效程度不一致,对于扬麦30来说,喷施“天赐宝”增产增收效果最好,喷施“能利丰”增产增收效果次之;对于镇麦18来说,喷施“能利丰”增产增收效果最好,喷施“春科”磷酸二氢钾复配制剂增产增收效果次之,对2个品种而言,本试验扬麦30的小区产量极显著高于镇麦18的产量。

参考文献:

- [1] 解树斌,曹新有,刘建军,等. 高温与干热风对小麦的影响及其防控措施[J]. 山东农业科学,2013,45(3):126-131.
- [2] 周吉红,曹海军,朱青兰,等. 不同类型叶面肥在不同时期喷施对小麦产量的影响[J]. 作物杂志,2012(5):140-145.
- [3] 严桂江,严桂玲,陈明勤,等. 不同叶面肥在冬小麦上应用效

果研究[J]. 现代农业科技,2019(22):6,8.

- [4] 李云,黄斌,张先平,等. 不同时期喷施不同叶面肥对冬小麦产量及品质的影响[J]. 陕西农业科学,2018,64(2):55-58.
- [5] 陆海,孙敏,任爱霞,等. 喷施叶面肥对旱地小麦生长的影响及与产量的关系[J]. 作物杂志,2018(4):121-125.
- [6] 赵吉平,任杰成,郭鹏燕,等. 使用喷施叶面肥对小麦增产效果的影响[J]. 农业科技通讯,2020(5):78-81.
- [7] 陈冬梅,马永安,苏玉环,等. 不同落黄型小麦品种光合器官衰老及产量对花后高温的响应[J]. 麦类作物学报,2017,37(12):1596-1603.
- [8] 石慧清,龚月桦,张东武. 花后高温对持绿型小麦叶片衰老及籽粒淀粉合成相关酶的影响[J]. 植物生态学报,2011,35(7):769-778.
- [9] 鄧胜军,李如意,魏凤珍,等. 花后不同时期高温处理和行距对不同品种小麦旗叶光合特性的影响[J]. 安徽农业大学学报,2008,35(3):340-345.
- [10] 张英华,杨佑明,曹莲,等. 灌浆期高温对小麦旗叶与非叶器官光合和抗氧化酶活性的影响[J]. 作物学报,2015,41(1):136-144.
- [11] 刘银萍,阮赞誉. 不同植物生长调节剂与叶面肥组合对冬小麦的影响研究[J]. 安徽农学通报,2024,30(11):19-23.
- [12] 李小明,龙惊惊,周悦,等. 叶面肥的应用及研究进展[J]. 安徽农业科学,2017,45(3):127-130.
- [13] 孔德真,桑伟,徐红军,等. 喷洒叶面肥对春小麦黑胚、产量和品质的影响[J]. 中国农学通报,2023,39(33):14-18.
- [14] 薛志伟,杨春玲,董军红,等. 植物生长调节剂对小麦群体性状和产量的影响[J]. 山西农业科学,2018,46(10):1634-1636,1684.
- [15] 张义,刘云利,刘子森,等. 植物生长调节剂的研究及应用进展[J]. 水生生物学报,2021,45(3):700-708.
- [16] 陆佩玲,陈京都,唐建鹏,等. 植物生长调节剂在小麦上的应用研究进展[J]. 大麦与谷类科学,2023,40(1):1-7.
- [17] 叶粪灵,蒋勇,黄永斌,等. 几种叶面肥对小麦的效应[J]. 大麦与谷类科学,2014(4):44-46.
- [18] 王冰,王玉梅,王永刚,等. 不同叶面肥对小麦千粒重和产量的影响比较试验[J]. 农业科技通讯,2020(4):31-33.

(下转第59页)

卞庆中. 扬农粳 3426 的选育及其配套栽培技术[J/OL]. 大麦与谷类科学, 2026, 43(1): 52-55 (2026-02-09). <https://doi.org/10.14069/j.cnki.32-1769/s.2026.01.009>.

扬农粳 3426 的选育及其配套栽培技术

卞庆中

(扬州市扬子江种业有限公司, 江苏 扬州 234000)

摘要:扬农粳 3426 属于常规早熟晚粳稻, 株高适中, 株型半紧凑, 群体整齐度好, 抗倒性强, 后期秆青籽黄转色好。该品种于 2023 年通过江苏省农作物品种审定, 审定编号为苏审稻 20230018。区域试验结果表明, 扬农粳 3426 全生育期 155.5 d, 比对照武运粳 23 早熟 2.5 d; 株高 100.8 cm, 有效穗数 21.1 万个/667 m², 平均每穗总粒数为 127.1 粒, 结实率高达 94.4%, 千粒质量 30.3 g; 中感稻瘟病、白叶枯病、条纹叶枯病, 感纹枯病。该品种稻米品质符合 NY/T 593—2021《食用稻品种品质》优质 3 级标准。本文详细介绍了扬农粳 3426 的育种历程、主要性状特征及关键栽培管理技术, 为该品种的进一步推广应用提供科学依据。

关键词:扬农粳 3426; 选育; 优质稻米; 栽培技术

中图分类号: S511.2+2

文献标志码: B

文章编号: 1673-6486-20250082

江苏是全国第二大粳稻主产区, 常年种植面积在 220 万 hm² 以上, 总产 2 000 万 t 左右, 单产近 9.0 t/hm², 在保障江苏乃至全国的粮食安全方面发挥着至关重要的作用^[1-2]。然而, 近年来水稻生产面临成本不断攀升、普通稻米市场价格长期处于低位等挑战。与此同时, 市场对优质大米的需求日益增长, 其与普通大米的价差逐渐拉大^[3]。因此, 选育与推广优质水稻品种, 对于提升产业效益、满足市场需求具有重要意义^[4-5]。

扬农粳 3426 是由扬州市扬子江种业有限公司与扬州大学合作选育的优质高产常规早熟晚粳稻品种, 其母本为中间材料 10-611(组合: 武运粳 23/连粳 6 号)、父本为中间材料 10-18(组合: 淮稻 5 号/武陵粳 1 号), 在 2019—2020 年, 该品种参加了江苏省早熟晚粳区域试验, 并于 2022 年进入生产试验阶段。该品种田间种植表现为分蘖性强、穗层整齐、穗粒结构协调, 其抗倒性强、灌浆较快、后期熟相好, 综合抗性好; 稻米品质符合 NY/T 593—2021《食用稻品种品质》优质 3 级标准, 适宜在江苏省沿江及苏南地区种植。为全面评估扬农粳 3426 的推广应用价值, 本文根据 2019—2022 年的品种试验结果, 系统阐述了扬农粳 3426 的农艺性状、产量表

现、品质特征、抗病性及配套栽培技术, 旨在为其大面积生产应用提供参考与实践指导。

1 扬农粳 3426 选育过程

扬农粳 3426 于 2011 年利用中间材料 10-611(组合: 武运粳 23/连粳 6 号)为母本、中间材料 10-18(组合: 淮稻 5 号/武陵粳 1 号)为父本, 经过人工杂交与系谱法选育而成, 具体育种过程见表 1。

2 扬农粳 3426 主要特征特性

2.1 主要农艺性状

扬农粳 3426 具备良好的综合表现, 全生育期为 155.5 d, 比对照武运粳 23 早 2.5 d 左右, 属常规粳稻品种。2019—2020 年江苏省早熟晚粳组区域试验结果(平均值): 扬农粳 3426 株高 100.8 cm, 有效穗数 21.1 万个/667 m², 每穗总粒数 127.1 粒, 结实率 94.4%, 千粒质量 30.3 g, 田间主要农艺性状及各项考种指标均表现良好。

2.2 产量表现

通过 2 年区域试验和 1 年生产试验(表 2), 扬农粳 3426 均表现出较高的产量潜力。在 2019 年江苏省早熟晚粳组区域试验中, 扬农粳 3426 的平均产量为 767.21 kg/667 m², 比对照品种武运粳 23 增产 4.70%; 2020 年区域试验平均产量 687.74 kg/667 m², 比对照品种武运粳 23 增产 4.89%, 增产效果达到显

收稿日期: 2025-08-20; 修回日期: 2026-02-05。

基金项目: 2024 年市级计划 - 现代农业(YZ2024045)。

作者简介: 卞庆中(1973—), 男, 农艺师, 主要从事水稻小麦育种研究。Email: 13773450780@163.com。

著水平;2年区域试验中,扬农粳 3426 仅在 2019 年南京区域试验中相比对照产量略低,在其余各试点两年产量均较对照高。2022 年生产试验,扬农粳

3426 在各试点产量均较对照高,平均产量 685.22 kg/667 m²,比对照武运粳 23 增产 5.23%,增产表现显著。

表 1 扬农粳 3426 选育过程

时间 / 季节	地点	世代	说明
2011 年 / 夏	扬州	F ₀	温烫去雄配制杂交组合:10-611(武运粳 23 / 连粳 6 号) × 10-18(淮稻 5 号 / 武陵粳 1 号),获 F ₀ 种子 12 粒
2012 年 / 春	海南	F ₁	单本移栽,自交结实,剔除假株后混收种子 140 g
2012 年 / 夏	扬州	F ₂	种植 1 000 多株,选取 28 株
2013 年 / 春	海南	F ₃	种植 1 000 多株,选取 28 株
2013 年 / 夏	扬州	F ₄	种植 1 000 多株,选取 28 株
2014 年 / 春	海南	F ₅	种植 1 000 多株,选取 28 株
2014 年 / 夏	扬州	F ₆	种植 1 000 多株,选取 28 株
2015 年 / 春	海南	F ₇	种植 26 个株系,选留 20 株
2015 年 / 夏	扬州	F ₈	种植 20 个株系,4 个优系分别混收
2016—2017 年	扬州	F ₉	每株系单本移栽 6 行,每行 10 株,株系“3426”表现熟期适中、综合性状好、稳定一致,定名“扬农 17-3426”,混收种子 300 g
2018 年	江苏		参加江苏省早熟晚粳预备试验
2019—2020 年	江苏		参加江苏省早熟晚粳组区域试验
2022 年	江苏		参加江苏省早熟晚粳组生产试验
2023 年			通过江苏省主要农作物品种审定委员会审定,审定编号为苏审稻 20230018

表 2 扬农粳 3426 产量表现

承试地点	2019 年区域试验		2020 年区域试验		2022 年生产试验	
	产量 / (kg/667 m ²)	较 CK 增 / %	产量 / (kg/667 m ²)	较 CK 增 / %	产量 / (kg/667 m ²)	较 CK 增 / %
南京市	640.09	-1.09	680.99	3.66	642.32	3.85
苏州市	807.16	3.39	692.83	3.07	—	—
常州市	812.60	3.09	689.79	5.85	670.20	1.79
镇江市	693.98	4.31	667.55	6.32	—	—
张家港市	805.56	13.62	722.65	6.29	668.84	2.92
泰州市	732.20	5.07	738.46	7.66	696.90	7.40
苏州市	869.95	5.57	699.47	2.82	702.20	8.06
常熟市	803.50	3.44	654.51	4.05	703.20	8.00
南通市	763.76	2.54	684.44	3.77	712.90	4.60
扬州市	743.30	6.95	646.67	5.43	—	—
平均	767.21	4.70	687.74*	4.89	685.22*	5.23

注:对照(CK)品种为武运粳 23。统计分析采用 Student *t*-test,“*”表示 $P < 0.05$ 。

2.3 抗性指标

江苏省农业科学院植物保护研究所的田间接种鉴定试验结果见表3。2021年,扬农粳3426稻瘟病平均综合抗性指数为5,穗颈瘟损失率最高为5级,抗性评价为中感(MS),对纹枯病表现为感病(S),对条纹叶枯病抗病等级为5级,对白叶枯病抗病等级为5级,表现为中感(MS)。2022年鉴定试验表明,稻瘟病平均综合抗性指数为2,穗颈瘟损失率最高为1级,抗性评价为抗病(R),对纹枯病表现为感病(S),对条纹叶枯病抗病等级为3级,对白叶枯病抗病等级为5,表现为中感(MS)。

2.4 稻米品质

扬农粳3426米粒透明度、光泽度好,米质鉴定最

高达农业行业标准NY/T 593—2002《食用稻品种品质》优3标准。其2年检测结果如表4所示:2019年,扬农粳3426出糙率83.6%,整精米率71.2%,长宽比为1.9,垩白率19%,垩白度5.0%,直链淀粉质量分数为15.5%,胶稠度为72mm,食味分54分,总体达到优3标准。2020年,扬农粳3426出糙率84.0%,整精米率70.3%,长宽比为1.8,垩白率40%,垩白度10.2%,直链淀粉质量分数为14.8%,胶稠度为65mm,碱消值为7级,食味分63分,总体达到普通标准。2020年可能由于气候原因,雨水偏多,另外由于疫情期间,田间管理不到位导致稻米的品质普遍不如2019年。

表3 扬农粳3426抗性表现

年份	稻瘟病			纹枯病	条纹叶枯病	白叶枯病	
	综合指数	穗颈瘟损失率最高级/级	抗性评价	抗性水平	抗病等级/级	抗病等级/级	抗性水平
2021	5	5	MS	S	5	5	MS
2022	2	1	R	S	3	5	MS

注:稻瘟病的抗性等级标准:1级(高抗),病斑面积<1%;3级(抗病),病斑面积1%~5%;5级(中抗),病斑面积6%~25%;7级(感病),病斑面积26%~50%;9级(高感),病斑面积>50%。纹枯病通过测量病菌侵染茎秆的最高位置相对植株高度的比例划分抗感性:高抗(HR),病斑局限于茎秆基部,病斑最高点≤植株高度的5%;抗病(R),病斑最高点≤植株高度的25%;中抗(MR),病斑扩展至植株高度的26%~50%;感病(S),病斑扩展至植株高度的51%~75%;高感(HS),病斑扩展>植株高度的75%,甚至顶叶受害。条纹叶枯病抗性等级标准:0级免疫,无任何症状,检测无病毒;1级高抗(HR),心叶轻微褪绿或出现零星黄点,无条纹,植株生长正常;3级抗病(R),心叶出现断续黄白色条纹,但未扩展至全叶,植株略矮化;5级中抗(MR),叶片出现连续黄白色条纹,扩散至中上部叶片,植株轻度矮化;7级感病(S),全株多数叶片有条纹,部分叶片枯黄,植株明显矮化、穗小;9级高感(HS),全株严重条纹化,叶片枯死,植株早衰甚至枯死,穗部畸形或绝收。白叶枯病抗性等级标准:高抗(HR),病情指数≤10;抗病(R),10<病情指数≤20;中抗(MR),20<病情指数≤40;感病(S),40<病情指数≤60;高感(HS),病情指数>60。

