

不同形态氮肥配比对西瓜生长发育及 氮肥利用率的影响

唐超男¹, 杜少平¹, 马红艳¹, 邓云霄², 张俊峰¹, 马彦霞¹, 蒯佳琳¹
(1. 甘肃省农业科学院蔬菜研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 环县曲子镇政府
农业服务中心, 甘肃 环县 745700)

摘要: 为明确不同形态氮肥及配比对西瓜生产性能的影响, 为西瓜栽培中氮肥选择提供依据。以陇抗9号为供材, 在等氮水平(N 200 kg/hm²)下, 设3种形态氮肥(酰胺态氮、硝态氮、铵态氮)和3种硝铵配比(70%硝态氮+30%铵态氮、50%硝态氮+50%铵态氮、30%硝态氮+70%铵态氮)处理, 研究了不同施肥处理对西瓜干物质积累、产量、品质及氮素养分积累利用指标的影响。结果表明, 单一氮肥种类对西瓜植株干物质积累、产量、氮素养分积累及利用的影响为硝态氮>酰胺态氮>铵态氮; 70%硝态氮+30%铵态氮能够维持较好的果实品质, 其西瓜产量、经济收益、氮肥利用率和偏生产力最高, 与酰胺态氮相比, 西瓜产量提高了15.24%、经济收入增加了6 056元/hm²、氮肥利用率提高了7.95个百分点、氮肥偏生产力增加了15.24%。综上所述, 西瓜生产在施氮200 kg/hm²水平下以70%硝态氮+30%铵态氮的比例投入为佳, 适宜在实际生产中应用。

关键词: 氮素形态配比; 西瓜; 产量; 品质; 氮肥利用率

中图分类号: S651

文献标志码: A

文章编号: 2097-2172(2024)09-0864-07

doi: 10.3969/j.issn.2097-2172.2024.09.016

Effects of Different Forms and Ratios of Nitrogen Fertilizer on the Growth and Development of Watermelon and Nitrogen Fertilizer Utilization Efficiency

TANG Chaonan¹, DU Shaoping¹, MA Hongyan¹, DENG Yunxiao², ZHANG Junfeng¹,
MA Yanxia¹, KUAI Jialin¹

(1. Vegetable Research Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China;
2. Huanxian Quzi Township Government Agricultural Service Centre, Huanxian Gansu 745700, China)

Abstract: In order to explore the effect of different forms of nitrogen fertilizer and their ratios on the production performance of watermelon, so as to provide a basis for nitrogen fertilizer selection in watermelon cultivation, Longkang 9 was selected as the experimental material. The effects of different fertilization treatments on dry matter accumulation, yield, quality and nitrogen accumulation and utilization indexes of watermelon were studied by using three nitrogen fertilizer treatments (amide nitrogen, nitrate nitrogen and ammonium nitrogen) and three ammonium nitrate ratios (70% nitrate nitrogen+30% ammonium nitrogen, 50% nitrate nitrogen+50% ammonium nitrogen, 30% nitrate nitrogen+70% ammonium nitrogen) with same amount of nitrogen application rate applied (N 200 kg/ha). The results showed that the effects of single nitrogen fertilizer on dry matter accumulation, yield, nitrogen accumulation and utilization of watermelon plants were nitrate nitrogen>amide nitrogen> ammonium nitrogen. 70% nitrate nitrogen+30% ammonium nitrogen could maintain better fruit quality, and watermelon yield, economic benefit, nitrogen utilization rate and partial productivity were the highest. Compared with amide nitrogen, watermelon yield increased by 15.24%, economic income increased by 6 056 Yuan/ha, nitrogen utilization rate increased by 7.95%, and nitrogen partial productivity increased by 15.24%. Therefore, it is better to use 70% nitrate nitrogen+30% ammonium nitrogen in watermelon production at the nitrogen application level of 200 kg/ha, which is suitable for practical application.

Key words: Nitrogen fertilizer form and ratio; Watermelon; Yield; Fruit quality; Nitrogen utilization rate

西瓜(*Citrullus lanatus*)为葫芦科(*Cucurbitaceae*) 西瓜属(*Citrullus*)作物, 其果实多汁味甜、性凉爽

收稿日期: 2024-05-09

基金项目: 甘肃省农业科学院博士基金项目(2022GAAS61); 国家西甜瓜产业技术体系-土壤与养分管理岗位(CARS-25)。

作者简介: 唐超男(1994—), 女, 甘肃陇南人, 助理研究员, 主要从事瓜果栽培生理研究工作。Email: 1805386199@qq.com。

通信作者: 杜少平(1979—), 男, 甘肃静宁人, 研究员, 主要从事西甜瓜水肥高效栽培研究工作。Email: dushaoping2007@163.com。

