



東北農業大學

Northeast Agricultural University



# 农田外来杂草对氮素资源波动的适应策略及与作物竞争机制的研究



东北农业大学 资源与环境学院  
鲁 萍

# 1. 前言



March  
Vol. 89, No. 3

## Special Feature—The Ecology of Resource Pulses

**THE ECOLOGY OF RESOURCE PULSES** Louie H. Yang, Shahid Naeem  
[Citation](#) . [Full Text](#) . [PDF \(40 KB\)](#)

**WHAT CAN WE LEARN FROM RESOURCE PULSES** Louie H. Yang, Justin L. Bastow, Kenneth O. Spence, Amber N. Wright  
[Abstract](#) . [Full Text](#) . [PDF \(245 KB\)](#)

**NUMERICAL AND BEHAVIORAL EFFECTS WITHIN A PULSE-DRIVEN SYSTEM: CONSEQUENCES FOR SHARED PREY** Kenneth A. Schmidt, Richard S. Ostfeld  
[Abstract](#) . [Full Text](#) . [PDF \(204 KB\)](#)

**COMPARING RESOURCE PULSES IN AQUATIC AND TERRESTRIAL ECOSYSTEMS** Weston H. Nowlin, Michael J. Vanni, Louie H. Yang  
[Abstract](#) . [Full Text](#) . [PDF \(273 KB\)](#)

**RESOURCES FROM ANOTHER PLACE AND TIME: RESPONSES TO PULSES IN A SPATIALLY SUBSIDIZED SYSTEM**  
Wendy B. Anderson, D. Alexander Wait, Paul Stapp  
[Abstract](#) . [Full Text](#) . [PDF \(150 KB\)](#)

**THEORETICAL PERSPECTIVES ON RESOURCE PULSES**  
Robert D. Holt  
[Abstract](#) . [Full Text](#) . [PDF \(212 KB\)](#)



## News and Views

### Plant ecology: Resourceful invaders p985

Plant species that colonize new environments tend to favour habitats with ample water and nutrients. But invasive plants can be more efficient in their use of resources than that observation might imply.

Tim Seastedt

**doi:10.1038/446985a**

[Full Text](#) | [PDF \(441K\)](#)

**See also:** [Editor's summary](#)

### Resource-use efficiency and plant invasion in low-resource systems p1079

Jennifer L. Funk & Peter M. Vitousek

**doi:10.1038/nature05719**

[First paragraph](#) | [Full Text](#) | [PDF \(189K\)](#) |  
[Supplementary information](#)

**See also:** [Editor's summary](#) | [News and Views by Seastedt](#)

26 April 2007

Volume 446 Number 7139 pp949-1116



农田生态系统资源波动的水平和频率往往超过自然生态系统，而能够成功入侵农田生态系统，并在与作物的竞争中求得生存，外来入侵杂草必然具有一系列适应机制来应对农田生态系统的变化情况（Clements et al.2004）。很多外来入侵种都可以成功入侵农田，因此，研究外来种对农田生态系统的成功入侵机制是探索外来入侵种成功入侵机制的一项重要研究内容，而外来杂草作为农田生态系统的重要组成部分，探讨其对农田生态系统的资源波动适应策略、以及其与作物的竞争机制必将有助于我们深入理解外来入侵植物对农田生态系统的成功入侵机制，同时也可以为制定外来杂草的控制措施（确定外来杂草的关键清除时期、调整作物种植格局和种植密度来减少外来杂草的入侵）和探索新的生态控制技术提供理论依据。



## 2.研究内容与方法

### ❖ 研究区域概况

盆栽实验在东北农业大学校园内进行，实验地气候为寒温带大陆性气候，年降水量400-600mm，无霜期平均气温 $3.78^{\circ}\text{C}$ ，平均有效积温 $2800^{\circ}\text{C}$ 。