表4 扬农粳3426品质表现

年份	部标等级	出糙率/ %	整精米率/ %	长宽比	垩白率/ %	垩白度/ %	直链淀粉 质量分数/%	胶稠度/ mm	碱消值/ 级	食味分
2019	优3	83.6	71.2	1.9	19	5.0	15.5	72	—	54
2020	普通	84.0	70.3	1.8	40	10.2	14.8	65	7	63

注:“—”为2019年未检测到数值。

3 扬农粳3426栽培技术要点

3.1 播种及育秧管理

扬农粳3426在江苏省沿江及苏南地区一般5月中、下旬播种。播种量因不同的播种方式略有差异。采用湿润育秧时,用种量应控制在25~30kg/667m²,旱育秧秧田用种量30~40kg/667m²,折算大田用种量3.0~3.5kg/667m²。秧田管理方面需充足的基肥,并

在秧苗1叶1心期补施“断奶肥”,于移栽前3~5d追施“送嫁肥”^[6]。

3.2 移栽及栽培密度管理

在移栽时,需要合理密植,并根据育苗和移栽方式来确定扬农粳3426的移栽秧龄。人工移栽的适宜行距为20.0~26.7cm,株距为10.0~13.3cm,栽插密度约2.0万穴/667m²,基本苗数6万~8万株/667m²;机插秧密度以1.8万~2.0万穴/667m²为宜,每穴

3~4株,做到浅插、均匀栽插^[7]。

3.3 田间管理

推荐总施氮量(折合纯氮)为18~20 kg/667 m²,其中基肥占总量的60%~70%,穗粒肥占总量的30%~40%。注意氮、磷、钾肥配施,磷肥宜全部作基肥,钾肥可按基肥60%、拔节肥40%的比例施用。适时进行搁田控制无效分蘖,将成穗数控制在20万~23万个/667 m²,并于收获前约7 d断水。水浆管理上,前期宜采用寸水活棵、薄水分蘖的方式,孕穗期及抽穗扬花期保持浅水层,后期则采用干湿交替的灌溉模式^[8]。

3.4 综合防治病虫害

播种前应采用药剂浸种,预防恶苗病、干尖线虫病等种传病虫害。秧田期重点防治杂草,并注意防治灰飞虱、稻蓟马等害虫。大田前期应做好杂草封闭处理,中后期需重点综合防治纹枯病、稻瘟病等真菌性病害,同时加强对螟虫、稻飞虱等虫害及杂草的防治^[9]。

4 结语

扬农粳3426是具有显著优势的早熟晚粳稻新品种,2021—2022年分别在江苏省沿江及苏南地区(邗江、京口、丹阳、句容、溧阳、江阴、通州、武进、常熟等)进行新品种示范种植。示范过程中,扬农粳3426展现穗粒结构协调、灌浆转色快、结实性好等

特点,反映出较高的产量潜力。其中,2022年在镇江市京口区新民洲基地示范种植1.3 hm²,扬农粳3426实收产量达到735.8 kg/667 m²。在实际推广应用,配套相应的高产栽培技术,可以充分挖掘该品种的增产潜力。

参考文献:

- [1] 王才林. 江苏省优良食味粳稻品种培育的发展与启示[J]. 中国稻米,2022,28(5):82-91,106.
- [2] 花劲,周年兵,张洪程,等. 南方粳稻生产与发展研究及对策[J]. 中国稻米,2014,20(1):5-11.
- [3] 范德佳,陈士强,何震天,等. 优质粳稻新品种扬辐粳7088的选育[J]. 中国种业,2023(12):151-153.
- [4] 张亿,朱虹,李明友,等. 敲除 *Bsr-d1* 和 *Pi21* 基因改良优良食味粳稻南粳9108的稻瘟病抗性研究[J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版),2024,45(5):1-11.
- [5] 陈宗祥,冯志明,张亚芳,等. 分子标记辅助选择育成抗稻瘟病粳稻新品种扬农粳3091[J]. 中国稻米,2022,28(6):107-109.
- [6] 代金英,张桂云,刘凯,等. 迟熟中粳稻中科盐3号的选育及应用[J]. 大麦与谷类科学,2020,37(6):55-57.
- [7] 王才林,张亚东,赵春芳,等. 江苏省优良食味粳稻的遗传与育种研究[J]. 遗传,2021,43(5):442-458.
- [8] 朱凤,程金金,张国,等. 江苏水稻生产全程简约化绿色防控策略研究与应用[J]. 中国植保导刊,2021,41(1):94-101.
- [9] 李丰三. 绿色水稻科学施肥技术措施[J]. 农业开发与装备,2019(7):203,226.

Breeding of Yangnonggeng 3426 and Its Supporting Cultivation Techniques

Bian Qingzhong

(Yangzhou Yangzjiang Seed Industry Co., Ltd., Yangzhou 234000, China)

Abstract: Yangnonggeng 3426 is a conventional early-maturing late geng (*japonica*) rice variety characterized by moderate plant height, semi-compact plant architecture, uniform population, strong lodging resistance, and favorable senescence with green stems and yellow grains at maturity. This variety was approved for commercial release in Jiangsu Province in 2023 (Approval Number: Sushendao 20230018). Regional trial results demonstrated that Yangnonggeng 3426 had a total growth period of 155.5 days, which was 2.5 days shorter than that of the control variety Wuyungeng 23. The variety had the characteristics of an average height of 100.8 cm, approximately 211 000 panicles per 667 m², average grains per panicle of 127.1, a seed-setting rate of 94.4% and a 1 000-grain weight of 30.3 g. The variety showed moderate susceptibility to rice blast, bacterial leaf blight, and rice stripe virus disease, and was susceptible to sheath blight. The rice quality met the Grade 3 standard of the Cooking Rice Variety Quality (NY/T 593-2021). This paper introduces the breeding process, main agronomic traits, and key cultivation techniques of Yangnonggeng 3426, aiming to provide a scientific basis for its further promotion and application.

Key Words: Yangnonggeng 3426; Breeding; High-quality rice; Cultivation techniques

包奇军,柳小宁,赵 锋,等. 黑色、粮饲兼用青稞新品种陇青 4 号选育及栽培技术[J/OL]. 大麦与谷类科学,2026,43(1):56–59 (2026-01-29). <https://doi.org/10.14069/j.cnki.32-1769/s.2026.01.010>.

黑色、粮饲兼用青稞新品种陇青 4 号选育及栽培技术

包奇军¹,柳小宁¹,赵 锋¹,张华瑜¹,潘永东¹,郭刚刚²,汪军成³,孟亚雄³,王春超²,孙 晶²

(1. 甘肃省农业科学院经济作物与啤酒原料研究所,甘肃 兰州 730070;2. 中国农业科学院作物研究所,北京 10081;

3. 甘肃农业大学,甘肃 兰州 730070)

摘要: 陇青 4 号由甘肃省农业科学院经济作物与啤酒原料研究所联合中国农业科学院、甘肃农业大学以甘垦 5 号为母本、甘垦 5 号 × ZDM8082 杂交后代为父本,经南繁选育而成的优质、高产、黑色、粮饲兼用青稞新品种,2023 年通过国家非主要农作物品种登记登记编号:GPD 大麦(青稞)(2023)620035],2025 年获植物新品种权(CNA20211007791)。该品种生育期 115 d,株高 78.9 cm,穗长 6.5 cm,穗粒数 42.4 粒/穗,籽粒粗蛋白含量(质量分数,下同)10.55%、脂肪含量 2.20%、粗纤维含量 2.08%、支链淀粉含量 45.36%、总淀粉含量 55.56%、β-葡聚糖含量 4.94%、赖氨酸含量 0.89%;在全省多点试验平均产量 4 553.90 kg/hm²,适宜在甘肃青稞产区种植。

关键词: 青稞; 优质; 高产; 陇青 4 号; 甘肃

中图分类号: S512.3

文献标志码: B

文章编号: 1673-6486-20250087

大麦是世界上最古老的禾谷类作物,其广泛分布在除南极洲以外的六大洲,裸大麦在我国青藏高原称为青稞。青稞又称为裸大麦、元麦、米麦,在我国主要分布在西藏、青海、四川(甘孜州和阿坝州)、云南(迪庆)、甘肃(甘南、天祝藏族自治县、山丹军马场)等高海拔地区^[1-3],种植地域的不可取代性使其成为当地优势特色农作物,它不但是广大藏族人民的主要食粮,也是当地主要的酿酒原料和牲畜的优质饲料,产量的高低直接影响当地农牧民群众的生活水平。青稞是一种极具营养和食疗价值的谷物,具有“三高两低”(蛋白质含量、纤维素含量、维生素含量高,脂肪含量、糖含量低)的特点^[4],还富含 β-葡聚糖、阿拉伯木聚糖、酚类物质、植物甾醇等多种有效成分及多种有益人体健康的矿物质元素,随着青稞加工业不断增加,青稞的消费需求增长迅速,对青稞产量和质量需求迅速增加,现有的青稞生产无法满足市场的需求,急需加强对青稞现有品种更新,以保障青稞产业的健康发展。黑色、粮饲兼用青稞新品种陇青 4 号成功选育对保障青稞产业、藏区经济发展和社会稳定具有十分重要的意义^[5]。

1 陇青 4 号品种来源

陇青 4 号(原系号 1747-7)由甘肃省农业科学院经济作物与啤酒原料研究所与中国农业科学院、甘肃农业大学联合选育的黑色、粮饲兼用青稞新品种。

2 陇青 4 号选育经过

2017 年以甘垦 5 号为母本,甘垦 5 号 × ZDM8082 杂交后代为父本杂交,2017—2019 年通过南繁加代。2020 年进行品系鉴定试验和品系抗旱鉴定试验,2021—2022 年参加甘肃省多点试验,同时进行甘肃省生产对比试验和生产示范。2023 年陇青 4 号通过国家非主要农作物品种登记[编号:GPD 大麦(青稞)(2023)620035],2025 年获植物新品种权(CNA20211007791)。其选育程序如图 1 所示。

3 陇青 4 号主要特征

3.1 植物学特征

陇青 4 号,多棱、粮饲兼用黑色青稞,春性,生育期 115 d,属中早熟品种;幼苗半匍匐,叶色绿,株高 78.9 cm,穗长 6.5 cm,穗粒数 42.4 粒/穗,千粒质量 30.8 g;一般密度条件下,成穗数 495 万个/hm²,单株有效分蘖 2.2 个,茎秆黄色、粗壮,基部节间较长,弹

收稿日期:2025-09-02;修回日期:2025-12-29。

基金项目:国家大麦青稞产业体系(CARS-05-01A-03);科技成果转化引导专项(25ZDCG001);科技重大专项(25ZDNA002);科技特派员专项(22CX8NA037)。

作者简介:包奇军(1978—),男,硕士,研究员,主要从事大麦遗传育种及种子扩繁与生产技术研究。Email: baoqijun78@163.com。

性较好,抽穗时株型松紧中等,穗全抽出,闭颖授粉;灌浆后期茎弯曲,穗层整齐,长芒,黄色锯齿,粒色黑色,籽粒椭圆形、饱满、粉质;较抗倒伏,高抗条纹病,中抗根腐病。



图1 陇青4号选育程序

3.2 食用品质

根据甘肃省农业科学院西北啤酒大麦及麦芽品质检测实验室检测结果,陇青4号粗蛋白含量(质量分数,下同)10.55%,脂肪含量2.20%,粗纤维含量2.08%,支链淀粉含量45.36%,总淀粉含量55.56%,β-葡聚糖含量4.94%,赖氨酸含量0.89%。

3.3 抗病抗逆性

陇青4号平均株高85 cm,基部节间较长,穗茎节较长,茎秆弹性较好,较抗倒伏,高抗条纹病,中抗根腐病。

4 陇青4号产量结果

4.1 甘肃省青稞多点试验

2021—2022年在甘肃省青稞多点试验结果见表1。陇青4号在山丹军马场平均产量2666.78 kg/hm², 比对照甘青4号增产8.1%;在安定区平均产量为2500.13 kg/hm²,较对照甘青4号增产1.3%;在凉州区平均产量为6805.35 kg/hm²,较对照甘青4号减产4.5%;山丹县平均产量为6158.63 kg/hm²,较对照甘青4号增产8.0%;在天祝县平均产量为4638.60 kg/hm²,较对照甘青4号增产1.6%。陇青4号在2年10点次的多点试验平均产量为4553.90 kg/hm²,较对照增产2.0%。

4.2 甘肃省生产对比试验和示范

2022年陇青4号在山丹军马场、山丹县、天祝县、凉州区、安定区进行生产对比试验,以甘青4号为对照品种(表2)。2022年生产对比试验中,陇青4号在2点次中较对照品种增产,增产幅度在2.1%~10.8%,1点次平产,2点次较对照减产,减产幅度为1.2%~5.0%,平均折合产量4326.36 kg/hm²,较对照增产0.9%。

表1 陇青4号在甘肃省青稞多点试验中的产量表现

试验点	年份	产量/(kg/hm ²)		较对照增产/%
		陇青4号	甘青4号(对照)	
军马场(山丹)	2021	2766.75	2900.10	-4.6
	2022	2566.80	2033.40	26.2
安定区	2021	2066.70	2100.15	-1.6
	2022	2933.55	2833.50	3.5
凉州区	2021	6810.30	6783.60	0.4
	2022	6800.40	7467.00	-8.9
山丹县	2021	6020.25	5706.90	5.5
	2022	6297.00	5700.30	10.5
天祝县	2021	4890.30	4810.20	1.7
	2022	4386.90	4323.60	1.5
平均		4553.90	4465.88	2.0

表2 陇青4号在生产对比试验中的产量表现

试验地点	产量/(kg/hm ²)		较对照增产/%
	陇青4号	甘青4号(对照)	
军马场(山丹)	2 122.35	2 234.55	-5.0
山丹县	5 475.90	5 475.90	0
凉州区	6 550.35	6 627.00	-1.2
天祝县	4 473.00	4 382.40	2.1
安定区	3 010.20	2 715.75	10.8
平均	4 326.36	4 287.12	0.9