口, 深受人们的喜爱, 在世界范围内得到广泛种植^[1]。氮素对西瓜的生长发育、产量和品质有极其重要的作用^[2-5]。当前市场上的商品氮肥主要有酰胺态氮肥(尿素)、硝态氮肥(硝酸钙、硝酸钾等)和铵态氮肥(碳铵、硫酸铵、氯化铵等)。作物对不同形态氮肥的吸收利用方式不同, 硝态氮和铵态氮可直接被作物吸收利用, 而酰胺态氮需经脲酶水解为碳酸铵或碳酸氢铵后才能被吸收利用^[6-8]。作物在长期进化过程中形成了对不同形态氮素选择性吸收的特性, 是影响其生产力与氮肥利用率不可忽视的因素^[9]。

由于种类与生长环境不同, 适合作物生长的氮素养分形态及混合施用配比亦有所不同。代新俊等^[10]发现酰胺态氮可以显著提高强筋小麦的产量和籽粒含氮量, 改善小麦品质。研究发现, 硝铵比为 50 : 50 时, 可以改善干旱胁迫下水稻根系发育、缓解光合损伤、促进氮素的吸收和累积^[11]; 增强低温胁迫中棉花幼苗的叶绿素含量, 维持代谢平衡, 显著增强其抗冷性^[12-13]; 提高甜瓜叶片内源保护酶活性, 降低膜脂过氧化产物含量, 提高果实产量和品质^[14]。此外, 班甜甜等^[15-16]研究发现, 在酰胺态氮与铵态氮比例为 50 : 50 下培养黄瓜, 有助于植株干物质积累, 提高 N 素养分吸收速率, 促进 P、K、Ca、Mg、Fe 等营养元素的均衡吸收。

迄今, 不同形态氮肥对西瓜生长发育影响的研究在国内外报道尚少, 致使西瓜生产过程中的氮肥管理较盲目。因此, 我们研究了不同形态氮肥及其配比对西瓜生长发育及氮肥利用率的影响, 明确了适宜西瓜生产的氮肥管理方案, 以期为西瓜栽培中氮肥的选择及其利用效率的提高提供科学依据, 完善西北地区西瓜的科学施肥技术体系。

1 材料与与方法

1.1 试验地概况

试验地位于甘肃省农业科学院张掖节水试验站(东经 100° 26'、北纬 38° 56', 海拔 1 570 m), 属于黑河流域灌区, 典型温带荒漠性气候, 年平均气温 7.3 °C, 年日照时数 3 085 h, >0 °C 的有效积温 3 388 °C, 年降水量不足 101.2 mm, 西瓜生育时期平均降水量 40.5 mm, 蒸发量 927.2 mm。耕层(0~20 cm)土壤含有机质 20.20 g/kg、全氮 1.03

g/kg、速效磷 17.42 mg/kg、速效钾 106.65 mg/kg、pH 8.48。

1.2 供试材料

供试西瓜品种为陇抗 9 号(由甘肃民圣农业科技有限责任公司提供)。酰胺态氮肥为尿素(含 N 46%, 由云南云天化股份有限公司提供), 铵态氮肥为碳酸氢铵(含 N 17.1%, 由山东华鲁恒升化工股份有限公司提供), 硝态氮肥为硝酸钾[含 N 13.5%、K₂O 45%, 由艾格拉(北京)农业科技有限公司提供], 磷肥为普通过磷酸钙(含 P₂O₅ 16%, 由云南襄派化肥有限公司提供), 钾肥为硫酸钾(含 K₂O 52%, 由唐山三孚钾肥有限公司提供)。

1.3 试验方法

试验在等氮条件下(N 200 kg/hm²)进行, 设 3 种形态氮肥(酰胺态氮、硝态氮、铵态氮)和 3 种硝铵配比(70%硝态氮+30%铵态氮、50%硝态氮+50%铵态氮、30%硝态氮+70%铵态氮)处理, 以不施氮肥处理为对照(T0), 各处理 N 素养分投入情况见表 1。

表 1 试验处理施肥方案

处理	描述	N 肥施用量/(kg/hm ²)		
		CO(NH ₂) ₂ -N	NO ₃ ⁻ -N	NH ₄ ⁺ -N
T0	不施氮肥			
T1	酰胺态氮	200		
T2	硝态氮		200	
T3	70%硝态氮+30%铵态氮		140	60
T4	50%硝态氮+50%铵态氮		100	100
T5	30%硝态氮+70%铵态氮		60	140
T6	铵态氮			200