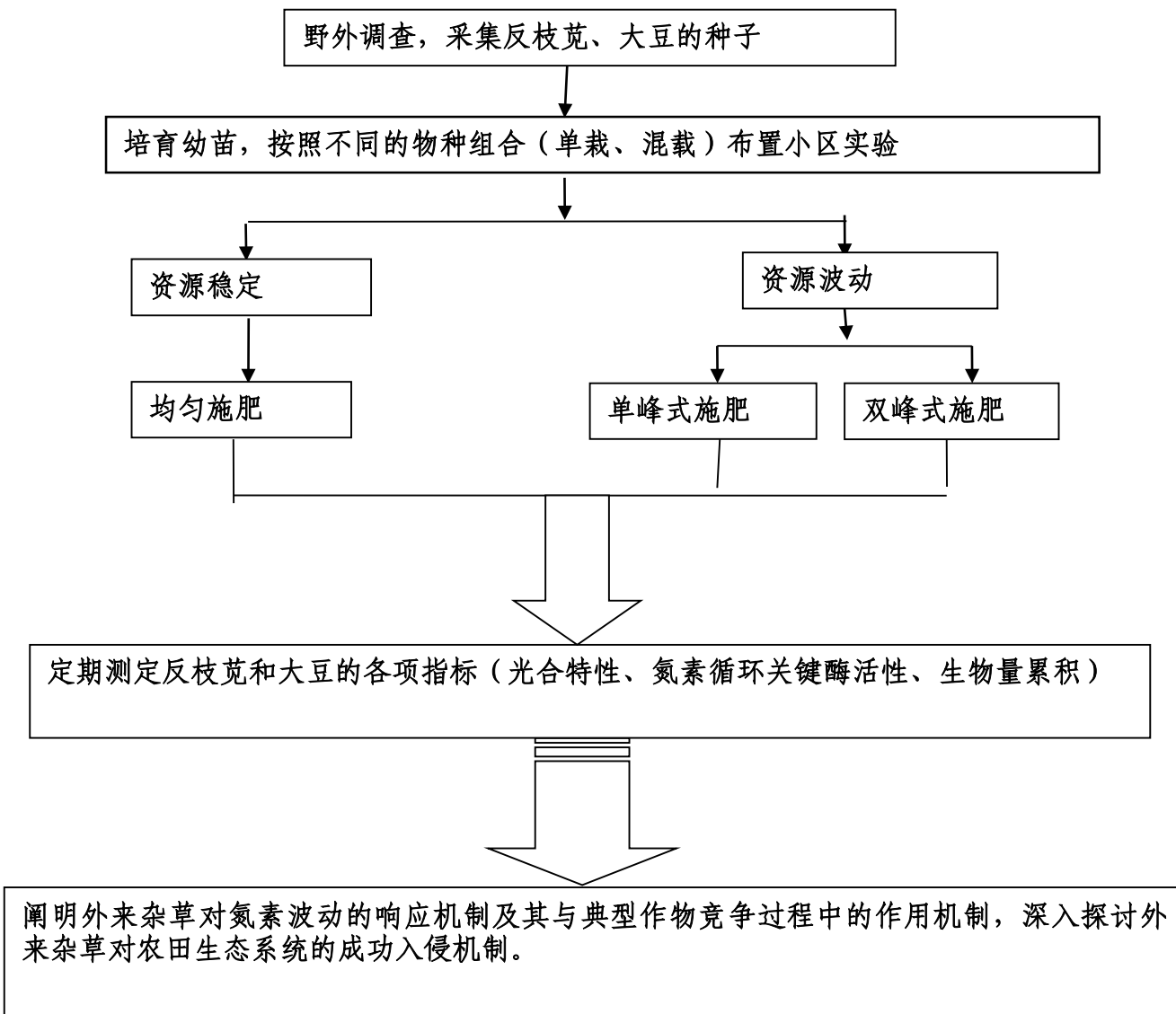
### ❖ 供试品种

反枝苋：种子采自香坊农场实验基地

大豆：东农54

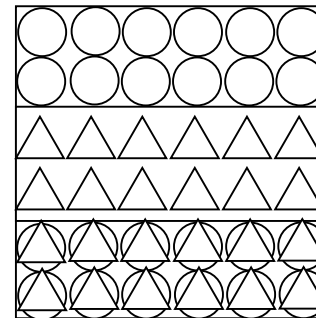
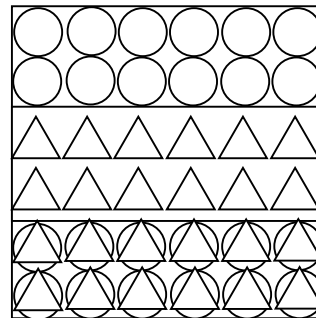


