

# 氮肥减施对超级稻玮两优 8612 产量及品质的影响

何嘉辉<sup>1,2</sup> 李艳锋<sup>2</sup> 严天泽<sup>2</sup> 张选文<sup>2</sup> 秦鹏<sup>2</sup>  
郭进有<sup>2</sup> 王凯<sup>2</sup> 刘雄伦<sup>1</sup> 杨远柱<sup>1,2</sup>

(<sup>1</sup>湖南农业大学农学院, 410128, 湖南长沙; <sup>2</sup>袁隆平农业高科技股份有限公司/杂交水稻全国重点实验室/  
农业农村部南方水稻品种创制重点实验室/抗病虫水稻育种湖南省工程实验室, 410128, 湖南长沙)

**摘要** 为探究氮肥减施对玮两优 8612 产量和稻米品质的影响, 确定生产中氮肥减施的可行性, 设置了 0 (N0)、50 (N50)、100 (N100)、150 (N150, 一般氮肥施用量) 和 200 kg/hm<sup>2</sup> (N200) 5 个氮肥施用水平, 连续开展 3 年大田试验, 测试其产量、产量相关性状及稻米品质。结果表明, 与 N150 相比, 适当增施 (N200) 和减施 (N100) 氮肥, 玮两优 8612 的产量无显著增产或减产, 对稻米加工、外观以及蒸煮品质也没有显著影响; N100 处理下稻米蛋白质含量降低, 有助于食味品质提升。综上, 土壤肥力中等偏上的条件下, 在氮肥减施 (N100) 处理下超级稻玮两优 8612 无显著减产; 同时加工和外观品质指标对施氮量不敏感, 氮肥减施下蛋白质含量下降, 可以改善其食味品质。

**关键词** 超级稻; 玮两优 8612; 施氮量; 产量; 稻米品质

水稻 (*Oryza sativa* L.) 是全世界重要的粮食作物之一, 我国有 65% 以上的人口以大米为主食<sup>[1]</sup>。水稻生产事关我国粮食安全, 在人口不断增长、耕地面积有限的情况下, 高产、超高产仍是水稻研究的主题。我国超级稻育种计划开始于 1996 年, 经过 20 多年努力, 我国超级稻研究已取得突破性进展<sup>[2]</sup>。超级稻品种指符合《超级稻品种确认办法》中规定的产量、品质和抗性等各项指标的要求, 经过农业农村部的认定, 才能被冠名为“超级稻”<sup>[3]</sup>。截至 2023 年, 经农业农村部确认, 全国可冠名超级稻的水稻品种共 128 个<sup>[4]</sup>。超级稻品种的选育与推广为促进我国农业生产高产高效发展做出了重要贡献。

氮在水稻生长发育过程中起着至关重要的作用, 水稻植株氮素的营养状况与产量和稻米品质形成等有密切的联系<sup>[5]</sup>。前人<sup>[6-9]</sup>研究表明, 超级稻品种高产通常需要投入大量的氮肥。孙凡<sup>[10]</sup>研究指出, 在 180 和 90 kg/hm<sup>2</sup> 的施氮量下, 超级稻和普通水稻品种之间产量没有显著差异, 说明低施氮条件下超级稻的高产优势并不明显。施用氮肥在一定程度上可以提高水稻产量, 但过量施用可能会造成产量和稻米品质下降、氮肥利用率降低以及环境污染等一系列问题<sup>[11]</sup>。本试验通过系

统分析不同氮肥减用水平对超级稻品种玮两优 8612 产量和品质的影响, 确定其最佳氮肥施用量, 为超级稻的氮肥合理施用提供理论依据与技术支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验于 2021–2023 年在湖南省长沙市宁乡市湖南隆平高科种业科学研究院有限公司关山基地 (112°66'E, 28°32'N) 进行。试验田前茬为水稻, 土壤肥力中上等, 土壤养分基本情况见表 1。2021 年水稻移栽至成熟期内的平均日最低温、日最高温分别为 25.7、32.9 °C, 2022 年分别为 26.2、34.0 °C, 2023 年分别为 25.4、31.9 °C (图 1)。所有气候数据均来自自羲和能源气象大数据平台 (<https://xihe-energy.com/#climate>)。

### 1.2 试验材料与试验设计

选择粳型高产杂交稻玮两优 8612 作为试验材料, 玮两优 8612 分别于 2020 和 2023 年通过长江中下游中粳迟熟组 (国审稻 20206128) 和长江上游中粳迟熟组 (国审稻 20232012) 审定, 2023 年推广面积超过 20 万 hm<sup>2</sup> (300 万亩), 迅速成为南方稻区杂交中稻主推品种之一, 同时, 2023 年

作者简介: 何嘉辉, 主要从事水稻育种研究, E-mail: hjh0340@126.com

杨远柱为通信作者, 主要从事水稻育种研究, E-mail: yzhuyah@163.com; 刘雄伦为共同通信作者, 主要从事水稻抗稻瘟病研究, E-mail: xiongulun@hunau.edu.cn

基金项目: 湖南省科技创新计划项目 (2023NK1010); 深圳市科技计划项目 (KJZD20230923114116031)