试验采用随机区组设计, 3 次重复, 小区面积 32 m²。于 2023 年 5 月中旬播种, 8 月上旬收获, 采用全膜覆盖和宽窄行栽培模式, 窄行 0.6 m, 宽行 0.9 m, 株距 55 cm。各处理磷肥(P₂O₅ 170 kg/hm²)和钾肥(K₂O 260 kg/hm²)作底肥一次施入; 除 T0 处理外, 各处理氮肥按试验设计总量的 30%作为底肥, 坐果期和成熟期分别追施 40%和 30%。

1.4 测定指标与方法

1.4.1 生物量 于伸蔓期、坐果期、成熟期随机选取西瓜植株, 将其地上部置于生物干燥箱中 105 °C 杀青 30 min, 然后 80 °C 烘干至恒重, 称其干物质质量, 并计算干物质积累速率。

$$\text{干物质积累速率}[\text{g}/(\text{株}\cdot\text{d})]=\text{(M1-M2)}/\text{D}$$

式中, $M1$ 为当前采集样本干物质质量, $M2$ 为前一次采集样本干物质质量, D 为连续 2 次样本采集时间间隔天数。

1.4.2 产量及品质 西瓜成熟后, 根据小区面积计算产量。每个小区选取代表性果实 10 个, 称其单瓜质量, 然后将果实纵切, 采用手持测糖仪测定中心和边缘部位可溶性固形物含量; 通过 2,6-二氯酚靛酚滴定法测定维生素 C(V_c)含量^[14]。

1.4.3 植株全氮含量及氮肥利用率 取伸蔓期、坐果期、成熟期植株与果实烘干样本, 粉碎后过筛(0.25 mm), 混匀后称取 0.2 g, $H_2SO_4-H_2O_2$ 法消煮分解后定容至 100 mL, 采用凯氏定氮法测定全 N 含量, 计算氮素积累量、氮肥利用率及氮肥偏生产力^[3]。

$$\text{氮素积累量}=\text{D}\times\text{N}$$

$$\text{氮肥利用率}=\text{(N1-N0)}/\text{F}$$

$$\text{氮肥偏生产力}=\text{Y}/\text{F}$$

式中, D 为干物质积累量, N 为氮素含量, $N1$ 为施氮处理西瓜收获时地上部的氮素积累量, $N0$ 为未施氮处理西瓜收获时地上部的氮素积累量, Y 为施氮处理所获得的西瓜产量, F 为化肥氮的投入总量。

1.5 数据分析

使用 SPSS 22.0 软件的单因素(one-way ANOVA)和 Duncan 法进行方差分析, 采用 Origin 2021 软件绘图。所有数据为平均值 \pm 标准差。

2 结果与分析

2.1 不同形态氮肥及配比对西瓜植株生物量积累的影响

由图 1A 可以看出, 施氮处理有利于西瓜植株干物质的积累。单一氮肥形态对植株干重的贡献力表现为 $T2>T1>T6$, 其中 $T2$ 的西瓜干重在伸蔓期、坐果期显著高于 $T6$ ($P<0.05$), 分别增加了 20.79%、55.90%, $T1$ 处理的西瓜干重在伸蔓期和坐果期分别高于 $T6$ 处理 9.86%、36.03%。与单一氮素形态处理相比, 硝态氮与铵态氮肥的合理配施处理更能促进西瓜植株干物质的积累, $T3$ 处理植株干重在伸蔓期和成熟期最高, 分别为 3.52、67.71 g/株; $T4$ 处理植株干重在坐果期高于 $T3$ 处理, 显著高于 $T5$ 处理($P<0.05$)。

不同处理西瓜植株干物质增长速率均呈先升后降的趋势, 氮素养分的施用对于干物质的增长速率有不同程度影响(图 1B)。单一氮肥形态下, 干物质增长速率表现为 $T2>T1>T6$, 其中 $T2$ 处理在伸蔓期和坐果期均显著高于 $T6$ 处理($P<0.05$)。不同氮肥形态配比下, 坐果期 $T4$ 处理植株干物质增长速率高于 $T3$ 处理, 显著高于 $T5$ ($P<0.05$); 成熟期 $T3$ 处理显著高于 $T4$ 、 $T5$ 处理($P<0.05$)。

2.2 不同形态氮肥及配比对西瓜产量的影响

由表 2 可以看出, 施氮处理可显著提高西瓜的单瓜重和产量, 其中 $T3$ 处理的单瓜重、小区产量、产量及经济收入均为最高。单一氮肥处理下单瓜重和产量表现为 $T2>T1>T6$, 其中 $T2$ 、 $T1$ 处