# 研究内容与方法

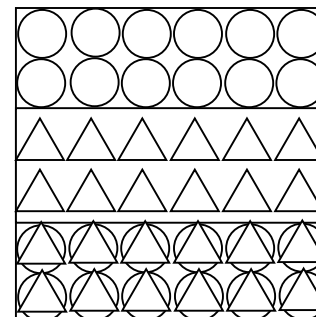
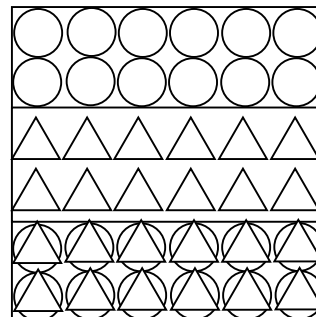




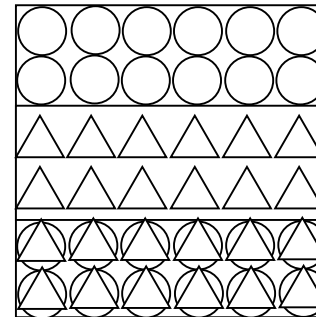
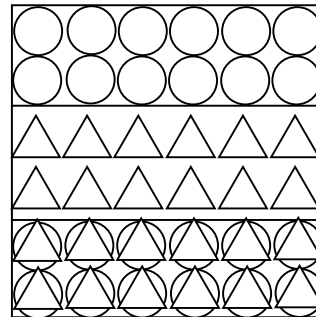
## 双峰式施肥