5 陇青4号适应地区和推广前景

通过甘肃省区域试验及生产试验,结果表明陇青4号适宜在甘肃省青稞产区种植。该品种在不同的环境条件下均表现出产量水平高、增产潜力大、适应性广,是一个优质粮饲兼用型青稞新品种,具有广阔的推广前景。

6 陇青4号栽培技术

6.1 适期、早播

陇青4号适宜在海拔1 500~2 800 m种植,适宜播期为3月下旬至4月中旬。

6.2 播量

山旱地陇青4号适宜播种量为195~300 kg/hm²;水浇地陇青4号适宜播种量为262.5~337.5 kg/hm²。当土壤肥力较高、管理措施较好、土壤墒情充足的条件下,可取播量的中下限;在土壤瘠薄、水肥条件较差、土壤墒情欠佳的情况下,可取播量的上限。

6.3 科学施肥

山旱地施磷酸二铵225~300 kg/hm²、尿素150 kg/hm²;水浇地施磷酸二铵300~450 kg/hm²、尿素225 kg/hm²,N、P₂O₅的质量比以1:(0.9~1.1)为宜。

6.4 合理灌溉

在有条件的地区(如井灌区),可在2叶1心至

3叶1心时灌头水,最晚不应迟于分蘖初期,以促进分蘖,增加穗粒数和穗数。

6.5 种子处理

播前用0.1%“敌委丹”拌种和包衣处理,防治大麦条纹病和其他病害。

6.6 防杂除草

应在3叶1心期及时喷施苯磺隆(甲基三苯磺隆)、“爱秀”(唑啉草酯)防除田间杂草,保证品种的纯度和净度。

6.7 适时收获、充分晾晒

成熟后,选择晴朗天气及时收获,脱粒、晾晒,当籽粒含水量低于13%时精选、包装、入库。

参考文献:

- [1]包奇军,潘永东,郭刚刚,等. 优质、高产、广适粮草双高型二棱青稞新品种:陇青1号[J]. 大麦与谷类科学,2022,39(1):58-61.
- [2]汪军妹,巫小建,岳文浩,等. 裸大麦新品种:米麦09109[J]. 大麦与谷类科学,2020,37(4):58-60.
- [3]蔡明孝,俄日格力,韩建琪. 青海省青稞产业现状与发展对策[J]. 中国种业,2016(3):8-9.
- [4]杨万年,包奇军,赵锋,等. 施肥量对二棱青稞“陇青1号”产量及品质的影响[J]. 安徽农业科学,2024,52(5):170-172.
- [5]王国平,周喜荣,徐冬丽,等. 粮草兼用青稞新品种:甘青12号[J]. 大麦与谷类科学,2025,42(5):66-74.

Breeding and Cultivation Techniques of New Black Dual–Purpose Highland Barley Variety Longqing No.4

Bao Qijun¹, Liu Xiaoning¹, Zhao Feng¹, Zhang Huayu¹, Pan Yongdong¹, Guo Ganggang², Wang Juncheng³,
Meng Yaxiong³, Wang Chunchao², Sun Jing²

(1. Institute of Economic Crops and Malting Barley Material, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou 730070, China;
2. Institute of Crop Sciences, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China; 3. Gansu Agricultural University,
Lanzhou 730070, China)

Abstract: Longqing No.4 is a new high-quality, high-yield, black-hulled and dual-purpose variety of highland barley developed by Institute of Economic Crop and Malting Barley Material, Gansu Academy of Agricultural Science, in collaboration with Chinese Academy of Agricultural Sciences and Gansu Agricultural University with Ganken No.5 as the maternal parent and a hybrid progeny of Ganken No.5 × ZDM8082 as the paternal parent. In 2023, it passed the national non-major crop variety registration [Registration Number: GPD barley (highland barley) (2023) 620035]. In 2025, it obtained the new plant variety right (CNA20211007791). This variety has an approximate growth period of 115 days and an average plant height of 78.9 cm. The panicle length is about 6.5 cm and the number of grains per panicle is approximately 42.4. The grain has the following nutritional content (mass fraction): crude protein (10.55%), fat (2.20%), crude fibre (2.08%), amylopectin (45.36%), total starch (55.56%), β -glucan (4.94%) and lysine (0.89%). The average yield was 4 553.90 kg/hm² across multiple trial sites in the province. It is suitable for cultivation in highland barley production areas of Gansu.

Key Words: Highland barley; High quality; High yield; Longqing No.4; Gansu

(上接第 51 页)

Effects of New Foliar Fertilizers on Wheat Grain Filling and Yield Components

Zhao Yuanfeng, Zhai Fufeng, Pan Yan, Gu Minjing, Zhang Shihui

(Yizheng Agricultural Technology Comprehensive Service Center of Jiangsu Province, Yangzhou 211400, China)

Abstract: To analyze the variation patterns and effects of new foliar fertilizers on the growth and yield structure of wheat and provide a theoretical basis for the promotion and application of foliar fertilizers in wheat production in this region, by spraying different foliar fertilizers on winter wheat, the dry weight of grains and the final yield structure at different stages were measured, and the effects on grain filling and yield were analyzed. The results showed that spraying Chunke potassium dihydrogen phosphate compound preparation, Chunquan 883 humic acid water-soluble fertilizer, Tiancibao, and Chunquan 883 ultra-concentrated active organic matter could increase the thousand-grain weight of wheat. Moreover, the thousand-grain weight showed a clear increasing trend with the number of spraying applications. When these four types of foliar fertilizers were sprayed three times, the thousand-grain weight of Yangmai 30 reached 51.63 g to 51.94 g, and that of Zhenmai 18 reached 47.64 g to 49.57 g. When spraying “Nenglifeng” 1 to 3 times, the thousand-grain weight of Yangmai is 49.93 g to 49.98 g, and that of Zhenmai 18 is 46.13 g to 46.39 g. but there was little difference among the three applications. From the test results, it can be seen that when foliar fertilizers are sprayed on wheat 2-3 times after flowering, the thousand-grain weight significantly increases, and the yield and economic benefits also significantly improve. The plot yield of the Yangmai 30 is higher than that of Zhenmai 18, and the difference is highly statistically significant ($P < 0.01$).

Key Words: Wheat; Foliar fertilizer; Grain filling; Thousand-grain weight; Yield composition

朱莹,朱俊凯,曹金霞,等. 优良食味半糯粳稻新品种金粳稻 399 的选育及栽培技术[J/OL]. 大麦与谷类科学, 2026, 43(1):60–62,67 (2025–12–12). <https://doi.org/10.14069/j.cnki.32-1769/s.2026.01.011>.

优良食味半糯粳稻新品种金粳稻 399 的选育及栽培技术

朱莹,朱俊凯,曹金霞,朱艳港,张艳琼,季一鸣,丁睿,杨德祯,刘晓斌*

(江苏金土地种业有限公司,江苏扬州 225012)

摘要:金粳稻 399 是江苏金土地种业有限公司选育的优良食味半糯迟熟中粳稻新品种,于 2024 年通过江苏省审定,审定编号为苏审稻 20240050。母本为经 ^{60}Co 辐射诱变处理的淮稻 18 号,父本为半糯材料软玉 2 号。金粳稻 399 两年区域试验平均产量 10 395.0 kg/hm²,比对照淮稻 5 号增产 5.64%;整精米率 73.1%,胶稠度 85 mm,透明度 2 级,直链淀粉质量分数 11.6%,品质指标符合 DB32/T 4056—2021《优良食味半糯粳稻品质》标准。该品种产量潜力大、适应性广、稻米适口性好、综合抗性较强,适宜在江苏省苏中及宁镇扬丘陵等地区种植。

关键词:半糯;迟熟中粳;水稻;新品种

中图分类号:S511.2+2

文献标志码:B

文章编号:1673-6486-20250100

江苏是我国水稻主产省份之一,全省常年种植面积约 220 万 hm²,其中粳稻面积在 187 万 hm² 左右^[1]。21 世纪以来,江苏省粳稻育种的目标由高产、优质、多抗转变为优质、多抗、高产,“优质”已成为江苏省粳稻育种的首要目标^[2]。有研究显示,直链淀粉含量是影响食味值高低的重要指标,也是影响稻米食味品质的关键性状之一。支链淀粉含量较高,米饭表现为黏软、冷不回生、适口性好,外观油润、有光泽;反之,则米饭质地偏硬、黏性低、干燥蓬松、光泽差、冷饭容易回生、适口性差。低直链淀粉含量的稻米俗称软米,其直链淀粉质量分数在 5%~13%,是介于一般糯米和黏米之间的类型,故又称半糯米^[3]。低直链淀粉含量的半糯粳稻食味品质更佳。

1 金粳稻 399 选育过程

2014 年在海南以 ^{60}Co 辐射诱变淮稻 18 号的当代材料为母本、以引进的武进半糯材料软玉 2 号为父本进行杂交,2015 年在扬州种植 F₁,选择 4 株植株混收种子,后经连续系谱选择和鉴定,优系 17T-283(F₃)进入 2017 年产量比较试验,2018 年进

一步进行多点比较试验(18GT-332),2019 年继续多点测试,暂定名为金粳稻 9030。2020—2021 年,该品种先后两年参加江苏迟熟中粳(里下河所)科企联合体区域试验;2022 年完成生产试验;2024 年获江苏省审定通过,审定编号为苏审稻 20240050,正式定名为金粳稻 399。具体选育过程见表 1。

2 金粳稻 399 品种特征特性

2.1 农艺性状

金粳稻 399 株型较为紧凑,分蘖力强,叶姿挺;生长清秀,后期转色正常,穗型较大,穗层整齐,谷粒饱满,熟相好。2020、2021 年这 2 年区域试验平均结果:金粳稻 399 全生育期 153.9 d,比对照淮稻 5 号迟熟 0.9 d;株高 102.9 cm,有效穗数 331.5 万个/hm²,穗粒数 131.4 粒/穗,结实率 92.0%,千粒质量 27.6 g。

2.2 稻米品质

金粳稻 399 由试验主持单位统一抽样送检,2020 年经农业农村部食品质量监督检验测试中心(武汉)检测,该品种整精米率 73.1%,糙米率为 84.1%,长宽比 1.7,垩白度为 5.4%,垩白粒率 34.0%,碱消值 7.0 级,胶稠度为 85 mm,透明度 2 级,直链淀粉质量分数 11.6%,品质指标符合 DB32/T 4056—2021《优良食味半糯粳稻品质》标准^[4]。

2.3 产量表现

2020 年金粳稻 399 参加江苏迟熟中粳(里下河所)科企联合体区域试验,平均产量 10 267.5 kg/hm²,

收稿日期:2025-09-26;修回日期:2025-12-05。

基金项目:2025 年扬州市科技计划(现代农业)项目(YZ2025066)。

作者简介:朱莹(1990—),女,硕士,农艺师,主要从事稻麦新品种选育及试验示范。Email: jtdzyzy@126.com。

* 通信作者:刘晓斌(1972—),男,硕士,副研究员,主要从事作物栽培与遗传育种。Email: 693517921@qq.com。

比对照淮稻5号增产5.1%，参试组排名第4；2021年续试，平均产量10 522.5 kg/hm²，比对照淮稻5号增产6.2%，参试组排名第4；2年区域试验平均产量10 395.0 kg/hm²，比对照增产5.6%，达

极显著水平。2022年参加生产试验，金粳稻399平均产量10 284.0 kg/hm²，比对照淮稻5号增产5.7%，居参试组第3(表2、表3)。

表1 金粳稻399选育经过

育种时间	育种材料世代	育种过程
2014—2015(南繁)	淮稻18号物理诱变/软玉2号	海南配置杂交组合,收种子18粒
2015(正季)	F ₁	混收4株
2015—2016(南繁)	F ₂	南繁加代,系谱选择与鉴定
2016(正季)	F ₃	系谱选择与鉴定
2016—2017(南繁)	F ₄	南繁加代,系谱选择与鉴定
2017(正季)	F ₅ (17T-283)	产量比较试验
2018(正季)	18GT-332	多点比较试验、病害鉴定
2019(正季)	金粳稻9030	多点测试、命名为金粳稻9030
2020—2021	金粳稻9030	江苏迟熟中粳联合体(里下河所)区域试验
2022(正季)	金粳稻9030	江苏迟熟中粳联合体(里下河所)生产试验
2024-07	金粳稻399	通过江苏省审定,审定编号为苏审稻20240050

表2 金粳稻399区域试验、生产试验部分农艺性状表现及穗粒结构

参试组别	参试年份	品种	株高 / cm	生育期 / d	有效穗数 / (万个/hm ²)	穗粒数 / (粒/穗)	结实率 / %	千粒质量 / g	产量 / (kg/hm ²)
区域试验第1年	2020	金粳稻399	102.7	153.1	339.0	133.4	91.8	27.8	10 267.5
		淮稻5号(CK)	96.2	152.4	349.5	135.1	93.3	27.4	9 768.0
区域试验第2年	2021	金粳稻399	103.1	154.7	324.0	129.5	92.2	27.5	10 522.5
		淮稻5号(CK)	97.0	153.7	333.0	122.6	92.8	27.7	9 912.0
2年区域试验平均		金粳稻399	102.9	153.9	331.5	131.4	92.0	27.6	10 395.0
		淮稻5号(CK)	96.6	153.0	341.2	128.8	93.0	27.6	9 840.0
生产试验	2022	金粳稻399	97.9	155.2	364.5	139.1	90.6	26.8	10 284.0
		淮稻5号(CK)	95.5	154.2	364.5	133.4	93.4	27.5	9 726.0

表3 金粳稻399产量试验结果

参试年份	参试组别	平均产量 / (kg/hm ²)	较CK增 / %	位次	显著性
2020	区域试验1年	10 267.5	5.1	4	极显著
2021	区域试验2年	10 522.5	6.2	4	极显著
	2年平均	10 395.0	5.6		
2022	生产试验	10 284.0	5.7	3	极显著

2021、2022年金粳稻399分别在高邮、兴化、江都、邗江等地进行新品种展示示范,均表现出综合性状较强、穗粒结构协调、丰产稳产性好等优点。2023年该品种在江都区小纪镇示范种植0.4 hm²,实收产量11 086.8 kg/hm²,居所有示范品种第一。

2.4 抗性表现

由江苏省农业科学院植物保护研究所鉴定:金粳稻399对4个白叶枯病代表菌株KS6-6、浙173、PX097及JS49-6鉴定结果分别为5、3、5和3级(按9级制分级);稻瘟病苗期鉴定结果为5级,稻瘟病