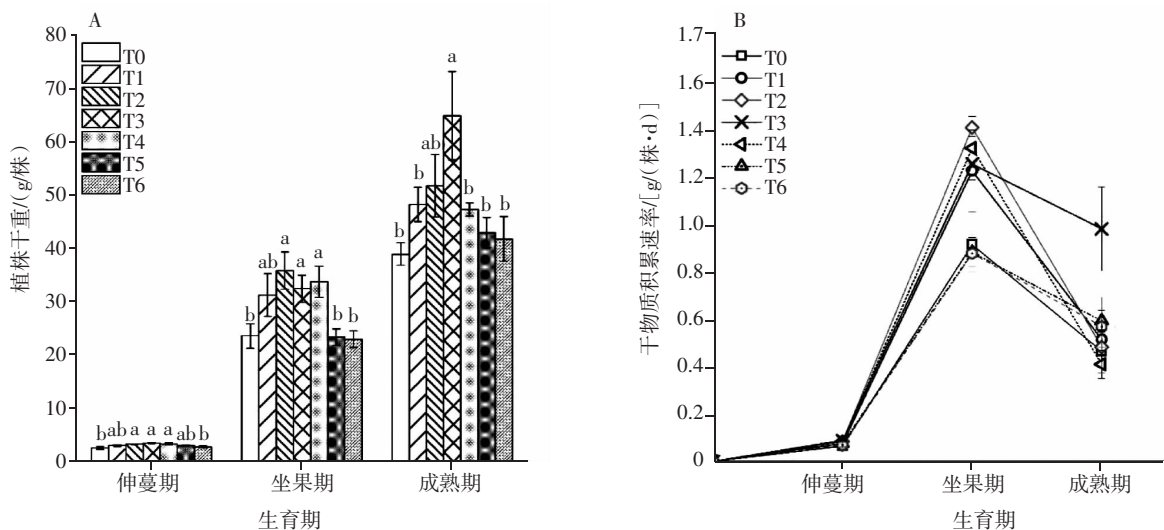


图 1 不同形态氮肥配比对西瓜植株干重与干物质积累速率的影响

理的单瓜重和产量均显著高于 T6 处理 ($P<0.05$), 较 T6 处理单瓜重分别显提高了 21.31%、15.98%, 产量分别提高了 35.39%、33.72%。不同氮肥形态配比下, T3 处理的单瓜重与 T4 差异不显著, 显著高于 T5 ($P<0.05$), 较 T4、T5 处理分别提高了 8.62%、14.13%; 产量显著高于 T4、T5 处理 ($P<0.05$), 分别提高了 12.21%、36.22%。与单一氮肥处理相比, T3 处理单瓜重显著高于 T1、T6 处理 ($P<0.05$), 分别提高了 11.31%、29.10%; T3 处理产量显著高于 T1、T2、T6 处理 ($P<0.05$), 分别提高了 15.24%、13.82%、54.10%。综合比较, 不同处理西瓜经济收入表现为 T3>T4>T2>T1>T5>T6>T0, 其中 T3 处理达 45 797 元/hm², 较 T6、T1、T2 处理分别增加了 16 078、6 056、5 559 元/hm²。

2.3 不同形态氮肥及配比对西瓜品质的影响

由图 2A、2B 可以看出, T2 处理中心及边缘可溶性固形物含量均显著高于 T0 ($P<0.05$), 其中

T2 处理较 T6、T1 处理西瓜中心可溶性固形物分别显著提高了 10.08%、9.20%; 边缘可溶性固形物含量分别显著提高了 19.69%、13.01%, 说明 T2 处理肥可显著提高西瓜可溶性固形物含量, T1、T6 处理对西瓜可溶性固形物的形成影响不显著。不同氮肥形态配比下, 西瓜中心及边缘可溶性固形物含量表现为 T3>T4>T5, 说明西瓜可溶性固形物含量随着铵态氮比例的增加逐渐降低, 各处理间差异不显著。

由图 2C 可以看出, 施氮处理可提高西瓜果实 Vc 含量。单一氮素形态供应果实 Vc 含量表现为 T1>T2>T6, 其中 T1、T2 处理较 T6 处理分别显著增加了 13.08%、9.66%。不同氮肥形态配比下, T4 处理显著高于 T3、T5 处理 ($P<0.05$), 分别提高了 9.95%、24.06%。综合比较, Vc 含量 T4 处理最高, 显著高于 T1、T2、T6 处理 ($P<0.05$), 分别提高了 13.72%、17.27%、28.60%; T5 处理果实 Vc 含量显著低于 T1 处理 ($P<0.05$)。