收稿日期: 2024-05-07; 修回日期: 2024-06-05; 网络出版日期: 2024-07-24

表 1 土壤基本营养情况  
Table 1 Basic nutrition conditions of soil

年份 Year	pH	水解性氮 Hydrolyzed nitrogen (mg/kg)	有效磷 Available P (mg/kg)	速效钾 Available K (mg/kg)	全氮 Total nitrogen (g/kg)	全磷 Total phosphorus (g/kg)	全钾 Total potassium (g/kg)	有机质 Organic matter (g/kg)
2021	4.98	239.50	0.38	161.50	2.04	0.49	13.30	29.33
2022	5.24	222.44	0.50	134.22	2.04	0.42	14.18	36.02
2023	5.34	235.67	0.24	205.22	2.29	0.47	14.37	38.50

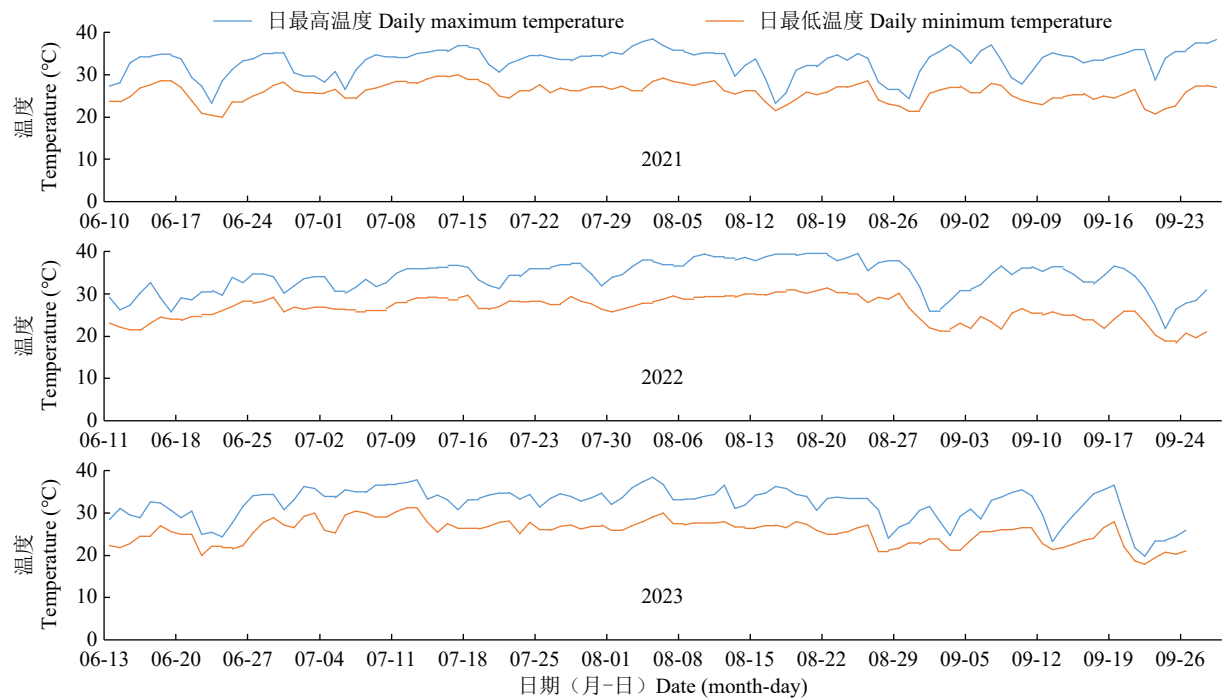


图 1 不同年份水稻移栽至成熟期生长季最低气温和最高气温

Fig.1 Daily minimum and maximum temperatures during the growth season from rice transplanting to maturity in different years

玮两优 8612 被农业农村部确认为超级稻品种。

试验设置了不施氮 (N0)、施氮 50 (N50)、100 (N100)、150 (N150) 和 200 kg/hm<sup>2</sup> (N200) 5 个施氮水平, 根据 2023 年湖南省农业农村厅印发的《湖南省 2023–2025 年主要农作物科学施肥指导意见》推荐氮肥用量 150 kg/hm<sup>2</sup>, 将 N0、N50、N100 视为 3 个氮肥减施处理。每个氮肥处理设 3 次重复, 2 个相邻的小区所施氮肥不同, 小区面积 13.08 m<sup>2</sup>, 每个小区周围设置田埂并覆盖膜, 田埂高 40 cm, 每个小区单独设置排灌水口, 避免串灌。

2021 年于 5 月 20 日播种, 6 月 10 日人工移栽; 2022 年于 5 月 21 日播种, 6 月 11 日移栽; 2023 年于 5 月 23 日播种, 6 月 13 日移栽。同一小区内随机栽插试验材料, 每穴双本移栽, 株行距为 20.0 cm×26.5 cm。不同施氮处理按基肥:分蘖期追肥:幼穗分化始期追肥=2:1:2 施用, 氮肥为尿素 (N 46%)。试验田于耕翻前一次性施入过磷酸钙 40 kg/hm<sup>2</sup> 作基肥; 钾肥施用量 100 kg/hm<sup>2</sup>, 采用 60% 的氯化钾, 并按基肥:幼穗分化期追肥=1:1 施入; 锌肥施用量 5 kg/hm<sup>2</sup>, 采用 22% 的过硫酸锌, 于耕翻前一次性施入。按照常规方法灌溉。