综合指数4.5,感纹枯病。试验过程中金粳稻399纹枯病轻,未发生稻曲病,抗倒性较强。

3 金粳稻399高产栽培要点

3.1 适期播种,培育壮秧

俗话说“秧好半季稻”,培育壮秧是高产的基础。机插秧播种期一般在5月底至6月初,人工移栽田一般在5月中旬播种^[5]。湿润育秧净秧板播种量375~450 kg/hm²,早育秧净秧板播种量525~600 kg/hm²。塑盘育秧每盘120~130 g,大田用种量45~60 kg/hm²。叠盘暗化处理3 d后,移至秧田摆盘并上水,次日盖无纺布。要注意田间肥水管理,促进盘根结实,并根据螟虫、稻蓟马、稻飞虱等病虫害发生实际情况,喷1次送嫁药。

3.2 合理密植,适时移栽

构建高产群体的首要前提是基本苗适当,适宜的基本苗数量才能在保证高产所需有效穗数的基础上提高成穗率^[6]。长势旺盛、根系健硕的秧苗,适期栽种后才能迅速缓苗,叶片与分蘖同步生长。低位分蘖启动早、增长快,可为后期群体结构优化与高光效高产群体构建奠定良好基础。金粳稻399一般6月中下旬移栽,早育秧秧龄一般控制在25 d左右为宜,湿润育秧秧龄一般控制在30~35 d,栽插密度一般在30万穴/hm²,基本苗数90万~120万株/hm²;机插秧秧龄一般控制在18~20 d,栽插密度为27万穴/hm²,基本苗数90万~120万株/hm²。江苏苏中及宁镇扬丘陵等地区多为稻麦轮作区,前茬种植物为小麦的田块在水稻栽插前可均匀撒施45%复合肥500~600 kg/hm²,并耕翻深度18 cm以上。上水泡田3 d后平整大田,漫平后进行封闭化除,沉实2 d后薄水栽插。

3.3 科学肥水统筹

金粳稻399施肥宜采用“前攻、中控、后补”方式。全生育期施纯氮270~300 kg/hm²,氮、磷、钾按质量比2:1:1配施;基肥占六成,促早发;穗肥占四成,保大穗,在保证稳产的基础上,倒4叶期时施用穗肥有助于实现以南粳9108为代表的半糯型水稻产量与品质的协同提升^[7]。分蘖肥宜早施,在拔节期控氮肥防徒长,破口前重施保花肥壮粒。

水分管理实行“浅水插秧、寸水返青、薄水分蘖、适时晒田”。当群体茎蘖数达目标穗数80%时分次轻搁,此后干湿交替、强根壮秆,收获前7 d排干积水。强化以“灌、浅、湿、干”为主的高效节水灌溉

技术的普及推广,杜绝大水淹灌漫灌,既可以降低农业用水量,又可以减少农田退水所导致的排污量^[8]。

3.4 病虫害防治

防治措施采取预防为主、综合防治的基本方针,做到及时用药、针对性用药、有效用药,以减少病虫害造成的损害,确保高产稳产。农户可根据当地病虫害的实际发生情况,结合植保部门的病虫害预报,制定科学的防治措施。播种前用药剂浸种,可一并封杀恶苗病、干尖线虫等种源带病隐患;秧田至移栽初期重点盯防稻蓟马与灰飞虱;进入拔节孕穗期后,实行“纹枯病-螟虫-稻飞虱”等“三病三虫”统防统治,确保全程绿色控害。

4 金粳稻399应用前景

半糯水稻品种累计推广种植面积占江苏省水稻生产面积的近50%^[3]。金粳稻399作为最新审定选育的优良食味半糯迟熟中粳稻新品种,集高产、优质、多抗、广适于一体,可在苏中平原及宁镇扬丘陵区大面积应用。优良食味半糯粳稻凭借独特食味与综合农艺优势,在订单种植、稻米加工、酿酒、酿醋等方面具有较好的应用,有助于推动产业链的多元延伸,前景十分广阔。

参考文献:

- [1] 林 参,王兴龙,袁彩勇,等.迟熟中粳稻新品种淮稻18号的特性及高产栽培[J].安徽农业科学,2018,46(5):40-42,46.
- [2] 王才林.江苏省优良食味粳稻品种培育的发展与启示[J].中国稻米,2022,28(5):82-91,106.
- [3] 王才林,朱 镇,张亚东,等.江苏省粳稻品质改良的成就、问题与对策[J].江苏农业学报,2008,24(2):199-203.
- [4] 王才林,张亚东,朱 镇,等.优良食味半糯粳稻品质标准的研制与应用[J].江苏农业学报,2022,38(1):1-8.
- [5] 滕志英,陈素芳,乔红梅,等.高产优质多抗水稻新品种华粳11号的选育与高产栽培技术[J].农业科技通讯,2022(9):190-192.
- [6] 谢灿煌.水稻超高产栽培群体构建与调控技术[J].福建农业科技,2013,44(7):3-6.
- [7] 王睿智,李 涛,钱相玲,等.氮素穗肥对南方香粳稻南粳9108产量、品质和香气的影响[J].中国农业科学,2025,58(12):2316-2332.
- [8] 陈 雷,蔡雯雯,张来运,等.优质食味软米品种南粳5718的绿色丰产高效栽培技术[J].农业科技通讯,2025(3):178-180.

(下转第67页)

殷勇,张林,应恒,等. 高产、抗病、优质常规糯高粱新品种宜糯红 626 的选育及栽培技术[J/OL]. 大麦与谷类科学,2026,43(1):63–67 (2025–11–26). <https://doi.org/10.14069/j.cnki.32-1769/s.2026.01.012>.

高产、抗病、优质常规糯高粱新品种宜糯红 626 的选育及栽培技术

殷勇¹,张林¹,应恒¹,张德银¹,张英¹,王振朝¹,王雨婷¹,闻勇²,龚永昌³,屈义伟³,周俊辉^{1*}

(1. 宜宾市农业科学院,四川宜宾 644600;2. 宜宾市农业农村局,四川宜宾 644000;

3. 四川天安农业科技有限公司,四川宜宾 644200)

摘要:宜糯红 626 是宜宾市农业科学院以青壳洋高粱为母本、宜糯红 2 号为父本杂交选育的酿酒专用常规糯高粱新品种,登记编号为 GPD 高粱(2025)510003,具有支链淀粉含量高(占总淀粉 98.3%)、单宁含量适中(占干基 1.56%)、抗叶部病害(1 级)等特点。2022—2023 年多点试验中,该品种平均产量 383.26 kg/667 m²,较对照青壳洋高粱增产 3.81%。基于 DB51/T 1528—2019《四川糯红高粱绿色生产技术规程》,结合宜糯红 626 品种特性,系统阐述了其高产稳产、绿色高效的关键栽培技术,为该品种在四川平坝、丘陵及相似生态区大面积推广提供技术支撑。

关键词:糯高粱;宜糯红 626;栽培技术

中图分类号:S514

文献标志码:B

文章编号:1673-6486-20250107

高粱(*Sorghum bicolor* L.)是我国重要的粮饲兼用和酿酒原料作物,在保障粮食安全和促进特色产业发展中具有重要作用^[1]。四川作为我国白酒核心产区,白酒产量占全国 30%以上,对优质糯红高粱的年需求量超过 200 万 t^[2]。然而,白酒以传统高粱品种酿造虽然酒质优良,但传统原料品种普遍存在产量潜力不足、抗逆性差、病害发生较重等问题^[3-4],严重制约了高粱产业的可持续发展。随着市场导向和供给侧结构性改革政策的深入推进,酿酒企业对原料高粱提出了“高产、抗病、酿酒特性优”的更高要求^[5]。

近年来,国内外在高粱育种与栽培技术方面取得了显著进展。丁国祥等系统总结了杂交选育在提升高粱抗病性和产量方面的关键作用^[6];蒋力等对高粱品质性状与酿酒特性关系的研究表明,支链淀粉和单宁含量是影响白酒风味的关键指标^[7]。在

栽培技术方面,漂浮育苗、精准施肥和绿色防控等技术的集成应用,被证明能有效提高高粱的生产效率和生态效益^[8-10]。然而,新品种在实际推广中仍面临诸多挑战,如对特定农药敏感、配套技术不完善等,导致“好品种未实现好产量”的现象时有发生^[11-12]。

宜糯红 626 是宜宾市农业科学院针对上述产业需求,通过农业科技创新项目攻关育成的酿酒专用常规糯高粱新品种,于 2025 年通过四川省非主要农作物品种登记。该品种在保持优良酿酒品质的同时,具有产量潜力高、抗叶部病害能力强等特点,但其对除草剂和有机磷农药敏感,需配套相应的栽培管理措施。因此,系统研究并集成宜糯红 626 的高产栽培技术,对提升川酒原料供给能力、推动高粱产业转型升级、促进农民增收增收具有重要意义^[13-14]。

1 宜糯红 626 品种来源及选育经过

2014 年以青壳洋高粱为母本、宜糯红 2 号为父本作有性杂交,经多代选择定向培育,2018 年形成稳定品系,2020—2021 年在宜宾市农业科学院进行产量鉴定、品比试验,2022—2023 年参加四川省高粱区域试验,2025 年 3 月完成农业农村部非主要农作物品种登记,登记编号为 GPD 高粱(2025)510003。具体的选育过程见图 1。

收稿日期:2025-10-16;修回日期:2025-11-07。

基金项目:四川省“十四五”生物育种重大科技专项(2022ZDZX0016);宜宾市 2024 年度农业科技创新项目(2024NYCX001);宜宾市 2024 年度对外科技合作项目(2024NYHZ006);2024 年度宜宾市现代农业产业技术体系(酿酒专用粮)创新团队项目(2024NYTD017)。

作者简介:殷勇(1986—),男,硕士,副研究员,主要从事高粱育种与栽培技术研究。Email:yyong0325@163.com。

* 通信作者:周俊辉(1967—),女,研究员,主要从事高粱育种与栽培技术研究。Email:ybjzh2009@163.com。

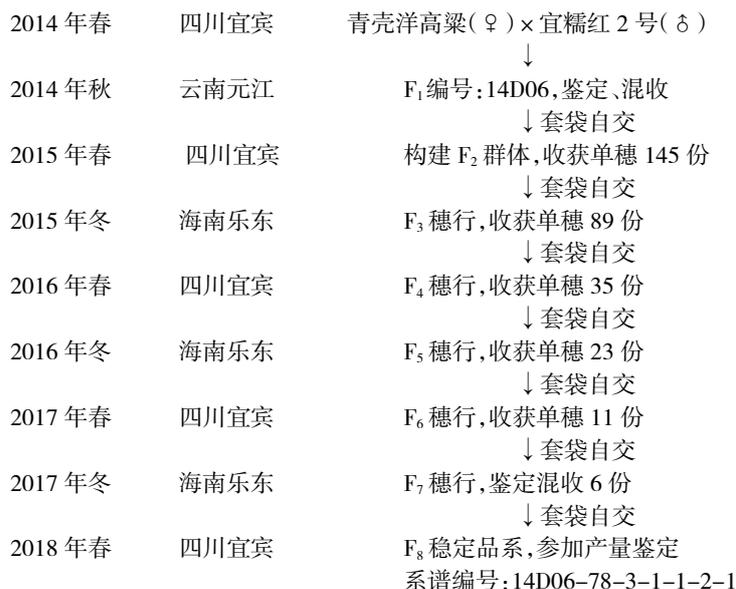


图1 宜糯红626选育系谱图

2 宜糯红626品种特征

2.1 植物学性状

宜糯红626春播生育期114.5 d, 株高292.5 cm, 穗长36 cm, 穗粒质量62.6 g/穗, 千粒质量18.75 g, 芽鞘红色, 幼苗绿色, 伞形散穗, 红壳红褐粒, 胚乳糯质。

2.2 品质指标

经农业农村部谷物及制品质量监督检验测试中心(哈尔滨)检测, 宜糯红626干籽粒含总淀粉73.96%(支链淀粉占总淀粉98.3%, 均为质量分数, 下同), 粗蛋白占干基7.79%, 粗脂肪占干基4.88%, 单宁占干基1.56%, 适宜酿造浓香型白酒及酱香型白酒^[5]。

2.3 抗性表现

宜糯红626田间自然条件下叶部病害抗性1级(无明显叶斑)。2024年, 经辽宁省农业科学院

植物保护研究所接种鉴定, 宜糯红626感靶斑病(S), 中抗炭疽病(MR)。另外, 宜糯红626对除草剂、有机磷农药敏感, 需严格管理前茬药剂残留。

3 宜糯红626产量表现

由表1可知, 2022年四川省高粱区域试验5个试验点, 宜糯红626在4个点增产, 1个点减产, 增产点次占80%, 平均产量375.16 kg/667 m², 比对照青壳洋高粱增产1.38%; 2023年续试, 5个试验点, 4个点增产, 1个点减产, 增产点次占80%, 平均产量391.37 kg/667 m², 比对照青壳洋高粱增产6.25%; 2年区域试验平均产量为383.26 kg/667 m², 较对照平均增产3.81%。2025年在宜宾市高县核心示范8.53 hm², 平均产量达352.19 kg/667 m²。

表1 宜糯红626产量试验结果

参试组合承担单位	2022年区域试验			2023年区域试验		
	宜糯红626产量 / 青壳洋(CK)产量 / 较CK (kg/667 m ²)	青壳洋(CK)产量 / 较CK (kg/667 m ²)	增 / %	宜糯红626产量 / 青壳洋(CK)产量 / 较CK (kg/667 m ²)	青壳洋(CK)产量 / 较CK (kg/667 m ²)	增 / %
宜宾市农业科学院	356.02	347.42	2.48	382.12	370.56	3.12
四川众望种业有限责任公司	391.72	375.57	4.30	375.30	266.80	40.67
南充市农业科学院	396.32	391.43	1.25	415.32	395.31	5.06
四川天安农业有限责任公司	365.65	358.68	1.94	446.89	386.86	15.52
四川轻化工大学	366.09	377.20	-2.95	337.21	422.29	-20.15
全省平均	375.16	370.06	1.38	391.37	368.36	6.25