### 单峰式施肥



## 均匀施肥



# 3.结果与分析

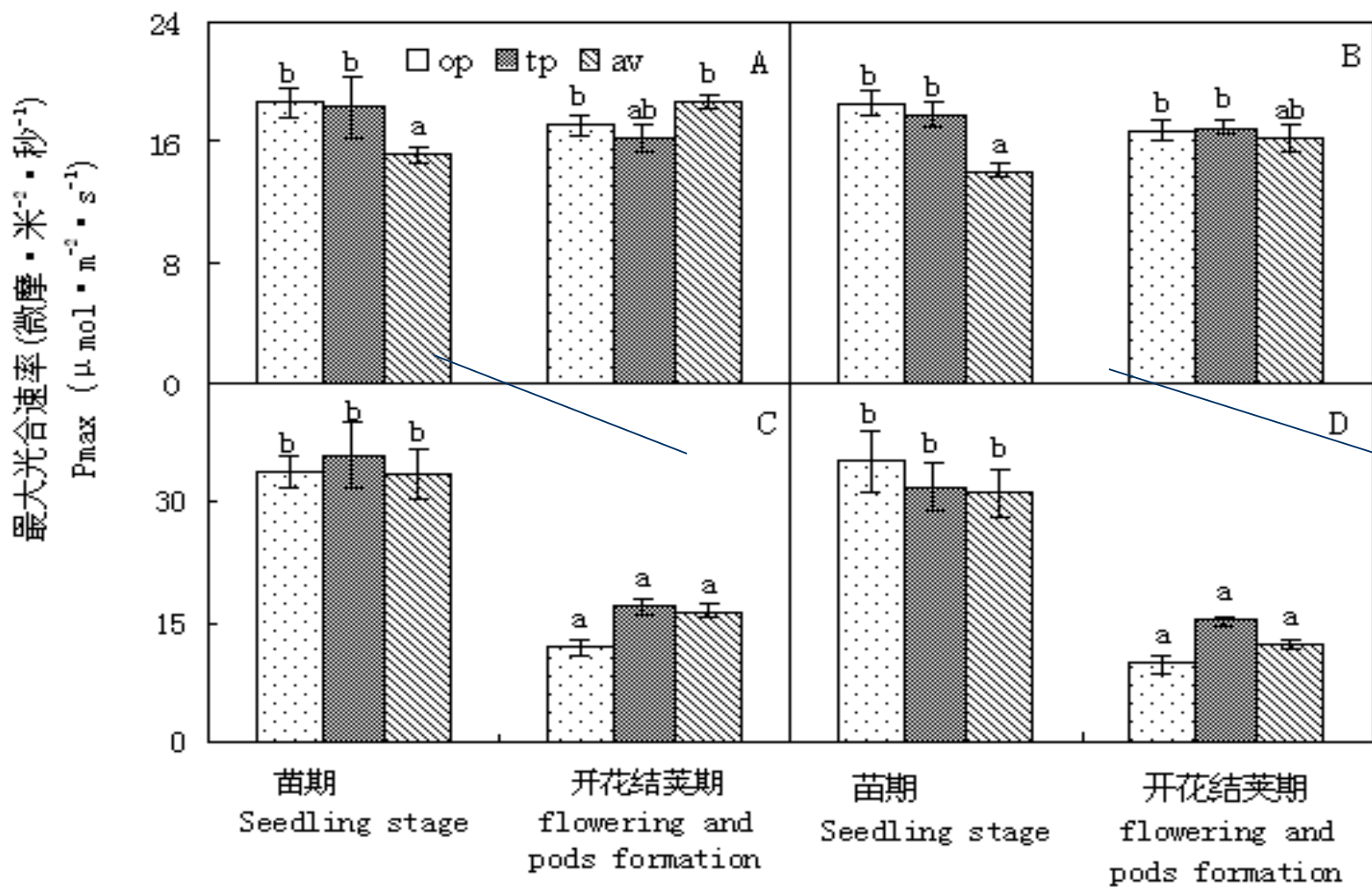
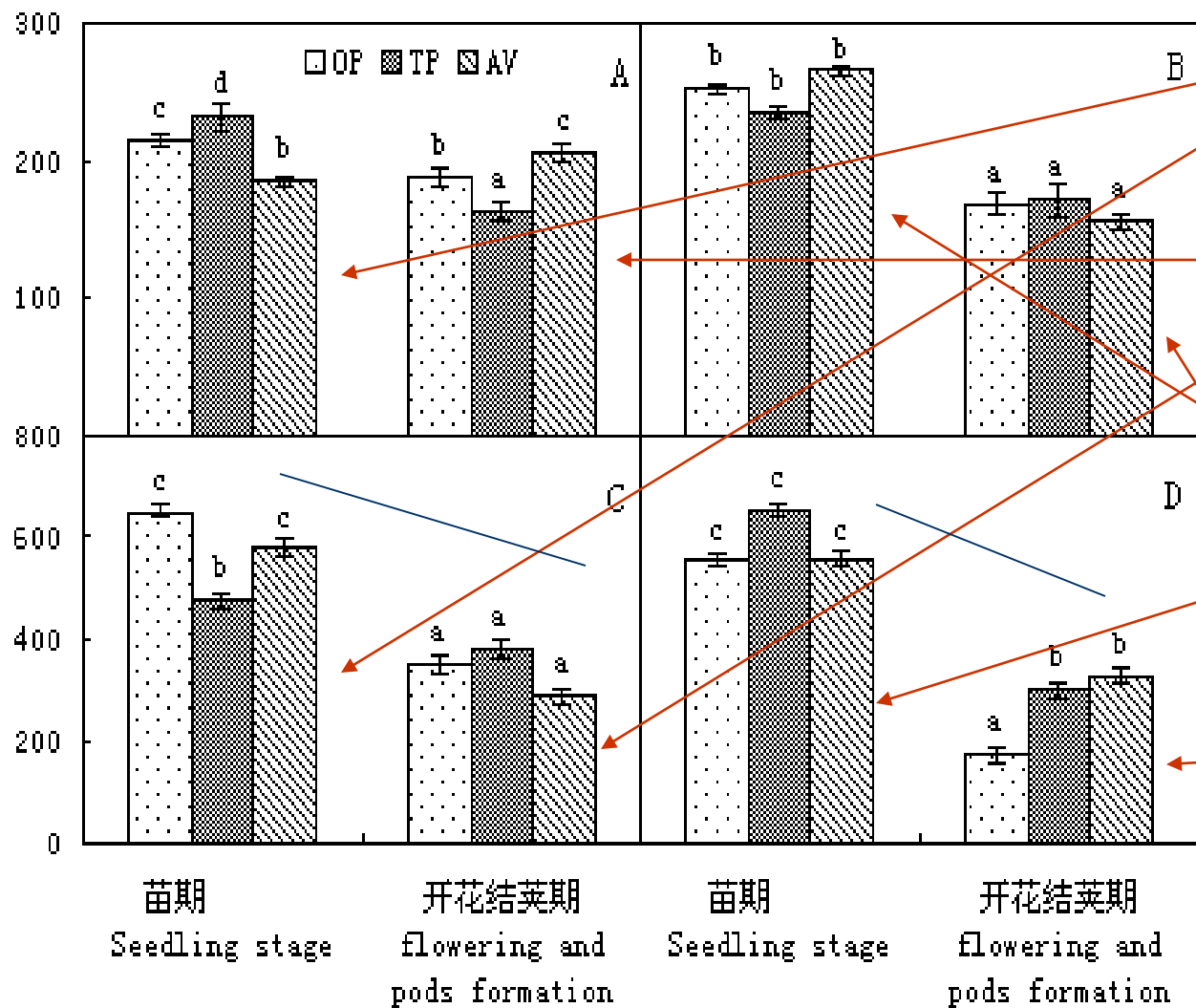