### 1.3 测定项目与方法

#### 1.3.1 土壤基础地力

3 年试验在不同的田块进行。每一年在试验田块耕地平田后, 于基肥施用前 1 d 进行土样采集。按照 5 点取样的方法, 每个取样点去除表层 20 cm 左右的浮土, 取底层土壤, 样品共 5 份。土壤样品在室内自然阴干后, 粉碎过 60 目筛, 每个土壤样品取 150 g 在湖南省农业科学院农化检测中心进行土壤理化性质测定。测定项目包括 pH、水解性氮、有效磷、速效钾、全氮、全磷、全钾和有机质含量。

#### 1.3.2 干物质积累量

分别于抽穗期和成熟期采用平均茎蘖 (每个小区数 20 穴计算平均分蘖) 的方法, 从各小区选取长势一致、有代表性的水稻 3 穴, 植株连根拔出, 清洗、去根, 保留地上部分, 放烘箱经 105 °C 杀青 30 min, 然后 80 °C 烘干至恒

重后称重。

1.3.3 产量 于成熟期各小区取有代表性的 8 穴考察实际穗数，按照平均穗数取 3 穴脱粒后用考种仪（型号 YTS-5D）测定每穗颖花数、结实率与千粒重。各小区全收计产，去除杂质，自然晾晒后测定产量（稻谷折合水分含量为 13.5%）。

1.3.4 稻米品质 成熟期在每个小区选择生长整齐一致的 3 穴，脱粒后装于网袋中，于干燥处自然风干 3 个月后，进行稻米品质性状的测定。根据 NY/T 83-2017<sup>[12]</sup>划分碱消值等级；根据 NY/T 2334-2013<sup>[13]</sup>测定粒长、粒宽、长/宽、垩白粒率、垩白

度和透明度；根据 GB/T 22294-2008<sup>[14]</sup>测定胶稠度；根据 GB/T 15683-2008<sup>[15]</sup>测定直链淀粉含量。

## 1.4 数据处理

采用 Microsoft Excel 2017 录入、整理和计算数据，运用 DPS 数据处理系统进行分析，采用 LSD 法进行数据间的多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同施氮量对超级稻玮两优 8612 生育期及干物质积累的影响

2.1.1 对生育期的影响 由表 2 可知，不同氮肥处

表 2 不同氮肥处理下玮两优 8612 田间生育期

Table 2 Field growth period of Weiliangyou 8612 under different nitrogen application levels 月-日 month-day

年份 Year	处理 Treatment	播种期 Sowing	移栽期 Transplanting	抽穗期 Heading	齐穗期 Full heading	成熟期 Maturity	全生育期 Growth duration (d)
2021	N200	05-20	06-10	08-23	08-26	09-26	129
	N150	05-20	06-10	08-22	08-25	09-25	128
	N100	05-20	06-10	08-21	08-24	09-24	127
	N50	05-20	06-10	08-20	08-23	09-23	126
	N0	05-20	06-10	08-20	08-23	09-23	126
2022	N200	05-21	06-11	08-18	08-23	09-23	125
	N150	05-21	06-11	08-17	08-22	09-22	124
	N100	05-21	06-11	08-16	08-21	09-20	122
	N50	05-21	06-11	08-15	08-20	09-21	123
	N0	05-21	06-11	08-14	08-19	09-18	120
2023	N200	05-23	06-13	08-13	08-17	09-20	120
	N150	05-23	06-13	08-13	08-18	09-20	120
	N100	05-23	06-13	08-12	08-17	09-19	119
	N50	05-23	06-13	08-12	08-16	09-17	117
	N0	05-23	06-13	08-12	08-16	09-17	117

理对超级稻玮两优 8612 生育期有一定的影响。与正常施氮处理（N150）相比，减施氮肥（N100、N50、N0）处理下玮两优 8612 抽穗期提前 1~3 d，齐穗期提前 2~3 d，成熟期提前 2~4 d，全生育期提前 2~4 d；同时，增施氮肥（N200）处理下，抽穗期、齐穗期、成熟期、全生育期均要延后 1 d，生育期最长。

2.1.2 对干物质积累的影响 由表 3 可知，2021 年，低、中、高（N0、N100、N200）氮肥处理之间，抽穗期干物质积累量和收获指数差异不显著；N0 和 N00 处理下成熟期干物质积累量显著低于 N200 处理。2022 年减施氮肥，N100、N50 处理下玮两优 8612 抽穗期干物质积累量与正常施氮处理（N150）差异不显著，N0 处理下抽穗期干物质积累量要显著低于 N150 处理；同时，氮肥减施（N100、N50、N0）下，玮两优 8612 成熟期干物质积累量要显著低于 N150 处理，但收获指数与正