4 宜糯红 626 高产栽培技术

4.1 选地与前茬管理

选择海拔 600 m 以下、排灌方便、土层厚度 ≥ 30 cm 的壤土或砂壤土；前茬忌用烟嘧磺隆等长残留除草剂。

4.2 播种与育苗

4.2.1 播期。3 月上旬至 4 月上旬,当 5 cm 地温稳定 ≥ 12 °C、气温 ≥ 15 °C 时播种。

4.2.2 种子处理。播前 2~3 d 晒种,选用低毒级杀虫杀菌剂拌种处理,晾干待播。

4.2.3 育苗方式。主要采用漂浮育苗、穴盘育苗或撒播育苗 3 种方式。苗床与大田比为 1:60(漂浮、撒播)或 1:40(穴盘)。

苗床准备:漂浮苗床选择能灌能排区域建造营养池,内宽 1.15 m、深 0.15 m、长度不超过 10.00 m,池内铺垫 12 丝以上薄膜。配制硫酸铜 0.1 mg/L、速效氮、磷、钾总量 0.2~0.3 g/L 的消毒营养液。穴盘苗床选择背风向阳、地面平整、排灌方便、土质偏沙、肥力中上的地块,开挖“凹”形槽,宽 1.2 m、深 0.1 m、长度不超过 10.0 m,灌足底水。撒播苗床开厢宽 1.2 m、厢沟宽 0.3 m,播种前施足清粪水至饱和状态,均匀撒播后薄盖细土。

基质准备:选择肥力中上的砂壤土粉碎过筛,按 1:1 配比渗入农家肥混匀,堆积腐熟;或按单盘用量 1~2 kg 选用商品基质。严禁将常年种植过高粱的土壤用于育苗基质。

播种方式:漂浮育苗选用 160 孔聚苯乙烯泡沫盘 20—25 张 /667 m²,装填基质后每孔播精选种子 3—4 粒,轻压入基质,喷施 0.1% 高锰酸钾液消毒,薄盖基质至种子不外露。穴盘育苗选用 105 孔 PVC 育秧盘 35~40 张 /667 m²,每孔播 3—4 粒,消毒后薄盖基质。撒播苗床分厢定量均匀撒播,薄盖细土。

苗床管理:播种至出苗前保温保湿,出苗后膜内温度超过 35 °C 时通风,2 叶 1 心后揭膜炼苗。漂浮育苗需防穴盘积水烂根。

4.2.4 移栽密度。当气温稳定达 15 °C、苗龄 ≤ 30 d、叶龄 ≤ 5 叶时移栽,以 10:00 前或 16:00 后带土带药移栽为宜,当日起苗当日移栽,栽后及时浇定根水。整细整平后按宽行 65 cm、窄行 35 cm、窝距 40 cm 开穴,每穴双株,密度 6 500 株 /667 m²。

4.2.5 大田直播。若采用大田直播,宜宽窄行(宽行 65 cm、窄行 35 cm)播种,窝距 38~40 cm,每窝播种 8~10 粒,留苗 2 株,密度 6 500 株 /667 m² 左右,播

后覆土 2~3 cm,喷施高效氯氟氰菊酯微囊悬浮剂防治地下害虫。

4.3 施肥管理

遵循“重底早追、氮磷钾配、增施有机肥”原则,推行测土配方施肥。以农家肥和商品有机肥为主,施纯氮 7~8 kg/667 m²,氮、磷、钾质量比为 1:1:1.2。

基肥:施腐熟农家肥 1 000~2 000 kg/667 m²+ 复合肥(N、P₂O₅、K₂O 质量分数均为 15%)25 kg/667 m²,整地时撒施或条施。

追肥:移栽成活后施用清粪水或追施尿素 5~8 kg/667 m² 对水提苗。7—8 叶期(播后 35~40 d)追施复合肥 45~50 kg/667 m²+ 尿素 6~8 kg/667 m²,结合中耕培土穴施覆土。

值得注意的是,对于肥力较低或保水保肥差的土壤,以追肥为主,多次少施;酸性土壤可施石灰氮和钙镁磷,碱性土壤可施硫酸铵或过磷酸钙调节酸碱度。

4.4 病虫害绿色防控

4.4.1 生态调控。实行土壤翻耕,播前晒种、浸种,及时清除病株虫源、杂草和秸秆,建立间、套、轮作制度,实行带药移栽。

4.4.2 诱杀与生物防控。安插黄板 20—25 张 /667 m² 诱捕蚜虫和芒蝇;安放性诱装置 1 套 /667 m² 或每 1.00~1.33 hm² 安装 1 盏频振式杀虫灯诱杀螟虫;糖醋酒混合液诱集地下害虫成虫。

利用草蛉、瓢虫等天敌,人工释放赤眼蜂、小姬蜂、蚜茧蜂等;交替使用印楝素、苦参碱、藜芦碱防控害虫;交替使用蛇床子素、枯草芽孢杆菌防控炭疽病、纹枯病。

4.4.3 应急防控。病虫害暴发时,选用高效、低毒、低残留、环境友好型农药,专业化统防统治。禁止使用国家、省禁限用农药及有机磷、有机氮、无机铜农药。推荐药剂如表 2。

4.5 收获与储运

当宜糯红 626 穗下部籽粒灌浆饱满变硬、进入蜡熟末期时抢晴收割,避免过熟变色和雨淋生霉。脱粒后及时晾晒,或机械烘干(温度 ≤ 50 °C)。清理杂质采用风选、筛选,产品质量要求:含水量 $< 14.0\%$ 、容重 > 700 g/L、不完善粒 $< 3.0\%$ 、带壳粒 $< 5\%$ 、杂质 $< 1\%$ 。贮存库应避光、清洁、干燥、防虫、防鼠、通风,地面墙体隔离,不与其他物品混存。地形许可时使用联合收割机,小块地人工收割后以场坝式机具脱粒清洗。

表2 宜糯红626病虫害化学防治

病虫害名称	防治适期	推荐使用药剂	备注
丝黑穗病	播种前	戊唑醇悬浮种衣剂或三唑醇干拌剂拌种	或使用无菌基质漂浮育苗或穴盘育苗
炭疽病	发病初期	枯草芽孢杆菌、脐菌·戊唑醇等	间隔15d左右
纹枯病	发病初期	井冈霉素、井冈·蜡芽菌、申嗪霉素等	喷药重点为高粱基部
小地老虎	播种前;移栽后	播种期辛硫磷颗粒剂;移栽后氯氟氰菊酯乳油	兼治蝼蛄、蟋蟀、蛴螬等地下害虫
蛴螬	苗期	四聚乙醛	—
芒蝇	幼虫入侵前	溴氰菊酯	—
蚜虫	有蚜株率30%~40%	藜芦碱、苦参碱、噻虫嗪	—
螟虫、黏虫、草地贪夜蛾、粟穗螟	拔节—抽穗期	甜核·苏云菌、甘蓝夜蛾核型多角体病毒、氯虫·噻虫嗪、氯虫苯甲酰胺	—

5 小结

宜糯红626集成了“高产、优质、酿酒专用”多项优势,配套“抗病种衣包衣+漂浮育苗+合理密植+绿色防控”技术模式,可在四川平坝、丘陵及类似生态区实现产量300 kg/667 m²以上,比传统品种增收高粱30 kg/667 m²、纯收益增加200元/667 m²以上。随着订单农业和高效栽培技术的推广,宜糯红626有望成为川酒高质量发展新的原料支撑品种。

参考文献:

[1] 邹剑秋,王艳秋,柯福来. 高粱产业发展现状及前景展望[J]. 山西农业大学学报(自然科学版),2020,40(3):2-8.
 [2] 赵甘霖,丁祥祥,刘天朋,等. 四川省酿酒糯高粱高质量发展对策[J]. 酿酒科技,2021(1):138-141.
 [3] 齐敬涛,张俊良,常海英,等. 浅谈高粱种植主要病害的防治[J]. 农业与技术,2018,38(20):103.
 [4] 卢琪. 高粱种植主要病害的防治措施[J]. 种子科技,2024,42(9):116-118.
 [5] 谢冰洋. 推进农业供给侧结构性改革助力乡村振兴策略研究[J]. 南方农机,2023,54(24):119-121,134.

[6] 丁国祥,赵甘霖. 优质高产酿酒高粱杂交种泸糯10号的选育[J]. 种子,2008,27(10):113,116.
 [7] 蒋力力,尹艳艳,杨军林,等. 酿酒原料高粱对白酒品质影响的研究进展[J]. 中国酿造,2022,41(8):6-11.
 [8] 吴行彬,徐强,汪小楷,等. 漂浮育苗方式对糯高粱金糯梁1号生长和产量的影响[J]. 四川农业科技,2020(2):38-40.
 [9] 李瑞兰,王修忠. 农作物病虫害绿色防控技术集成与示范[J]. 农业开发与装备,2025(6):164-166.
 [10] 周棱波,汪灿,张国兵,等. 播期、密度和施肥水平对糯高粱黔高7号产量及构成因素的影响[J]. 江苏农业科学,2017,45(1):84-88.
 [11] 丁国祥,赵甘霖,张长伟,等. 四川酿酒高粱生产现状与发展对策[J]. 农业技术与装备,2010(17):14-15.
 [12] 刘天朋,赵甘霖,倪先林,等. 四川高粱田除草剂的筛选[J]. 四川农业科技,2012(1):40-41.
 [13] 秦海峰. 小杂粮挑起高质量发展大梁[N]. 中国质量报,2022-03-22(4).
 [14] 刘会静,刘斐,李洪波,等. 2024年中国谷子高粱产业发展分析与未来展望[J/OL]. 农业展望,2025:1-9(2025-09-22)[2025-10-16]. <https://link.cnki.net/urlid/11.5343.S.20250922.1102.002>.
 [15] 朱开究,肖银,赵敏惠,等. 不同品种高粱对浓香型白酒风味品质的影响研究[J]. 中国酿造,2025,44(8):199-205.

Breeding and Cultivation Techniques of New Conventional Waxy Sorghum Variety Yinuohong 626 with High Yield, Disease Resistance and High Quality

Yin Yong¹, Zhang Lin¹, Ying Heng¹, Zhang Deyin¹, Zhang Ying¹, Wang Zhenchao¹, Wang Yuting¹,
Wen Yong², Gong Yongchang³, Qu Yiwei³, Zhou Junhui¹

(1. Yibin Academy of Agricultural Sciences, Yibin 644600, China; 2. Yibin Agricultural and Rural Bureau, Yibin 644000, China;
3. Sichuan Tian'an Agricultural Technology Co., Ltd., Yibin 644200, China)

Abstract: Yinuohong 626 is a new conventional waxy sorghum variety for liquor-making bred by Yibin Academy of Agricultural Sciences with Qingkeyang sorghum as maternal parent and Yinuohong No.2 as paternal parent. Its registration number is GPD sorghum (2025) 510003. It has the characteristics of high amylopectin content (98.3% of total starch), moderate tannin content (1.56% of dry basis) and resistance to leaf diseases (grade 1). From 2022 to 2023, the average yield of this variety in multi-plot test was 383.26 kg/667 m², which was 3.81% higher than that of the control Qingkeyang sorghum. Based on DB51/T 1528-2019 *Sichuan Nuohong Sorghum Green Production Technical Regulations*, combined with the characteristics of Yinuohong 626 variety, this paper systematically expounded its key cultivation techniques of high and stable yield, green and high efficiency, in order to provide technical support for the large-scale promotion of this variety in Pingba, hilly and similar ecological areas of Sichuan.

Key Words: Waxy sorghum; Yinuohong 626; Cultivation techniques

(上接 62 页)

Breeding and Cultivation Techniques of New Semi-waxy Geng (*Japonica*) Rice Variety Jingengdao 399 with Good Taste

Zhu Ying, Zhu Junkai, Cao Jinxia, Zhu Yangang, Zhang Yanqiong, Ji Yiming, Ding Rui, Yang Dezhen,
Liu Xiaobin

(Jiangsu Kingearth Seed Co., Ltd., Yangzhou 225012, China)

Abstract: Jingengdao 399 is a new variety of semi-glutinous late-maturing medium geng (*japonica*) rice with excellent taste, developed by Jiangsu Kingearth Seed Co., Ltd. It was approved in Jiangsu Province in 2024, with the approval number of Sushendao 20240050. Its maternal parent is Huaidao No.18, which has undergone ⁶⁰Co radiation mutation treatment, and its paternal parent is semi-glutinous material Ruanyu No.2. The average yield of Jingengdao 399 in two years of regional trials was 10 395.0 kg/hm², which was 5.64% higher than that of the control Huaidao No.5. The whole milled rice rate was 73.1%, the gel consistency was 85 mm, the transparency was grade 2, and the amylose content was 11.6%. The quality indicators met the standards of DB32/T 4056-2021 *Quality of Excellent Eating Quality Semi-glutinous Japonica Rice*. It has great yield potential, wide adaptability, good palatability of rice, and strong comprehensive resistance. It is suitable for cultivation in the central Jiangsu region and the hilly areas of Nanjing, Zhenjiang and Yangzhou in Jiangsu Province.

Key Words: Semi glutinous; Late-maturing medium *japonica* rice; Rice; New variety

赵加涛,刘猛道,付正波,等. 优质高产啤酒大麦保啤麦 31 号的选育及特性[J/OL]. 大麦与谷类科学,2026,43(1):68-71(2026-02-04). https://doi.org/10.14069/j.cnki.32-1769/s.2026.01.013.