图3-1 单栽大豆 (A)、混栽大豆 (B)、单栽反枝苋 (C) 和混栽反枝苋 (D) 不同时期最大光合速率。

光合氮素利用效率(微摩·克<sup>-1</sup>·秒<sup>-1</sup>)  
PNUE(μmol·g<sup>-1</sup>·s<sup>-1</sup>)



1

2

3

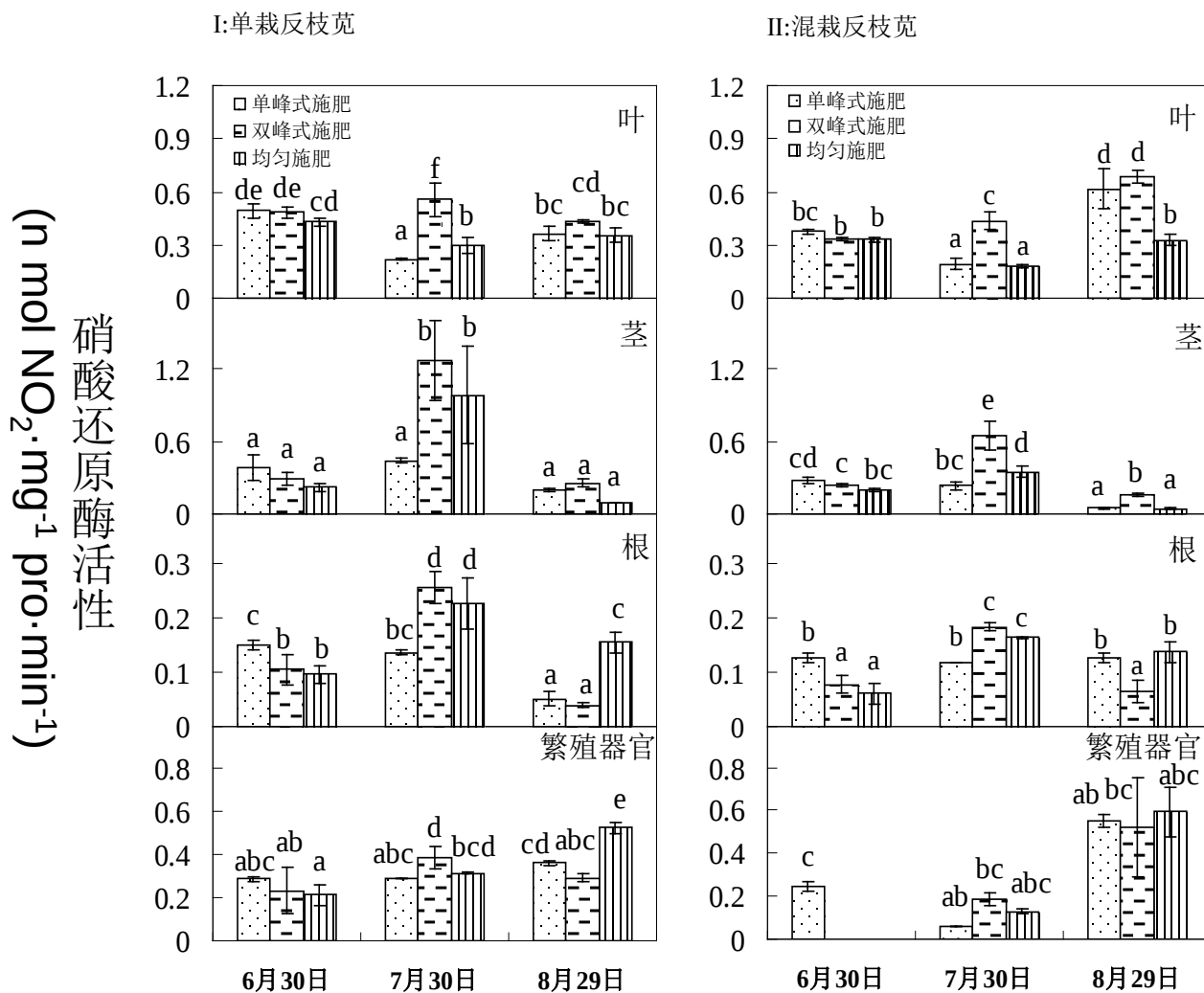