表 3 不同施氮水平下玮两优 8612 干物质积累量及收获指数

Table 3 Dry matter accumulation and harvest indexes of Weiliangyou 8612 under different nitrogen fertilizer application levels

年份 Year	处理 Treatment	干物质积累量 Dry matter accumulation (t/hm <sup>2</sup> )		收获指数 Harvest index (%)
		抽穗期 Heading stage	成熟期 Maturity stage	
2021	N200	15.52±1.01a	23.09±2.06a	49.41±3.66a
	N100	14.90±1.42a	18.20±0.41b	51.66±1.33a
	N0	13.69±0.34a	18.09±1.76b	51.75±3.01a
2022	N200	14.09±1.00ab	19.66±0.76ab	53.41±0.82b
	N150	14.53±0.44a	20.83±0.97a	55.56±0.44a
	N100	13.14±0.17ab	17.58±1.10cd	55.79±0.96a
	N50	13.45±1.57ab	18.31±0.97bc	55.15±0.90ab
	N0	12.28±1.43b	15.58±1.56d	54.69±1.86a
2023	N200	—	18.05±1.38a	58.59±1.07ab
	N150	—	18.08±1.17a	57.59±1.82ab
	N100	—	17.40±0.99ab	60.03±1.32a
	N50	—	15.12±0.45bc	58.99±0.63ab
	N0	—	13.01±1.74c	56.54±2.13b

同栏内不同小写字母者表示在  $P < 0.05$  水平上差异显著。下同。  
Different lowercase letters in the same column indicate significant differences at the  $P < 0.05$  level. The same below.

常施氮处理（N150）无显著差异。说明与正常施氮处理（N150）相比，一定程度减施氮肥（0~150 kg/hm<sup>2</sup>），超级稻玮两优 8612 成熟期植株干物质积累量会显著下降，但对收获指数没有显著影响。

2.2 氮肥减施对超级稻玮两优 8612 产量及其构成因素的影响

连续 3 年试验结果（表 4）表明，在正常施氮（N150）的基础上，增施氮肥（N200）未显著提升玮两优 8612 的单产，甚至在 2021 和 2022 年度试验产量有所下降；同时，对单位面积有效穗数、穗粒数和千粒重的影响也不显著；有 2 个年度试验

结实率显著提高。在正常施氮的基础上，减施氮肥（N100 处理）玮两优 8612 的产量变化不显著，甚至 2022 年度试验单产略有提升；减施氮肥（N50 处理）仅 2023 年度试验减产显著；N0 处理下 3 个年度试验均显著减产。产量构成因素方面，除 2023 年 N100 处理下的结实率显著低于 N150 处理外，N100、N50 处理下的单位面积有效穗数、穗粒数、结实率及千粒重与 N150 相比均无显著差异；与 N150 处理相比，N0 处理下不同年份间导致减产的产量构成因素并不一致。可见，适当减施氮肥不会影响超级稻玮两优 8612 产量构成因素之间的协调，对其产量未造成显著的影响。

表 4 不同施氮水平下玮两优 8612 产量及其构成因素  
Table 4 Yield and its components of Weiliangyou 8612 under different nitrogen application levels

年份 Year	处理 Treatment	产量 Yield (t/hm <sup>2</sup> )	有效穗数 Effective panicle number (/m <sup>2</sup> )	穗粒数 Spikelets per panicle	结实率 Seed-setting rate (%)	千粒重 1000-grain weight (g)
2021	N200	11.45±0.51a	270.44±9.50a	218.67±20.03ab	81.90±4.41a	25.23±0.12a
	N150	12.16±0.41a	250.94±13.21ab	221.33±2.08ab	74.90±3.81b	24.90±0.46a
	N100	12.10±0.47a	245.91±8.51b	207.33±19.86b	75.83±1.72ab	24.67±1.04a
	N50	11.47±0.59a	228.93±6.07bc	239.00±12.12a	76.75±4.59ab	25.00±0.80a
	N0	10.59±0.34b	215.85±19.41c	194.00±22.72b	81.65±1.52a	25.80±0.53a
2022	N200	10.61±0.20a	208.57±19.88a	244.60±17.28ab	90.30±0.71a	24.73±1.05ab
	N150	10.88±0.85a	204.66±1.35a	260.95±8.95a	85.73±2.07b	25.03±0.26a
	N100	11.06±0.67a	201.54±9.94a	249.97±12.69a	86.70±3.82ab	24.73±0.21a
	N50	10.88±0.17a	211.50±14.37a	248.32±16.42ab	86.64±1.74ab	24.48±0.37ab
	N0	9.64±0.61b	224.98±23.20a	226.07±9.60b	85.90±1.84b	23.93±0.15b
2023	N200	12.21±0.13a	184.28±5.76a	248.98±6.48a	86.94±1.45ab	26.56±1.17a
	N150	11.68±0.29ab	191.04±14.81a	235.06±26.16ab	88.34±1.36a	26.62±0.74a
	N100	11.29±0.47b	194.97±17.12a	245.05±22.87ab	85.49±1.66b	25.98±0.56a
	N50	10.52±0.34c	188.68±9.12a	249.29±7.85a	87.06±1.98ab	25.89±0.91a
	N0	9.61±0.72d	176.67±2.81a	217.61±15.81b	86.24±0.72ab	24.30±0.62b
均值 Mean	N200	11.42	225.00	237.42	86.38	25.51
	N150	11.57	216.26	239.11	82.99	25.52
	N100	11.49	214.66	234.12	82.67	25.13
	N50	10.95	210.76	245.54	83.48	25.12
	N0	9.95	203.75	212.56	84.60	24.68
方差分析 Analysis of variance						
F 值 F-value 年 Y		13.83**	69.53**	16.68**	67.78**	17.11**
处理 T		17.40**	3.23*	6.50**	2.84*	2.66*
年×处理 Y×T		2.85*	3.15**	NS	2.62*	2.88*