优质高产啤酒大麦保啤麦 31 号的选育及特性

赵加涛,刘猛道,付正波,孙利娟

(保山市农业科学研究院,云南保山 678000)

摘要:保啤麦 31 号是保山市农业科学研究院于 2011 年用母本矮思 82 秆 1 和父本 07YD-8 进行有性杂交,通过系谱法多年选育而成的优质高产啤酒大麦新品种。该品种两年省区域试验单产达 5 712.68 kg/hm²,高抗锈病、赤霉病、抗白粉病、条纹病;籽粒蛋白质质量分数 10.9%、千粒质量 58.7 g、饱满率 97%,达国家优级啤酒大麦理化指标;浸出物含量 83.0%, α -氨基氮质量分数 1.99 g/kg、糖化力 329 WK,均达行业优级麦芽标准。2024 年 7 月保啤麦 31 号通过国家非主要农作物品种登记,登记编号:GPD 大麦(青稞)(2024)530024。本文主要介绍了保啤麦 31 号的选育过程、特征特性以及栽培技术要点,为该品种的大面积推广提供参考,该品种适宜在云南省海拔 1 300~2 300 m 高肥力田块秋冬播种植。

关键词:保啤麦 31 号;品种选育;特征特性;麦芽;品质;栽培技术

中图分类号:S512.3

文献标志码:B

文章编号:1673-6486-20250111

大麦对人类文明的产生与发展起到了十分重要的作用,在我国有五千多年的种植历史^[1]。据唐代《蛮书》记载,云南唐代以前就在中高海拔地区种植大麦,2018 年以来种植面积基本保持在 21.67 万 hm²,其中啤酒大麦种植面积为 10.64 万 hm²。保山市大麦种植面积基本保持在 3.1 万 hm²,其中啤酒大麦种植面积为 1.39 万 hm²^[2]。我国大麦主要用作饲料、酿造、食用等,其中约 70% 饲用、16% 酿酒用^[3]。大麦一直以来作为啤酒酿造的主要原料,但是由于品种品质、种植水平等原因,我国啤酒大麦多数长期依赖进口^[4]。2006 年以来保山市应用于生产的二棱矮秆啤酒大麦保大麦 22 号、保啤麦 26 号、保啤麦 28 号等均表现高产、抗病等特性,为保山市大麦产业的发展奠定了品种基础,由于品种特性弱、种植规模散等原因,导致品质达不到企业酿造要求,绝大部分籽粒只能用作饲料。因此选育出高产、优质国产啤酒大麦新品种并研究集成配套的高产优质栽培技术是大麦科研工作者的任务。2024 年保山市农业科学研究院育成的保啤麦 31 号表现高产、多抗、广适等特点,籽粒蛋白质含量、千粒质量等理

化指标达国标优级标准,出炉水分、浸出物、 α -氨基氮、糖化力等指标均达行业优级麦芽标准,特别是浸出物达到 83%。保啤麦 31 号的育成可为啤酒工业健康发展提供品种选择。

1 保啤麦 31 号选育过程

1.1 亲本来源

母本矮思 82 秆 1 从云南省农业科学院引进,二棱皮大麦,矮秆,表现高产、早熟,麦芽品质优,中感白粉病、锈病,抗条纹病。父本 07YD-8 从云南省农业科学院引进,二棱皮大麦,高秆,表现高产,麦芽品质优,高抗白粉病、锈病、条纹病,中抗倒伏,千粒质量高。

1.2 选育经过

2011 年用母本矮思 82 秆 1 和父本 07YD-8 进行有性杂交,经系谱法单株选择育成啤酒大麦新品种。2018—2019 年该品种参加保山市啤酒大麦新品种鉴定试验,表现丰产、抗病;2019—2020 年该品种参加保山市啤酒大麦多点试验,其中保山、腾冲、昌宁、龙陵、施甸 5 个试点表现丰产、抗病、高抗倒伏、适应性强,定名为保啤麦 31 号;2020—2021 年保啤麦 31 号参加保山市啤酒大麦品比试验,表现丰产、抗病、大粒、高抗倒伏、品质优;2021—2023 年保啤麦 31 号参加云南省啤酒大麦区域试验,综合性状表现较好。2024 年 7 月通过国家农业农村部非主要农作物品种登记,具体选育过程见图 1。

收稿日期:2025-10-27;修回日期:2025-12-30。

基金项目:国家大麦青稞产业技术体系项目“保山综合试验站”(CARS-05)。

作者简介:赵加涛(1983—),男,高级农艺师,主要从事啤酒大麦育种与示范推广工作。Email: zhaojiatao1234@126.com。

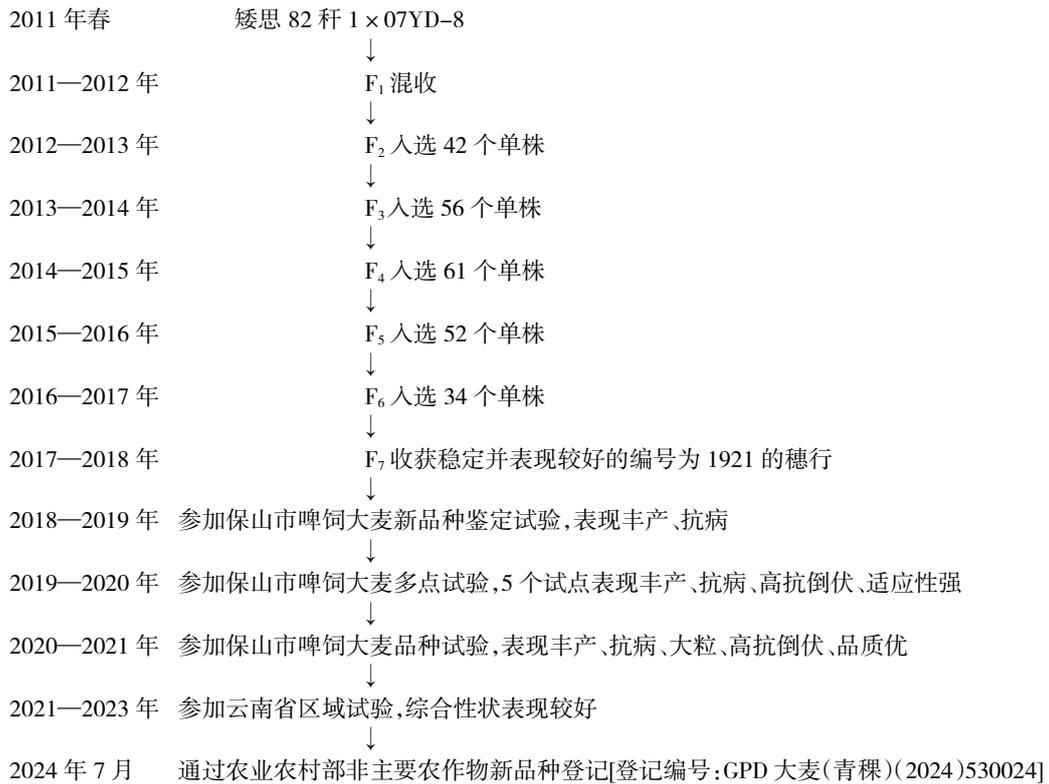


图 1 保啤麦 31 号系谱图

2 保啤麦 31 号特征特性

2.1 主要农艺性状

保啤麦 31 号属啤酒大麦专用常规品种,二棱皮大麦、春性,生育期 145 d 左右,早熟品种。该品种幼苗半匍匐、分蘖力强,株型紧凑,植株矮秆,平均株高 80 ~ 85 cm,高抗倒伏;叶色深绿,叶片蜡质很少,叶姿直立,叶耳白色;穗直立、塔形,穗层整齐,穗芒长直齿,穗长 6.0 ~ 7.2 cm;分蘖数多,单株穗数 3.8 个,有效穗数 825 万 ~ 900 万个 /hm²;穗密度中等,每穗实粒数 25 ~ 27 粒。保啤麦 31 号籽粒大,黄色,籽粒椭圆形,千粒质量 55 g 以上,属大粒型品种,高抗锈病、赤霉病,抗白粉病、条纹病。

2.2 品质特性

由表 1 可知,保啤麦 31 号籽粒品质性状:蛋白质质量分数 10.9%、3 d 发芽率 95.0%、5 d 发芽率 97.0%、饱满率 97.0%、瘦小粒 1.0%、千粒质量 58.7 g,均达到 GB/T 7416—2008《啤酒大麦》规定的国家优级大麦籽粒指标。麦芽指标:出炉水分质量分数 5.0%、浸出物质量分数 83.0%、α-氨基氮质量分数 1.99 g/kg、黏度 1.51 mPa·s、色度 5.0 EBC、糖化力 329 WK,均达到行业标准 QB/T 1686—2008《啤酒麦芽》规定的优级指标,特别是浸出物质量分数高达

83.0%,超过国家优级指标 4 百分点;库尔巴哈值 45.8%,达啤酒麦芽行业标准 2 级指标。保啤麦 31 号无论是籽粒品质还是麦芽指标,均表现优质,均达国家或行业优级指标。

3 保啤麦 31 号产量表现

由表 2 可知,保啤麦 31 号在品种比较试验和区域试验中均表现高产水平。2018—2019 年该品种参加保山市新品种鉴定试验,单产为 8 214.00 kg/hm²,比对照矮思 82 秆 1 增产 1 930.50 kg/hm²,增 30.72%,居第 3 位。2019—2020 年该品种参加保山市大麦多点试验,6 点平均单产 8 118.00 kg/hm²,比对照矮思 82 秆 1 增产 682.50 kg/hm²,增 9.18%,居第 3 位。2020—2021 年该品种参加保山市品比试验,平均单产为 7 219.95 kg/hm²,比对照矮思 500 增产 1 219.95 kg/hm²,增 20.33%,居第 1 位。2021—2023 年该品种连续 2 年参加云南省啤酒大麦区域试验,其中 2021—2022 年平均单产 6 214.95 kg/hm²,比对照矮思 500 增产 559.50 kg/hm²,增 9.89%,居第 4 位;2022—2023 年平均单产 5 210.40 kg/hm²,比对照矮思 500 增产 24.60 kg/hm²,增 0.47%,居第 6 位;2 年平均单产 5 712.68 kg/hm²,比对照矮思 500 增产

292.05 kg/hm²,增 5.39%,居第 4 位。

表 1 保啤麦 31 号大麦籽粒品质及麦芽指标分析报告

籽粒品质		麦芽指标	
破损率 /%	0	出炉水分质量分数 /%	5.0
水分质量分数 /%	11.1	浸出物质量分数 /%	83.0
千粒质量 /g	58.7	α-氨基氮质量分数 / (g/kg)	1.99
蛋白质质量分数 /%	10.9	可溶氮质量分数 /%	0.77
3 d 发芽率 /%	95.0	库尔巴哈值 /%	45.8
5 d 发芽率 /%	97.0	黏度 / (mPa·s)	1.51
饱满率 /%	97.0	色度 /EBC	5.0
瘦小粒 /%	1.0	糖化力 /WK	329

表 2 保啤麦 31 号试验产量表现

年度	试验	保啤麦 31 号产量 / (kg/hm ²)	CK 产量 / (kg/hm ²)	较 CK 增 / (kg/hm ²)	较 CK 增 / %	产量位次
2018—2019	鉴定试验	8 214.00	6 283.50	1 930.50	30.72	3
2019—2020	多点试验	8 118.00	7 435.50	682.50	9.18	3
2020—2021	品比试验	7 219.95	6 000.00	1 219.95	20.33	1
2021—2022		6 214.95	5 655.45	559.50	9.89	4
2022—2023	省区域试验	5 210.40	5 185.80	24.60	0.47	6
2 年平均		5 712.68	5 420.63	292.05	5.39	4

注:CK 为矮思 500。

4 保啤麦 31 号栽培技术要点

4.1 种子处理

播种前晒种 1~2 d,用 6%戊唑醇悬浮种衣剂 200 倍液+70%噻虫嗪种子处理可分散粉剂 25 倍液拌种防控条纹病和蚜虫^[5]。

4.2 播种量

一般于 10 月下旬至 11 月上旬播种,播种量 150~180 kg/hm²。人工播种按行距 20~25 cm 均匀播种,播后起沟土盖种,厚度 2~3 cm;机械播种将行距设置 20~25 cm,播后自动覆土盖种。

4.3 科学施肥和灌水

播种前结合整地施腐熟的农家肥 15~30 t/hm²或商品有机肥 7.5~9.0 t/hm²,复合肥(N、P₂O₅、K₂O 质量分数均为 15%)300 kg/hm²,尿素 300 kg/hm²作底肥^[6-7]。播种后立即灌出苗水,要求速灌速排。分蘖期结合灌水施尿素 225~300 kg/hm²作分蘖肥。孕穗期、抽穗扬花期、灌浆期根据土壤墒情灌水 1~3 次。

4.4 病虫害防治

大麦 3 叶 1 心、杂草 2~3 叶时,用 4%双氟磺草胺·唑啉草酯可分散油悬乳剂 400~500 倍液喷雾防除田间杂草^[8]。分蘖盛期和抽穗扬花期,于发病初期,用 30%醚菌酯悬浮剂 1 000 倍液或 12.5%烯唑醇可湿性粉剂 1 500~2 000 倍液喷雾防治白粉病 1~2 次^[9]。蚜虫发生期,用 25%噻虫·高氯氟悬浮剂 5 000~10 000 倍液或 50%吡蚜酮可湿性粉剂 300~500 倍液喷雾防控 1~2 次^[9-10]。33 cm 长的单行红蜘蛛量大于 200 头时,用 15%哒螨灵乳油 1 500~2 000 倍液或 20%四螨嗪可湿性粉剂 2 000 倍液喷雾防治。

5 小结

保啤麦 31 号熟期早、产量高、抗性好、品质优,结合了双亲的优势性状,产量优于 2 个亲本;抗病性和千粒质量遗传了 07YD-8 优良特性;株高、分蘖力、株型遗传了矮思 82 秆 1 的优良特性;啤用品质

遗传并综合了矮思 82 秆 1 和 07YD-8 的优良性状。啤酒大麦不仅要求高产、多抗、广适,还要求啤用品质优。啤酒大麦的啤用品质既包括蛋白质含量、千粒质量等籽粒品质,又包括浸出物、 α -氨基氮、库尔巴哈值、糖化率等^[4];麦芽品质是多个指标的综合评价,多数指标是受多基因控制的数量性状,容易受环境因素和栽培措施的影响^[11-12]。因此,在育种过程中要做好各项指标的平衡,才能选育出达到啤酒企业要求的优质啤酒大麦品种。

参考文献:

- [1] 中国农业科学院作物科学研究所,国家大麦青稞产业技术体系. 中国大麦品种志:1986—2015[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2018:1-3.
- [2] 程加省,于亚雄,杨金华,等. 云南早秋地麦高产优质栽培技术[J]. 云南农业科技,2011(6):37-38.
- [3] 包奇军,潘永东,张华瑜,等. 9 份欧洲引进啤酒大麦的产量及品质分析[J]. 麦类作物学报,2016,36(4):449-454.
- [4] 蔡康锋,郝建秦,陈凤明,等. 大麦新品种啤用品质比较分析[J]. 浙江农业科学,2024,65(4):949-952.
- [5] 赵加涛,刘猛道,付正波. 70%噻虫嗪种子处理可分散粉剂拌种对大麦蚜虫的防治效果及增产作用[J]. 现代农药,2024,23(1):80-83.
- [6] 乔祥梅,王志龙,刘 列,等. 播期和施氮量对饲料大麦品种“云大麦 10 号”籽粒产量及品质的影响[J]. 中国农学通报,2025,41(28):34-39.
- [7] 乔祥梅,王志龙,刘 列,等. 不同密度和施肥水平对云大麦 14 号产量及构成因素的影响[J]. 大麦与谷类科学,2025,42(2):43-47.
- [8] 赵加涛,刘猛道,杨向红,等. 饲料大麦保大麦 24 号的选育及栽培技术[J]. 农业科技通讯,2021(2):233-234,239.
- [9] 赵加涛,刘猛道,付正波,等. 大麦新品种保啤麦 28 号的选育[J]. 中国种业,2024(3):125-127,130.
- [10] 秦丹丹,吴 波,李 芹,等. 青贮大麦新品种鄂饲麦 438 的选育及其配套栽培技术[J]. 大麦与谷类科学,2025,42(4):75-78.
- [11] 汪军妹,张国平,陈锦新. 啤酒大麦蛋白质含量与粒重的品种和环境效应[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版),2001,27(5):503-507.
- [12] 汪军妹,张新忠,林 峰,等. 73 份优异啤酒大麦种质资源主要麦芽品质性状的评价[J]. 浙江农业学报,2012,24(1):1-6.