4

图3-2 单栽大豆 (A)、混栽大豆 (B)、单栽反枝苋 (C) 和混栽反枝苋 (D) 不同时期光合氮素利用效率。

光合氮素利用效率

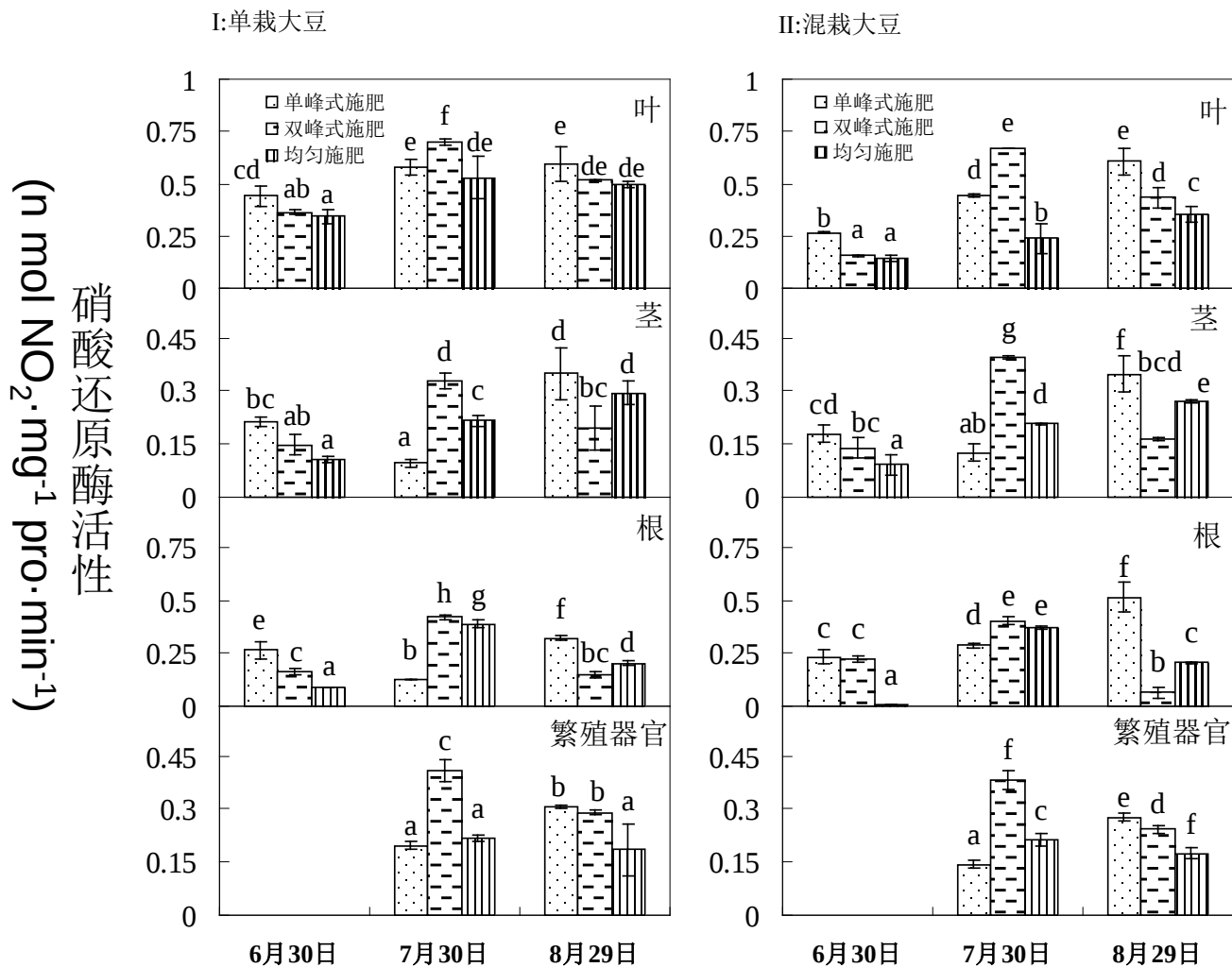
# 结果与分析

## 不同氮素资源波动条件下反枝苋硝酸还原酶活性的变化



# 结果与分析

## 不同氮素资源波动条件下大豆硝酸还原酶活性的变化