“\*”表示在  $P < 0.05$  水平上差异显著；“\*\*”表示在  $P < 0.01$  水平上差异极显著；NS 表示在  $P < 0.05$  水平上差异不显著。  
“\*” indicates significant difference at the  $P < 0.05$  level; “\*\*” indicates extremely significant difference at the  $P < 0.01$  level; NS indicates no significant difference at the  $P < 0.05$  level.

2.3 氮肥减施对超级稻玮两优 8612 稻米品质的影响

2.3.1 对加工品质的影响 总体上，减施氮肥下玮两优 8612 的出糙率和整精米率呈下降趋势，N0 处理的出糙率、整精米率与正常施氮处理（N150）相比 3 年平均分别降低 1.17% 和 6.18%；其中，N100

处理下玮两优 8612 稻米的出糙率和整精米率略有下降，3 年平均分别下降 0.08% 和 2.47%，但均未达到显著水平（表 5）。由此可见，适当减施氮肥并不会对超级稻的加工品质造成显著影响。

2.3.2 对外观品质的影响 总体上，施氮量越低，玮两优 8612 的长宽比越大，垩白粒率和垩白度越

表 5 不同施氮水平下玮两优 8612 的加工品质							%
Table 5 Processing quality of Weiliangyou 8612 under different nitrogen application levels							
处理 Treatment	2021		2022		2023		
	出糙率 Brown rice rate	整精米率 Head milled rice rate	出糙率 Brown rice rate	整精米率 Head milled rice rate	出糙率 Brown rice rate	整精米率 Head milled rice rate	
N200	73.20±1.57a	63.64±4.40a	78.77±0.09a	58.45±2.88a	79.57±0.15a	64.83±0.81a	
N150	71.35±2.19a	62.91±5.54a	78.50±0.12a	58.10±0.96a	79.33±0.21a	64.10±0.61abc	
N100	71.19±0.39a	58.45±3.44a	78.50±0.38a	57.81±0.73ab	79.30±0.53ab	64.27±0.45ab	
N50	70.66±1.55a	60.04±0.25a	77.82±0.08b	55.67±1.78ab	78.77±0.06b	63.37±0.38bc	
N0	70.79±0.69a	56.51±4.04a	77.67±0.35b	53.99±3.09b	78.03±0.32c	63.17±0.15c	

高；其中，N100 处理下玮两优 8612 稻米的垩白粒率和垩白度与 N150 处理相比 3 年平均分别上升了 3.3 和 0.6 个百分点，但除 2022 年度试验的垩白粒率外，其他 2 个年度试验差异均未达到显著水平（表 6），说明适当增加氮肥施用量可以改善稻米的外观品质，当然，年度间外观品质的差异也可能是灌浆成熟期温光条件的差异所致，有待进一步研究。

表 6 不同施氮水平下玮两优 8612 的外观品质									
Table 6 Appearance quality of Weiliangyou 8612 under different nitrogen application levels									
处理 Treatment	2021			2022			2023		
	长宽比 L/W	垩白粒率 CR (%)	垩白度 CD (%)	长宽比 L/W	垩白粒率 CR (%)	垩白度 CD (%)	长宽比 L/W	垩白粒率 CR (%)	垩白度 CD (%)
N200	3.32±0.07a	15.33±1.84c	4.33±0.77c	3.18±0.04a	13.42±3.09c	5.61±2.05b	3.43±0.06a	17.00±4.24b	4.95±1.34c
N150	3.30±0.06a	14.75±5.24c	4.34±1.64c	3.20±0.03a	17.50±3.78bc	7.42±1.37ab	3.40±0.00a	21.50±0.71ab	6.95±0.21ab
N100	3.35±0.02a	19.69±2.55bc	5.22±0.68bc	3.17±0.01a	24.00±1.75a	9.90±0.34a	3.40±0.00a	20.00±2.83ab	5.45±0.49bc
N50	3.37±0.06a	25.92±1.38a	7.72±0.83a	3.18±0.09a	21.33±1.76ab	9.32±0.90a	3.43±0.06a	27.00±2.83a	8.45±0.35a
N0	3.34±0.02a	24.75±2.65ab	6.78±1.38ab	3.24±0.04a	23.25±1.25a	9.22±2.16a	3.37±0.06a	19.50±2.12b	7.15±0.64ab

L/W: 长宽比, CR: 垩白粒率, CD: 垩白度。  
L/W: ratio of length to width of kernel, CR: chalkiness rate, CD: chalkiness degree.