Breeding and Characteristics of High-quality and High-yield Malting Barley Baopimai No.31

Zhao Jiatao, Liu Mengdao, Fu Zhengbo, Sun Lijuan
(Baoshan Academy of Agricultural Sciences, Baoshan 678000, China)

Abstract: Baopimai No.31 is a new high-quality and high-yield malting barley variety bred by Baoshan Academy of Agricultural Sciences by pedigree selection through sexual hybridization between the maternal parent Aisi 82 stem 1 and the paternal parent 07YD-8 in 2011. The yield of this variety reached 5 712.68 kg/hm² in the two-year provincial regional test. It was highly resistant to rust, scab, powdery mildew and stripe disease. The grain protein content (mass fraction) was 10.9%, the 1 000-grain weight was as high as 58.7 g, and the plumpness rate was 97%, which reached the physical and chemical indexes of national excellent malting barley. The content of extract was 83.0%, the content of α -amino nitrogen (mass fraction) was 1.99 g/kg, and the saccharifying power was 329 WK, which reached the industry excellent malt index. In July 2024, Baopimai No.31 passed the national non-main crop variety registration, and registration number is GPD barley (highland barley) (2024) 530024. This paper mainly introduces the breeding process, variety characteristics and cultivation techniques of Baopimai No.31, which provides a reference for the large-scale promotion of this variety. This variety is suitable for autumn and winter planting in high-fertility fields at an altitude of 1 300-2 300 m in Yunnan Province.

Key Words: Baopimai No.31; Variety breeding; Characteristics; Malt; Quality; Cultivation techniques

柳小宁,刘成洪,刘梅金,等. 蓝粒青稞新品种陇青 3 号的选育及特征特性[J/OL]. 大麦与谷类科学,2026,43(1):72-77(2026-02-11). https://doi.org/10.14069/j.cnki.32-1769/s.2026.01.014.

蓝粒青稞新品种陇青 3 号的选育及特征特性

柳小宁¹,刘成洪²,刘梅金³,赵 锋¹,张华瑜¹,潘永东¹,陈志伟²,陆瑞菊²,郭建炜³,徐冬丽³,王国平³,包奇军^{1*}

(1. 甘肃省农业科学院经济作物与啤酒原料研究所,甘肃 兰州 730070;2. 上海市农业科学院,上海 201106;

3. 甘南藏族自治州农业科学研究所,甘肃 合作 747000)

摘要:为满足甘肃省甘南州、天祝县、山丹军马场及沿祁连山高海拔地区对优质高产青稞的需求,2014年起,甘肃省农业科学院联合上海市农业科学院、甘南州农业科学研究所,以高产稳产为核心,兼顾优质多抗,选育出蓝粒青稞新品种陇青 3 号。该品种为春性、中早熟多棱型,生育期 110 d;其幼苗呈半匍匐状,叶色绿;株高 80.0 cm,穗长 7.0 cm,穗粒数 45 粒/穗,千粒质量 47.0 g,成穗数 32.0 万个/667 m²,籽粒蓝色、椭圆形、饱满;茎秆粗壮、抗干热风及条纹病等。多点试验陇青 3 号平均产量 6 112.35 kg/hm²,较对照增产 7.3%;生产对比试验陇青 3 号平均产量为 5 427.00 kg/hm²,较对照增产 6.9%,居参试品种首位。陇青 3 号适合上述高海拔地区广泛种植。

关键词:蓝粒;青稞;新品种;陇青 3 号

中图分类号:S512.3

文献标志码:B

文章编号:1673-6486-20250122

青稞(*Hordeum vulgare* L. var. *nudum* Hook. f.)是我国青藏高原及西北高海拔地区特有的粮饲兼用作物,在甘南州、天祝藏族自治县、山丹军马场等区域兼具重要生态与经济价值,既是藏族群众主粮,也是优质酿酒原料和饲料^[1-3]。青稞作为当地的优势特色农作物,在该地域种植具有不可替代性,常年播种面积约 2 万 hm²,对维系区域粮食安全与农牧业经济稳定至关重要。青稞极强的抗寒、抗旱、耐紫外线特性,使其成为支撑西北高海拔地区农牧业可持续发展及生态脆弱区特色产业发展的核心作物^[4]。随着乡村振兴推进与特色农业升级,青稞产业对品种的高产性、优质性(高含量 β -葡聚糖、优质蛋白等)^[5-6]、抗病性及广适性提出更高要求^[7-8],但甘肃高海拔地区主栽品种普遍存在产量偏低^[9-10]、条纹病与根腐病发病率较高^[11-12]、 β -葡聚糖含量低等问题^[13-14],

从而制约产业发展。因此,选育高产、优质、多抗、广适青稞品种迫在眉睫。

青稞育种技术的创新为品种改良提供了重要支撑。传统杂交育种虽能聚合亲本优良性状,但存在育种周期长(8~10年)、后代分离范围广等局限^[15]。而小孢子培养技术能为育种提速,可将周期缩至 4~5年,上海市农业科学院可使青稞小孢子愈伤组织诱导率超 30%,且纯合系获得率高^[16-17]。在此背景下,2014年甘肃省农业科学院联合上海市农业科学院、甘南藏族自治州农业科学研究所,以甘青 4 号为母本、康青 7 号为父本^[18-19]进行杂交组合,经上海市农业科学院小孢子培养获纯合系,甘肃省农业科学院多区域田间选育,育成陇青 3 号(原系号 0841-10)。该品种不仅适宜甘南州、天祝藏族自治县、山丹军马场及沿祁连山高海拔地区广泛种植,可满足功能食品加工、畜牧业饲料及酿酒业对青稞的优质需求,同时实现了青稞育种方法的优化创新,为西北高海拔地区青稞产业升级及农牧业可持续发展提供了重要品种支撑。

1 陇青 3 号品种来源及选育过程

1.1 品种来源

陇青 3 号(原系号 0841-10)以青稞品种甘青 4 号为母本、康青 7 号为父本组配杂交组合。母本甘

收稿日期:2025-12-04;修回日期:2026-02-04。

基金项目:国家大麦青稞产业体系(CARS-05-01A-03);科技成果转化引导专项(25ZDCG001);科技重大专项(25ZDNA002);国家自然科学基金(32260535);科技特派员专项(22CX8NA037)。

作者简介:柳小宁(1973—),女,副研究员,主要从事大麦青稞新品种选育及品质检测研究。Email: liuxiaoning0504@163.com。

* 通信作者:包奇军(1978—),男,硕士,研究员,主要从事大麦青稞遗传育种及种子扩繁与生产技术研究。Email: baoqijun78@163.com。

青4号是甘南藏族自治州农业科学研究所于1991年以肚里黄为母本、康青3号为父本杂交选育,2006年通过品种鉴定委员会审定,该品种株高80~90 cm,四棱,粒色蓝色,表现为耐寒、耐旱、轻感条纹病,在甘南州青稞种植区占据重要地位。

父本康青7号是甘孜州农业科学研究所选育的春性中熟青稞品种,由(康青3号×甘孜日六棱) F_1 与(乾宁本地青稞×康青3号) F_1 杂交育成,2006年分别通过四川省和国家审定,现为青藏高原主推品种。该品种株高105~113 cm,四棱,长齿芒,抗条纹病和白粉病,耐旱耐湿,适宜四川、西藏、青海等地种植。

1.2 选育经过

陇青3号(原系号0841-10)于2014年以甘青4号为母本、康青7号为父本组配杂交组合,上海市农业科学院于2015年进行小孢子培养及加倍,获得DH系。2016年由甘肃省农业科学院经济作物与啤酒原料研究所对DH系种子进行繁殖,从中选择性状优良、整齐并一致的株行;2017年进行预备鉴定试验,采用间比法排列,每隔10个小区种植一组对照,每个小区种4行,行长为1.5 m,行距0.25 m,每行播种150粒,对照为甘啤8号,于3月中下旬手锄开沟条播;2018年进行品系鉴定试验,采用间比法排列,每隔10个小区加一个对照小区,2次重复,

小区长2.50 m、宽1.25 m、行距0.25 m、区距0.25 m、走道0.50 m,小区面积3.125 m^2 ,5行区,每行播种250粒,于3月中旬手锄开沟条播;2019年进行品系比较试验,采用随机区组排列,3次重复,小区长5.00 m、宽2.00 m,8行区,行距0.25 m、区距0.25 m,面积10.00 m^2 ,播种量按25万粒/667 m^2 计算,每行播种500粒,于3月中旬手锄开沟撒播;2020—2021年进行甘肃省青稞多点试验,试验地点分别设在甘肃省农业科学院经济作物与啤酒原料研究所黄羊试验站(102°50'58.45"E,37°40'01.19"N,海拔1766 m)、民乐县新天镇(100°35'12.65"E,38°31'56.56"N,海拔2100 m)、山丹县农业产业技术示范园区(101°13'47.25"E,38°42'16.23"N,海拔1780 m)、永昌县农技中心(101°58'16.41"E,38°14'40.99"N,海拔1970 m)、山丹军马场(101°02'16.03"E,38°20'39.22"N,海拔2650 m),这些代表了甘肃省河西地区啤酒大麦生产的不同生态地区。试验统一采用随机区组设计,重复3次,小区长5.0 m、宽2.5 m、行距0.25 m,小区面积12.5 m^2 ,播种量以30万粒/667 m^2 计算,每行播种560粒。田间管理措施与当地大田生产相同;同时进行甘肃省生产试验与示范,2023年获得国家非主要农作物品种登记证书,登记编号:GPD大麦(青稞)(2023)620021。2025年取得了新品种权证书,证书号:第2025042338号。其选育过程如图1所示。

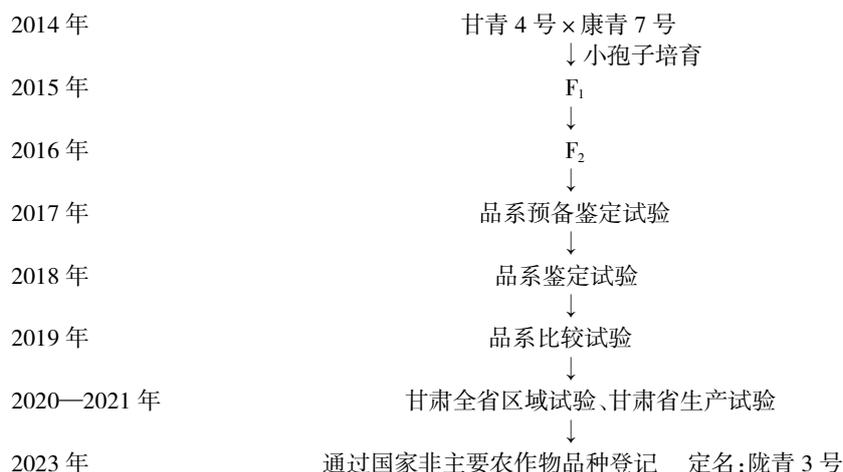


图1 陇青3号选育过程

2 陇青3号特征特性

2.1 生物学特征

陇青3号为多棱青稞,春性,生育期110 d,属中早熟品种。该品种幼苗半匍匐,叶色绿,株高80 cm,

穗长7.0 cm,穗粒数45粒/穗,千粒质量47.0 g。一般密度条件下,该品种成穗数约32.0万个/667 m^2 ,单株有效分蘖1~2个,茎秆黄色、粗壮,基部节间较短,弹性较好,抽穗时株型松紧中等,穗半抽出,闭颖授粉;灌浆后期茎弯曲,穗层整齐,长芒,黄色

锯齿,粒色蓝色,籽粒椭圆形、饱满、粉质。陇青3号较抗倒伏,而且抗干热风、条纹病和其他大麦病害。

陇青3号籽粒及种植照片见图2和图3。



图2 陇青3号籽粒



图3 陇青3号田间长势

2.2 品质性状

据西北啤酒大麦及麦芽品质检测实验室检测结果(表1),陇青3号蛋白质质量分数为11.3%,氨基酸质量分数为0.41%,支链淀粉质量分数为52.36%,总淀粉质量分数为58.56%, β -葡聚糖质量分数为4.68%,脂肪质量分数为1.50%。陇青3号蛋白质和氨基酸组成均衡,满足人体对必需氨基酸的需求;淀粉指标呈现“高支链、高总淀粉”的特点,

适合食用加工;支链淀粉占总淀粉的比例高,产品蒸煮后黏性大、口感软糯,适合制作馒头、面条、粥品等主食;陇青3号中的 β -葡聚糖含量高,使其在调节血糖、降低胆固醇等方面的潜在健康价值更突出;粗纤维含量在青稞品种中属于较低水平,低纤维能降低粗糙口感,提升食用适口性,同时减轻肠胃消化负担,更适合大众人群日常食用。

表1 陇青3号品质指标与参考说明

品质指标	陇青3号实测值	参考说明
蛋白质质量分数 /%	11.30	高于其他谷类作物
氨基酸质量分数 /%	0.41	0.3%~0.5%(谷类作物)
支链淀粉质量分数 /%	52.36	$\geq 39%$ (DB54/T 0418—2024《传统青稞酒原料 青稞质量要求》)
β -葡聚糖质量分数 /%	4.68	$\geq 4.0%$ (LS/T 3324—2025《青稞米和青稞粉》)
脂肪质量分数 /%	1.50	低于玉米、燕麦、高粱和荞麦