表 2 不同形态氮肥配比对西瓜产量的影响^①

处理	单瓜重/kg	小区产量/(kg/32 m ²)	折合产量/(kg/hm ²)	经济收入/(元/hm ²)
T0	2.39±0.02 c	62.23±0.45 d	19 446.88±140.63 d	29 170
T1	2.83±0.14 b	84.78±4.07 b	26 493.75±1271.88 b	39 741
T2	2.96±0.04 ab	85.84±1.19 b	26 825.00±371.88 b	40 238
T3	3.15±0.10 a	97.70±3.08 a	30 531.25±962.50 a	45 797
T4	2.90±0.05 ab	87.07±1.60 b	27 209.38±500.00 b	40 814
T5	2.76±0.05 b	71.72±1.39 c	22 412.50±434.38 c	33 619
T6	2.44±0.11 c	63.40±2.93 d	19 812.50±915.63 d	29 719

①同列不同小写字母表示在 $P<0.05$ 水平上差异显著, 下同。尿素 3.0 元/kg, 硝酸钾 4.4 元/kg, 碳酸氢铵 1.6 元/kg, 普过磷酸钙 2.7 元/kg, 硫酸钾 5.2 元/kg, 西瓜 1.5 元/kg, 灌溉水为 2.6 元/m³。

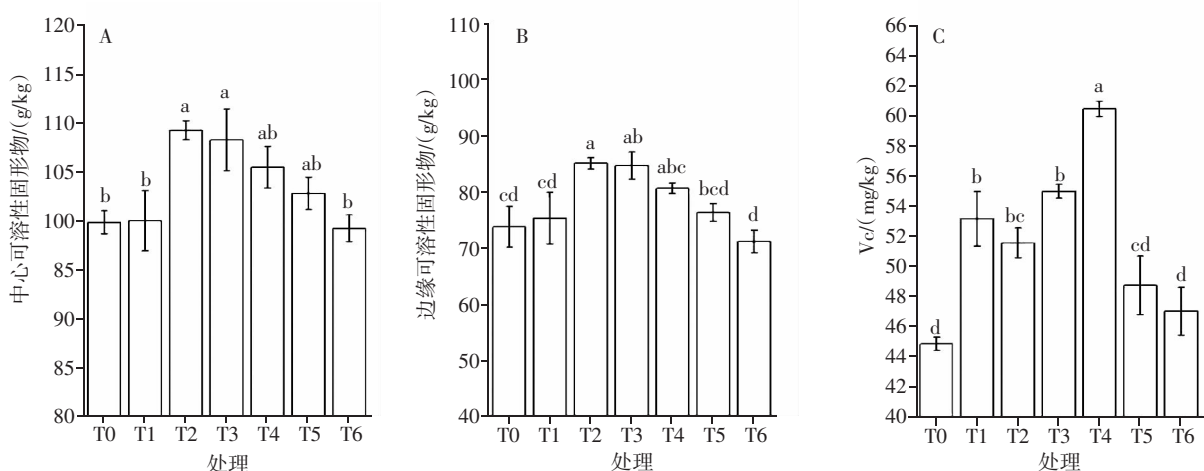


图 2 不同形态氮肥配比对西瓜品质的影响

2.4 不同形态氮肥及配比对西瓜氮素养分积累及氮肥利用率的影响

由表 3 可以看出, 不同形态氮肥及配比均可提高西瓜不同时期的氮素积累量。在坐果期, 单一氮素形态下 T1、T2 处理西瓜氮素积累量显著高于 T6 处理 ($P<0.05$), 分别增加了 32.28%、62.34%; 不同氮肥形态配比下氮素积累量表现为 $T4>T3>T5$, T4 显著高于 T5 ($P<0.05$), 提高了 36.75%。在成熟期, 单一氮素形态处理下植株氮素积累量表现为 $T2>T1>T6$, 其中 T2 处理显著高于 T6 处理 ($P<0.05$), 增加了 21.33%; 果实氮素积累量表现为 $T1>T2>T6$, 其中 T1、T2 显著高于 T6 处理 ($P<0.05$), 分别增加了 39.10%、29.88%; 总氮积累量表现为 $T1>T2>T6$, 其中 T1、T2 处理显著高于 T6 处理 ($P<0.05$), 分别较 T6 增加了 34.20%、28.07%。不同氮肥形态配比下西瓜成熟期植株、果实、总氮积累量均表现为 $T3>T4>T5$, 且各处理间差异显著 ($P<0.05$), 其中 T3 处理显著高于 T1、T2、T6 ($P<0.05$)。