2.3.3 对蒸煮和营养品质的影响 总体上，不同施氮量处理对玮两优 8612 的直链淀粉含量、碱消值和胶稠度影响不大，2023 年直链淀粉含量、碱消值和胶稠度的差异均未达到显著性水平（表 7）。此外，施氮量越低，玮两优 8612 的稻米蛋白质含量越低（图 2），N100 处理下稻米蛋白质含量 3 年平均值为 7.27%，较 N150 处理降低了 6.30%。减施氮肥有助于玮两优 8612 食味品质的提升。

表 7 不同施氮水平下玮两优 8612 的蒸煮品质									
Table 7 Cooking quality of Weiliangyou 8612 under different nitrogen application levels									
处理 Treatment	2021			2022			2023		
	直链淀粉含量 AC (%)	碱消值 ASV	胶稠度 GC (mm)	直链淀粉含量 AC (%)	碱消值 ASV	胶稠度 GC (mm)	直链淀粉含量 AC (%)	碱消值 ASV	胶稠度 GC (mm)
N200	12.60±0.17b	3.20±0.10b	70.33±6.51a	13.15±0.57ab	3.00±0.00a	75.83±2.31a	11.33±0.29a	3.00±0.00a	80.67±4.51a
N150	13.07±0.15a	3.23±0.06ab	71.33±1.15a	12.85±0.04ab	3.07±0.12a	74.33±5.35a	11.83±0.47a	3.00±0.00a	81.33±5.51a
N100	12.67±0.21ab	3.20±0.10b	75.00±2.65a	13.45±0.50ab	3.13±0.22a	78.83±3.82a	11.67±0.40a	3.00±0.00a	82.33±4.04a
N50	12.70±0.20ab	3.50±0.17ab	72.33±1.53a	13.58±0.36a	3.22±0.28a	78.33±4.54a	11.73±0.40a	3.17±0.29a	79.67±0.58a
N0	12.97±0.40ab	3.57±0.38a	74.67±1.53a	12.68±0.53b	3.15±0.27a	74.50±3.91a	11.53±0.15a	3.07±0.12a	81.67±4.51a

AC: 直链淀粉含量, ASV: 碱消值, GC: 胶稠度, 下同。  
AC: amylose content, ASV: alkali spreading value; GC: gel consistency, the same below.

2.4 不同氮肥处理对超级稻玮两优 8612 稻谷储存期理化指标的影响 不同氮肥用量处理的玮两优 8612 稻谷储存 15 个月（收获后放置 15 个月）后，与储存 3 个月（收获后放置 3 个月）相比，碱消值无显著变化；稻米胶稠度出现了不同程度的下降，其中 N100、N50 处理的稻米胶稠度显著下降；过量减施氮肥（N50 和 N0），稻米直链淀粉含量显著下降（表 8）。说明施氮量过少，在储存过程中其稻米理化指标衰退较快，不利于稻米品质的保持。

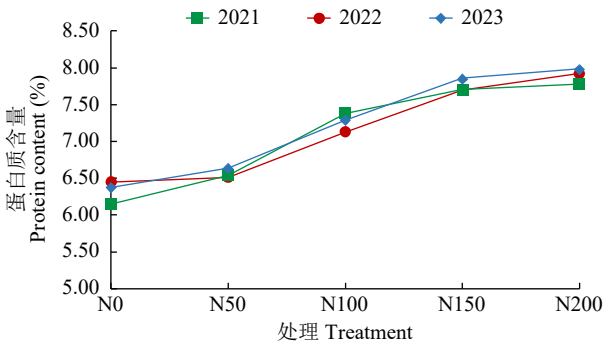


图 2 不同施氮水平对玮两优 8612 蛋白质含量的影响  
Fig.2 Effects of different nitrogen application levels on protein content of Weiliangyou 8612

表 8 不同施氮水平下玮两优 8612 稻米储藏后理化指标变化  
Table 8 Changes in rice physicochemical indicators of Weiliangyou 8612 after storage under different nitrogen application levels

处理 Treatment	储存时间（月） Storage time (month)	直链淀粉含量 AC (%)	碱消值 ASV	胶稠度 GC (mm)
N200	3	13.43±0.14a	3.00±0.00a	74.50±2.12a
	15	13.24±0.11a	3.00±0.00a	70.33±1.15a
N150	3	12.82±0.05a	3.00±0.00a	71.00±1.41a
	15	13.03±0.13a	3.00±0.00a	68.50±0.71a
N100	3	12.87±0.52a	3.11±0.19a	78.00±1.41a
	15	13.13±0.39a	3.38±0.06a	67.00±1.41b
N50	3	13.24±0.29a	3.00±0.00a	83.50±0.71a
	15	11.92±0.04b	3.00±0.00a	60.50±0.71b
N0	3	13.29±0.16a	3.00±0.00a	70.00±2.83a
	15	12.34±0.03b	3.00±0.00a	68.00±1.00a