2.3 抗性

陇青3号和田间对照品种甘青4号相比(表2),平均株高80cm,基部节间短,穗茎节较长,茎秆弹性好,表现较抗倒伏,抗条纹病及根腐病。

陇青3号 and 对照抗倒伏品种甘青4号相比,平均株高降低5%,降低了植株重心;基部节间短,茎秆支撑力强;穗下茎节较长且弹性好;茎秆柔韧性佳;陇青3号较对照品种甘青4号的倒伏率平均高5%,田间表现较抗倒伏;经田间观察,陇青3号在抗

条纹病试验中,发病程度轻($\leq 10%$),叶片条纹病斑少且小,对产量和品质影响小;陇青3号较对照品种根系发病轻($\leq 8%$)。

3 陇青3号产量表现

3.1 甘肃省多点试验

2020—2021年陇青3号在甘肃省青稞多点试验结果见表3。甘南州、武威黄羊镇以甘青4号为对

照,天祝县以当地主栽品种昆仑14为对照,山丹军马场、山丹县以肚里黄为对照。

陇青3号在甘南州平均产量6 803.62 kg/hm²,比对照甘青4号增产9.4%;黄羊镇平均产量为7 677.00 kg/hm²,较甘青4号增产6.6%;山丹军马场平均产量为4 913.55 kg/hm²,较当地对照肚里黄增产14.1%;天祝县平均产量为4 740.30 kg/hm²,较当地对照昆仑14增产2.3%;山丹县平均产量为7 006.95 kg/hm²,较当地对照肚里黄增产5.3%。

陇青3号在2年10点次的多点试验产量结果平均产量6 228.28 kg/hm²,较当地对照增产7.3%。

3.2 甘肃省生产对比试验和示范

2020年陇青3号在山丹军马场、天祝县、武威黄羊镇、甘南州进行生产对比试验,山丹军马场、山丹县以肚里黄为对照,武威黄羊镇以甘青4号为对照,天祝县以当地主栽品种昆仑14为对照,甘南州以当地主栽甘青4号为对照(表4)。

2020年生产对比试验中,陇青3号(原系号0841-10)在5点次中均较当地主栽对照品种增产,增产幅度在3.3%~15.7%,平均产量为5 427.00 kg/hm²,平均较对照增产6.9%,位居参试品种第一。

表2 陇青3号与甘青4号田间试验性状比较

指标	陇青3号	甘青4号
株高/cm	75~85	75~95
基部节间长度/cm	2.5~3.0	3.5~5.0
穗茎节长度/cm	10~15	9~12
茎秆弹性	弯折后可恢复直立	弯折后可恢复直立
倒伏率/%	10~15	5~10
条纹病发病率/%	≤10	15~25
根腐病发病率/%	≤8	6~10

注:条纹病发病率的计算:抽穗期采用五点取样法进行田间病害调查,每点随机调查20株,总计调查100株;条纹病、根腐病发病株数,按公式计算发病率:发病率=发病株数/调查总株数×100%。

表3 2020—2021年陇青3号在甘肃省区域试验中的产量表现

试验点	年份	产量/(kg/hm ²)		较对照增产/%
		陇青3号	当地主栽品种(对照)	
甘南州	2020	7 857.00	6 733.65	16.7
	2021	5 750.25	5 706.90	0.8
黄羊镇	2020	7 887.00	7 620.45	3.5
	2021	7 467.00	6 783.60	10.1
山丹军马场	2020	6 293.70	5 713.65	10.2
	2021	3 533.55	2 900.10	21.8
天祝县	2020	4 383.60	4 456.95	-1.6
	2021	5 096.85	4 810.20	6.0
山丹县	2020	6 976.95	6 640.35	5.1
	2021	7 036.95	6 667.05	5.5
平均		6 228.28	5 803.29	7.3

表4 陇青3号在2020年生产对比试验中的产量表现

试验地点	产量/(kg/hm ²)		较对照增产/%
	陇青3号	当地主栽品种(对照)	
山丹军马场	3 870.00	3 345.00	15.7
山丹县	6 660.00	6 450.00	3.3
黄羊镇	7 080.00	6 750.00	4.9
天祝县	4 725.00	4 500.00	5.0
甘南州	4 800.00	4 350.00	10.3
平均	5 427.00	5 079.00	6.9

4 陇青3号适应地区和推广前景

甘肃省区域试验及生产试验表明,陇青3号品种在不同的环境条件下均表现出产量水平高、增产潜力大、适应性广,是一个优质青稞新品种,具有广阔的推广前景。

5 陇青3号栽培技术要点

5.1 适期早播

陇青3号在海拔1 500~2 000 m地区宜3月中旬播种,在海拔2 000 m以上地区宜3月下旬播种。当土壤解冻10 cm左右时即可顶凌播种,以利攻大穗、多穗。

5.2 合理密植

生产试验表明,陇青3号适宜播种量为262.5~337.5 kg/hm²。当土壤肥力较高、管理措施较好、土壤墒情充足的条件下,可取播量的中下限;在土壤瘠薄、水肥条件较差、土壤墒情欠佳的情况下,可取播量的上限。

5.3 早灌头水

为了促进有效分蘖,增加穗粒数,头水应尽量早浇。在有条件的地区(如井灌区),可在2叶1心至3叶1心时灌头水,最晚不应迟于分蘖初期。

5.4 药剂拌种

播前用0.1%“敌委丹”拌种和包衣处理,防治大麦条纹病和其他病害。

5.5 防杂除草

应将防止品种混杂和防除田间杂草贯穿于生产的全过程,种子田对比更应严加注意,以保持品种种性和保证品种的纯度和净度。

5.6 适时收获、充分晾晒

成熟后应在晴朗天气及时进行机械或者人工收获,尽快脱粒晾晒,当籽粒含水量不超过12%时及时包装入库,避免受潮、霉变,影响籽粒品质。

6 结论

陇青3号为甘肃省农业科学院经济作物与啤酒原料研究所联合甘南藏族自治州农业科学研究所、上海市农业科学院进行小孢子培育选育而成的青稞新品种。陇青3号田间性状表现好,多棱,籽粒蓝色;植株生长良好;穗层整齐;较抗倒伏,抗条纹病和根腐病。陇青3号的品质指标中,氨基酸、支链淀粉、 β -葡聚糖、脂肪质量分数均适合大众消费需求,既能满足主食的营养与口感需求,又具备青稞特有的功能性优势。在甘肃省区域试验及生产试验中,陇青3号品种在不同的环境条件下均表现出产量水平高、增产潜力大、适应性广等特点,具有广阔的推广前景。

参考文献:

- [1] 包奇军,潘永东,郭刚刚,等. 优质、高产、广适粮草双高型二棱青稞新品种:陇青1号[J]. 大麦与谷类科学,2022,39(1):58-61.
- [2] 韩昕丽,梁丹辉. 我国青稞产业经济分析[J]. 中国食物与营养,2024,30(1):14-18.
- [3] 冯烨宏,董超,卫杰,等. 超高产小麦品种烟农1212的选育及推广应用[J]. 种子,2025,44(7):212-216.
- [4] 何瑞芳. 青稞生产在甘南州的技术应用及措施[J]. 农家参谋,2019(22):29.
- [5] 李君,党斌,张杰,等. 青海省3个区域种植青稞的品

- 质特性分析[J]. 青海农林科技,2022(4):7-12,91.
- [6] 邓爱华,杨品红,刘也嘉,等. 青稞 β -葡聚糖超声辅助提取工艺优化[J]. 粮食科技与经济,2022,47(3):108-112.
- [7] 王芳,刘杰,陈涛,等. 青藏高原青稞抗病广适育种技术进展[J]. 中国农业科学,2022,55(12):2289-2306.
- [8] 靳玉龙,白婷,朱明霞,等. 西藏青稞秸秆及其发酵饲料品质分析评价[J]. 大麦与谷类科学,2020,37(3):15-18,25.
- [9] 周喜荣,徐冬丽,王国平,等. 甘南高寒阴湿区宽幅匀播青稞“3414”肥效试验[J]. 寒旱农业科学,2024,3(4):359-363.
- [10] 李风庆,邱黎斌,李明军,等. 甘南州青稞三级良繁体系建设对普惠民生的分析[J]. 河北农机,2024(15):55-57.
- [11] 侯璐,龙有,张调喜. 青稞种质资源对条纹病的抗性鉴定与评价[J]. 四川农业大学学报,2024,42(6):1272-1279.
- [12] 康胜华,侯璐. 青稞种质资源对条纹病的抗性鉴定[J]. 植物保护,2024,50(1):286-294.
- [13] 王志龙,于亚雄,程耿,等. 高产青稞新品种云大麦12号(裸)选育及应用[J]. 种子,2020,39(9):129-131.
- [14] 赵加涛,刘猛道,杨向红,等. 高产大穗型饲料大麦新品种:保大麦16号[J]. 种子,2018,37(5):133-134.
- [15] 刘廷辉,涂洋,李氏昭,等. 四川省青稞育种研究进展与展望[J]. 大麦与谷类科学,2023,40(4):1-5,10.
- [16] 陆瑞菊,黄剑华,王亦菲,等. 应用小孢子离体培养技术培育大麦新品系[J]. 麦类作物学报,2002(4):88-90.
- [17] 陆瑞菊. 大麦游离小孢子培养技术的优化及单倍体耐盐、耐低氮胁迫筛选体系的建立[D]. 南京:南京农业大学,2012:35-42,78-85.
- [18] 冯继林,杨开俊,刘廷辉. 优质高产青稞新品种“康青7号”[J]. 大麦与谷类科学,2007(1):59.
- [19] 向文彬. 青稞新品种:“康青7号”栽培技术[J]. 西藏农业科技,2009,31(1):22-24.

Breeding and Characteristics of New Blue-grain Highland Barley Variety Longqing No.3

Liu Xiaoning¹, Liu Chenghong², Liu Meijin³, Zhao Feng¹, Zhang Huayu¹, Pan Yongdong¹, Chen Zhiwei²,
Lu Ruiju², Guo Jianwei³, Xu Dongli³, Wang Guoping³, Bao Qijun¹

(1. Institute of Economic Crops and Malting Barley Material, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou 730070, China;
2. Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Shanghai 201106, China; 3. Gannan Tibetan Autonomous Prefecture Agricultural
Science Research Institute, Hezuo 747000, China)

Abstract: To address the demand for high-quality, high-yield highland barley in Gannan Prefecture, Tianzhu County, Shandan Military Horse Farm, and other high-altitude regions along the Qilian Mountains in Gansu Province, the Gansu Academy of Agricultural Sciences, in collaboration with the Shanghai Academy of Agricultural Sciences and the Gannan Prefecture Agricultural Science Research Institute, initiated the breeding of a new blue-grain highland barley variety, Longqing No.3, in 2014. This variety focuses on high and stable yields while also emphasizing quality and multi-resistance. The variety is spring-type, medium-early maturing, and multi-angled, with a growth period of approximately 110 days. Its seedlings are semi-crawling, with green leaves. The plant height is about 80.0 cm, the panicle length is approximately 7.0 cm, and the grains per panicle is 45. The thousand-grain weight is approximately 47.0 g, and the number of formed panicles is about 320 000 per 667 m². The grains are blue, oval, and plump, with robust stems that are resistant to dry heat winds and stripe disease. In multiple-site trials, Longqing No.3 achieved an average yield of 6 112.35 kg/hm², with a 7.3% increase compared to the control. In production comparison trials, the average yield of Longqing No.3 was 5 427.00 kg/hm², with a 6.9% increase compared to the control, ranking first among the tested varieties. Longqing No.3 is suitable for widespread cultivation in the aforementioned high-altitude regions.

Key Words: Blue seed; Highland barley; New variety; Longqing No.3

《大麦与谷类科学》广告简则

《大麦与谷类科学》杂志由江苏省农业科学院主管、江苏沿海地区农业科学研究所主办,是中国作物学会大麦专业委员会与江苏省农学会技术性期刊,内容具有创新性、应用性、系统性、导向性,主要报道大麦、小麦、水稻、玉米、高粱、谷子、燕麦等禾谷类作物的研究动态和科研成果,内设栏目有:综述与报告(专家视点)、生理与生态、栽培与育种、土肥与植保、贮藏与加工、资源与环境、品种介绍、现代大农业、简讯与信息、人物介绍等。主要作者与读者为从事农业科研与开发的科技人员、农技推广与农业管理人员、农业企业与农场专业技术人员以及农业大中专院校师生等。本刊国内外公开发行,中国标准连续出版物号:CN32-1769/S(国内),ISSN 1673-6486(国际)。本刊长期开展广告业务,四封及插页均可刊登广告,欢迎来电来函商洽。

广告范围:农作物品种、农作物育种技术、种植技术、农药、化肥、农用激素、农业机械、农业图书资料、农业加工品及副产品等。

广告要求:广告内容必须真实可信,客户应对所宣传的产品质量负责,符合《中华人民共和国广告法》要求。客户须附上《营业执照》和产品技术鉴定证书的复印件,其中《营业执照》复印件必须加盖相应市场监管部门的专用红章。使用商标、标明获奖和获得专利的广告,应用注册商标、颁奖部门及专利局的证书复印件,专利产品应注明专利号。经营肥料、农药、种子的广告,须持有省级主管部门出具的合法有效证明。本刊对广告内容有提出质疑及与客户商榷的权限,泄露国家机密的广告不予刊登。

广告收费:本刊2026年每期封面封底暂不接受广告,封二4000元,封三3000元,彩色整版插页2000元;正文刊登广告插页,整版1000元,半版500元,名片大小250元。本刊对连续刊登同一企业、单位及个人的广告在2次以上者,酌情优惠。

广告贴士:广告费须在广告刊出前一次付清,否则不予刊登。广告刊出后,按期寄送样刊3册。超过3册的,可来函或致电提出,本刊将酌情赠送。

联系电话:0515-88330625

电子信箱:damkx@163.com

邮局汇款:《大麦与谷类科学》杂志编辑部

银行汇款:江苏沿海地区农业科学研究所

账 号:10-400901040004637

网 址:<http://dmkx.cbpt.cnki.net>

邮 编:224002

地 址:江苏省盐城市开放大道北路9号

开户行:盐城市农行建中支行

用 途:协作费或技术服务费