单一氮素形态下, T1、T2 处理西瓜氮肥利用率和偏生产力均显著高于 T6 ($P<0.05$); 合理的硝铵营养配比有利于氮肥的利用, 其中 T3 处理氮肥利用率和氮肥偏生产力均显著高于 T4、T5 ($P<0.05$), 氮肥利用率分别提高 6.25、12.39 个百分点, 氮肥偏生产力提高 12.22%、36.23%; 与单一氮素形态处理相比, T3 处理氮肥利用率和氮肥偏生产力均显著高于 T1、T2、T6 ($P<0.05$), 氮肥利用率分别提高 7.95、9.56、14.6 个百分点, 氮肥偏生产力分别提高 15.24%、13.82%、54.11%。

3 讨论与结论

干物质积累是植物细胞光合作用和延伸生长

的结果, 可以反映作物生育期营养的供给状况, 指示作物生长情况^[17-18]。适宜的氮素形态配比有助于促进作物干物质的积累, 从而获得高产^[19]。王岚等^[20]研究发现, 在等氮条件下, 与全硝态氮营养相比, 添加适宜比例铵态氮 ($\text{NO}_3^--\text{N}:\text{NH}_4^+-\text{N}=90:10$) 可以显著提高香蕉幼苗的生物量。公华锐等^[21]指出, 等氮量条件下添加 15% 的铵态氮肥可以提高基质栽培番茄的干物质质量。班甜甜等^[16]发现, 氮肥影响黄瓜植株干物质质量的效果为混合氮肥 $>$ 硝态氮 $>$ 酰胺态氮 $>$ 铵态氮, 且以 50% $\text{NO}_3^--\text{N}+50\% \text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 组合最优。本研究结果表明, 单一氮素形态对西瓜植株干重与干物质增长速率的贡献力表现为硝态氮 $>$ 酰胺态氮 $>$ 铵态氮, 而合理的硝铵营养供给更能促进西瓜植株干物质的积累, 随着铵态氮的添加, 西瓜伸蔓期和成熟期植株干物质质量呈下降趋势, 以 70% 硝态氮 + 30% 铵态氮处理为优。同时, 70% 硝态氮 + 30% 铵态氮处理显著提高了西瓜营养生长阶段的干物质增长速率, 有效缓解了生殖生长阶段干物质增长速率的下降, 进而促进了干物质积累, 这与前人研究结果基本一致。

作物生长环境中, 合理的氮素形态配比可以降低 NH_4^+ 离子对喜硝作物的毒害程度, 利于樱桃番茄、马铃薯、甜瓜和娃娃菜等作物的生长发育, 提高其产量并改善品质^[22-25]。本研究结果表明, 70% 硝态氮 + 30% 铵态氮和 50% 硝态氮 + 50% 铵态氮的混合营养对西瓜的增产效果优于单一氮肥, 且以 70% 硝态氮 + 30% 铵态氮的配施比例最优, 而单一氮素形态对西瓜的增产效果表现为硝态氮 $>$ 酰胺态氮 $>$ 铵态氮; 全硝态氮营养显著促进果实可溶性固形物的形成, 随着 NH_4^+-N 比例的升高其

表 3 不同形态氮肥配比对西瓜氮素养分积累及氮肥利用率的影响

处理	氮素积累量/(kg/hm ²)					氮肥利用率 /%	氮肥偏生产力 /(kg/kg)
	伸蔓期	坐果期	成熟期				
			植株	果实	总积累量		
T0	0.75±0.08 b	6.91±0.62 d	7.81±0.33 d	38.40±0.58 d	46.21±0.89 d		
T1	1.07±0.05 a	9.59±0.48 bc	12.70±0.19 bc	57.81±3.58 bc	70.51±3.73 b	12.15±1.87 b	198.71±9.54 b
T2	1.07±0.01 a	11.77±0.76 a	13.31±0.75 b	53.98±2.04 c	67.29±1.40 bc	10.54±0.70 bc	201.19±2.79 b
T3	1.05±0.03 a	10.51±0.36 ab	15.44±1.08 a	70.97±3.90 a	86.41±3.71 a	20.10±1.85 a	228.99±7.23 a
T4	1.07±0.06 a	11.35±0.27 a	11.45±0.29 bc	62.45±0.99 b	73.90±1.26 b	13.85±0.63 b	204.06±3.76 b
T5	1.00±0.03 a	8.30±0.26 cb	11.09±0.79 c	50.55±0.70 c	61.64±1.29 c	7.71±0.65 cd	168.09±3.26 c
T6	0.97±0.08 a	7.25±0.27 d	10.97±0.60 c	41.56±2.47 d	52.53±2.18 d	5.50±0.42 d	148.59±6.87 d