3 讨论

超级稻品种的超高产记录一般是在理想栽培环境下实现的，如充足的光温资源、较高的土壤肥力以及氮肥等资源的大量投入<sup>[11,16]</sup>。Chen 等<sup>[17]</sup>比较了超级稻品种和普通杂交稻品种在不同氮肥条件下的产量表现，结果表明在氮肥施用量为 225 kg/hm<sup>2</sup> 条件下，超级稻品种比普通杂交稻品种的产量高 11.3%~14.1%，但是氮肥用量下降至 150 kg/hm<sup>2</sup> 时，二者的产量没有显著差异。本研究中，2021 和 2022 年度试验表明，在正常施氮（150 kg/hm<sup>2</sup>）基础上增施氮肥可以显著提高超级稻玮两优 8612 的结实率，但产量、有效穗数、穗粒数及千粒重没有发生显著的变化。同时，在 N150 的基础上减施氮肥，N100 处理 3 年平均单产为 11.49 t/hm<sup>2</sup>，与 N150 处理（11.57 t/hm<sup>2</sup>）基本持平。结果表明，适当减施氮肥不会影响超级稻玮两优 8612 产量构成因子之间的协调，对其产量未造成显

著影响，这可能与超级稻玮两优 8612 自身具有氮肥高效利用特性有关。

研究<sup>[18]</sup>表明，增施氮肥会使稻米加工品质和营养品质提高，但外观品质和蒸煮食味品质会变差。万靓军等<sup>[19]</sup>研究指出，增施氮肥可显著改善稻米外观品质，增加稻米蛋白质含量，降低直链淀粉含量，改善稻米营养品质。本研究中，增施氮肥（N200）处理可以提高超级稻玮两优 8612 稻米的出糙率和整精米率，同时降低稻米垩白粒率和垩白度；减施氮肥（N100、N50、N0）处理稻米的出糙率和整精米率下降，垩白粒率和垩白度增加。适量的减施氮肥（N100）对超级稻玮两优 8612 的加工、外观及蒸煮品质无显著影响。此外，减施氮肥稻米蛋白质含量下降，有助于食味品质的提升<sup>[20-21]</sup>，本研究中，N100 处理下稻米蛋白质含量 3 年平均值为 7.27%，较 N150 处理降低了 6.30%，食味品质得到改善。Liang 等<sup>[22]</sup>研究了氮肥施用对水稻贮藏后品质的影响，发现合理的施氮量对于获得优质蒸煮和食味品质尤为重要，然而，高氮可能有利于在存储期间保持蒸煮和食味品质的稳定性。在本研究中发现，不同氮肥处理下超级稻玮两优 8612 储存期内稻米碱消值无显著变化，N100、N50 处理下储存 15 个月后稻米胶稠度均显著下降，N50、N0 处理下储存 15 个月后稻米直链淀粉含量均出现了显著的下降。说明氮肥用量会对超级稻玮两优 8612 储存期内稻米理化指标的变化造成影响，低氮条件下稻谷储存过程中理化指标衰退更快，从而影响其蒸煮品质。

4 结论

在推荐氮肥用量 150 kg/hm<sup>2</sup> 的基础上适当增施氮肥（200 kg/hm<sup>2</sup>），超级稻玮两优 8612 的产量没有显著提高；适当减施氮肥（100 kg/hm<sup>2</sup>）玮两优 8612 的产量也没有出现显著下降。同时 100、150 kg/hm<sup>2</sup> 处理下玮两优 8612 稻米加工、外观以及蒸煮品质指标没有出现显著的变化。因此，土壤肥力中等偏上的条件下，在 150 kg/hm<sup>2</sup> 的基础上适当减施氮肥，即氮肥施用量为 100~150 kg/hm<sup>2</sup> 时，能够保证超级稻玮两优 8612 获得较高的产量；加工、外观品质对施氮量不敏感，同时蛋白质含量下降，可以改善其食味品质。

参考文献

[1] 方福平, 程式华. 水稻科技与产业发展. 农学报, 2018, 8(1): 92-98.