可溶性固形物含量逐渐降低, 但差异不显著; 西瓜果实 Vc 含量由高到低为 70%硝态氮 +30%铵态氮、50%硝态氮 +50%铵态氮、酰胺态氮、硝态氮、铵态氮。这可能是由于硝铵混合营养对西瓜植株干物质积累的促进效用所致, 干物质积累是作物产量与品质形成的基础^[26-27]。

氮肥种类是影响作物不同生长阶段对氮素吸收积累及利用的重要因素之一^[28]。过多的 NH_4^+ 投入会引起作物铵中毒, 从而抑制植株对氮素的吸收^[29]。本试验结果表明, 单施硝态氮与酰胺态氮对西瓜生殖生长期氮素积累量、氮肥利用率和氮肥偏生产力的提升效果均显著优于铵态氮处理, 该结果与班甜甜等对黄瓜的研究结论一致^[15]。此外, 本研究中西瓜成熟期氮素积累量、氮肥利用率及氮肥偏生产力在 70%硝态氮 +30%铵态氮的混合氮素营养供应下达到最大值, 且显著优于其他氮肥处理, 说明该配比的铵硝混合营养更有利于西瓜对氮素的吸收, 该结果与刘文涛等^[30]对紫花苜蓿和崔世磊^[31]对玉米的研究结论基本一致。硝铵混合营养供给降低了单一 NO_3^- -N 源中 NO_3^- 由根部向叶片运输的抑制效果, 减弱了单一 NH_4^+ -N 源中 NH_4^+ 作为硝态氮还原最终产物对氮同化代谢的负反馈作用, 进而改善植株 N 代谢能力, 促进植株氮素积累与利用^[31-32]。

综上所述, 单一氮肥种类对西瓜植株干物质积累、产量、氮素养分积累及利用的影响为硝态氮 > 酰胺态氮 > 铵态氮; 硝态氮肥与铵态氮肥合理配施更利于促进西瓜植株干物质积累、产量形成、氮素养分积累及利用, 有利于改善西瓜品质、提高经济效益。其中, 最佳氮肥配比为 70%硝态氮 + 30%铵态氮, 与传统尿素相比, 西瓜产量提高了 15.24%、经济收入增加了 6 056 元/hm²、氮肥利用率提高了 7.95 个百分点、氮肥偏生产力增加了 15.24%。

参考文献:

- [1] 毕馨月, 安梦楠, 夏子豪, 等. 硼元素抑制黄瓜绿斑驳花叶病毒侵染引起西瓜倒瓤机制研究[C]. //中国植物病理学会. 中国植物病理学会 2019 年学术年会论文集. 沈阳农业大学植物保护学院, 2019: 1. DOI: 10.26914/c.cnkihy.2019.020552.
- [2] 罗双龙, 马忠明, 薛亮, 等. 有机肥与氮肥配施对膜下滴灌西瓜生长、产量和品质的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2021, 39(1): 136-142.
- [3] 马忠明, 杜少平, 薛亮. 氮肥运筹对砂田西瓜产量、品质及氮素积累与转运的影响[J]. 应用生态学报, 2015, 26(11): 3353-3360.
- [4] 王晓君. 不同类型西瓜品种对施氮水平的响应[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2017.
- [5] 张佳群. 滴灌条件下压砂地土壤氮素供应及西瓜生长响应[D]. 银川: 宁夏大学, 2020.
- [6] SOHLENKAMP C, WOOD C C, ROEB G W, et al. Characterization of Arabidopsis AtAMT2, a high-affinity ammonium transporter of the plasma membrane[J]. Plant physiology, 2002, 130(4): 1788-1796.
- [7] 刘攀. 脲酶/硝化抑制剂对青藏高原高寒人工草地氮肥挥发、氮素利用研究[D]. 西宁: 青海师范大学, 2017.
- [8] 朱兆良. 农田中氮肥的损失与对策[J]. 土壤与环境, 2000(1): 1-6.
- [9] 张超一, 樊小林. 铵态氮及硝态氮配比对香蕉幼苗氮素吸收动力学特征的影响[J]. 中国农业科学, 2015, 48(14): 2777-2784.
- [10] 代新俊, 杨珍平, 梅陆, 等. 不同形态氮肥及其用量对强筋小麦氮素转运、产量和品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2019, 25(5): 710-720.
- [11] 高志红, 陈晓远, 曾越. 局部根系水分胁迫下氮素形态对水稻幼苗生理特性和根系生长的影响[J]. 华北农学报, 2019, 34(2): 154-161.
- [12] 张淑英, 褚贵新, 梁永超. 不同铵硝配比对低温胁迫棉花幼苗生长及抗氧化酶活性的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2017, 23(3): 721-729.
- [13] 张淑英, 褚贵新, 梁永超. 不同铵硝配比对低温胁迫下棉花幼苗光合及叶绿素荧光参数的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2018, 36(5): 34-39.
- [14] 康利允, 李晓慧, 高宁宁, 等. 不同铵硝配比对甜瓜叶片生理特性及产量、品质的影响[J]. 果树学报, 2021, 38(5): 760-770.
- [15] 班甜甜, 刘星雨, 马超, 等. 不同形态氮肥对设施黄瓜生长及氮素吸收的影响[J]. 西北农业学报, 2023, 32(7): 1032-1040.
- [16] 班甜甜, 李晓慧, 马超. 不同形态氮肥对黄瓜生长和营养元素吸收利用的影响[J]. 分子植物育种, 2024, 22(2): 526-534.
- [17] 张辉, 车旭升, 吕剑, 等. 灌水量与氮素形态对西兰花生产和氮代谢的影响[J]. 浙江农业学报, 2021, 33(2): 308-315.
- [18] 高志红, 林浴霞, 张宇鹏, 等. 不同水分胁迫和氮