- [2] 程式华. 中国水稻育种百年发展与展望. 中国稻米, 2021, 27(4): 1-6.
- [3] 梁健, 吕修涛, 冯宇鹏, 等. 我国超级稻发展现状及建议. 中国稻米, 2020, 26(3): 1-4.
- [4] 国家水稻数据中心. 农业农村部冠名的超级稻示范推广品种. (2023-07-05)[2024-05-07]. <https://ricedata.cn/variety/superice.htm>.
- [5] 徐富贤, 熊洪, 谢戎, 等. 水稻氮素利用效率的研究进展及其动向. 植物营养与肥料学报, 2009, 15(5): 1215-1225.
- [6] 李建武, 郭夏宇, 彭玉林, 等. 超级稻湘两优 900 百亩片单产 16.35 t/hm<sup>2</sup> 超高产栽培技术. 中国稻米, 2020, 26(3): 61-63.
- [7] 李建武, 张玉烛, 吴俊, 等. 超高产水稻新组合 Y 两优 900 百亩方 15.40t/hm<sup>2</sup> 高产栽培技术研究. 中国稻米, 2014, 20(6): 1-4.
- [8] Ju C, Buresh R J, Wang Z, et al. Root and shoot traits for rice varieties with higher grain yield and higher nitrogen use efficiency at lower nitrogen rates application. Field Crops Research, 2015, 175: 47-55.
- [9] 许阳东, 朱宽宇, 章星传, 等. 绿色超级稻品种的农艺与生理性状分析. 作物学报, 2019, 45(1): 70-80.
- [10] 孙凡. 绿色超级稻和超级稻在简化栽培模式下的农艺表现. 武汉: 华中农业大学, 2017.
- [11] 张刚, 王德建, 俞元春, 等. 秸秆全量还田与氮肥用量对水稻产量、氮肥利用率及氮素损失的影响. 植物营养与肥料学报, 2016, 22(4): 877-885.
- [12] 中华人民共和国农业部. 米质测定方法: NY/T 83-2017. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [13] 中华人民共和国农业部. 稻米整精米率、粒型、垩白粒率、垩白度及透明度的测定 图像法: NY/T 2334-2013. 北京: 中国标准出版社, 2013.
- [14] 国家质量监督检验检疫总局. 粮油检验 大米胶稠度的测定: GB/T 22294-2008. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [15] 国家质量监督检验检疫总局. 大米 直链淀粉含量的测定: GB/T 15683-2008. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [16] 敖和军, 王淑红, 邹应斌, 等. 超级杂交稻干物质生产特点与产量稳定性研究. 中国农业科学, 2008, 41(7): 1927-1936.
- [17] Chen S, Wang D, Xu C, et al. Responses of super rice (*Oryza sativa* L.) to different planting methods for grain yield and nitrogen-use efficiency in the single cropping season. PLoS ONE, 2017, 9(8): e104950.
- [18] 张倩倩, 殷春渊, 王书玉, 等. 水稻氮肥利用现状及其对稻米品质影响的研究进展. 种业导刊, 2023(1): 3-6.
- [19] 万靓军, 张洪程, 霍中洋, 等. 氮肥运筹对超级杂交粳稻产量、品质及氮素利用率的影响. 作物学报, 2007, 32(2): 175-182.
- [20] 石吕, 张新月, 孙惠艳, 等. 不同类型水稻品种稻米蛋白质含量与蒸煮食味品质的关系及后期氮肥的效应. 中国水稻科学, 2019, 33(6): 541-552.
- [21] 路凯, 赵庆勇, 周丽慧, 等. 稻米蛋白质含量与食味品质的关系及其影响因素研究进展. 江苏农业学报, 2020, 36(5): 1305-1311.
- [22] Liang H L, Tao D B, Zhang Q, et al. Nitrogen fertilizer application rate impacts eating and cooking quality of rice after storage. PLoS ONE, 2021, 16(6): e0253189.

## The Effects of Reducing Nitrogen Fertilizer Application on the Yield and Quality of Super Rice Weiliangyou 8612

He Jiahui<sup>1,2</sup>, Li Yanfeng<sup>2</sup>, Yan Tianze<sup>2</sup>, Zhang Xuanwen<sup>2</sup>, Qin Peng<sup>2</sup>,  
Guo Jinyou<sup>2</sup>, Wang Kai<sup>2</sup>, Liu Xionglun<sup>1</sup>, Yang Yuanzhu<sup>1,2</sup>

(<sup>1</sup>College of Agronomy, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, Hunan, China;

<sup>2</sup>Yuan Longping High-Tech Agriculture Co., Ltd./National Key Laboratory of Hybrid Rice/Key Laboratory of Southern Rice Innovation & Improvement, Ministry of Agriculture and Rural Affairs/Hunan Engineering Laboratory of Disease and Pest Resistant Rice Breeding, Changsha 410128, Hunan, China)

**Abstract** To investigate the impact of reducing nitrogen fertilizer application on the yield and rice quality of Weiliangyou 8612, and to determine the feasibility of reducing nitrogen fertilizer application in production, five levels of nitrogen fertilizer application were set at 0 (N0), 50 (N50), 100 (N100), 150 (N150, general nitrogen fertilizer application amount), and 200 kg/ha (N200), a three-year field experiment was conducted to test its yield, yield-related traits, and rice quality. The results showed that compared with N150, appropriate increases (N200) and reductions (N100) in nitrogen fertilizer application did not significantly increase or decrease the yield of Weiliangyou 8612, nor did it have a significant impact on rice processing, appearance, and cooking quality. However, reducing nitrogen fertilizer application reduced the protein content of rice, which was helpful for improving the taste quality. In conclusion, under the condition of medium to above soil fertility, super rice Weiliangyou 8612 had no significant yield reduction under the treatment of nitrogen reduction (N100). Furthermore, processing and appearance quality indicators were not sensitive to nitrogen application rate, and a reduction in nitrogen fertilizer application led to a decrease in protein content, which could improve its taste quality.

**Key words** Super rice; Weiliangyou 8612; Nitrogen application rates; Yield; Rice quality