- 素形态对水稻生长及木质部液流离子含量的影响[J]. 华北农学报, 2021, 36(2): 146-153.
- [19] 车旭升, 吕 剑, 冯 致, 等. 不同灌水下限及氮素形态对比对西兰花干物质分配、产量及品质的影响[J]. 华北农学报, 2020, 35(5): 149-158.
- [20] 王 岚, 黄承和, 陈玉子, 等. 铵硝对比对巴西香蕉生长和氮素营养的影响[J]. 热带作物学报, 2016, 37(1): 26-29.
- [21] 公华锐, 骆洪义, 仝艳艳, 等. 不同硝铵比对基质栽培番茄氮素代谢关键酶及其氮素利用效率的影响[J]. 北方园艺, 2017(24): 7-16.
- [22] THOMAS D M, PAPAROZZI E T. Effect of chelates vs. ionic salts of microelements and nitrogen form on hydroponic solution pH[J]. Journal of Plant Nutrition, 2004, 27(6): 1029-1041.
- [23] 徐新娟, 李庆余, 孙 瑞, 等. 不同形态氮素对樱桃番茄果实发育和品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2009, 15(6): 1425-1432.
- [24] 高亚南, 李雅楠, 蒙美莲, 等. $\text{NH}_4^+-\text{N} : \text{NO}_3^--\text{N}$ 对马铃薯品种‘冀张薯12’生长及糖类含量的影响[J]. 中国马铃薯, 2021, 35(2): 148-155.
- [25] 周箬涵, 郁继华, 杨兵丽, 等. 不同氮素形态及对比对娃娃菜产量、品质及其养分吸收的影响[J]. 华北农学报, 2015, 30(3): 216-222.
- [26] 刘瑞显. 花铃期干旱条件下氮素影响棉花(*Gossypium hirsutum* L.) 产量与品质形成的生理生态基础研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2009.
- [27] 朱云集. 硫及硫氮交互对冬小麦产量形成和品质性状的影响[D]. 南京: 南京农业大学, 2008.
- [28] 文 熠, 丰艳广, 陈建明, 等. 不同土壤 pH 下氮素形态对平邑甜茶生长及 15N 利用特性的影响[J]. 中国农学通报, 2016, 32(19): 73-77.
- [29] 魏荣石. 不同硝铵对比对苹果矮化砧木 M9T337 和 M26 幼苗根系氮素吸收和利用的影响[D]. 泰安: 山东农业大学, 2020.
- [30] 刘文涛, 王玉强, 孙盛楠, 等. 氮素形态对不同茬次紫花苜蓿氮素积累及利用的影响[J]. 草业科学, 2021, 38(4): 716-725.
- [31] 崔世磊. 氮素形态对不同耐低氮性玉米品种氮素吸收利用与产量形成的影响[D]. 雅安: 四川农业大学, 2023.
- [32] 马晓华, 胡青荻, 章彦君, 等. 氮素形态对铁线莲光合特性及氮代谢的影响[J]. 热带亚热带植物学报, 2021, 29(3): 276-284.