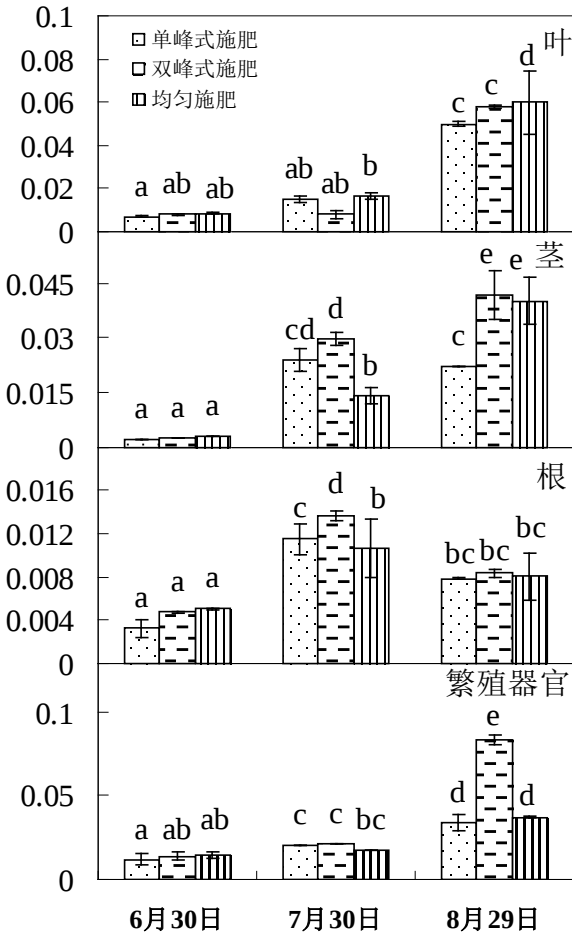


# 结果与分析

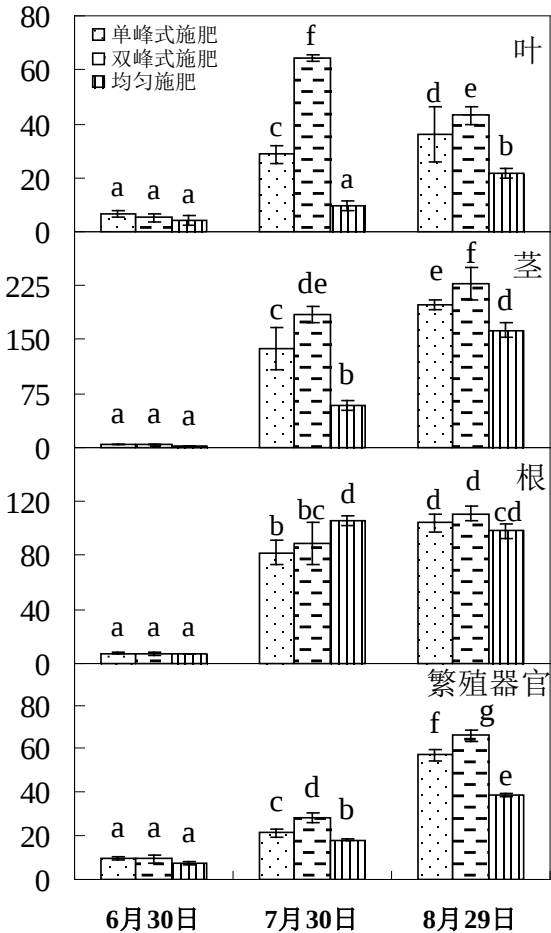
不同氮素资源波动条件下反枝苋谷氨酰胺合成酶与谷氨酰胺脱氢酶活性的变化

单栽

谷氨酰胺合成酶活性  
(Units·mg<sup>-1</sup> pro·min<sup>-1</sup>, 1OD=1unit)



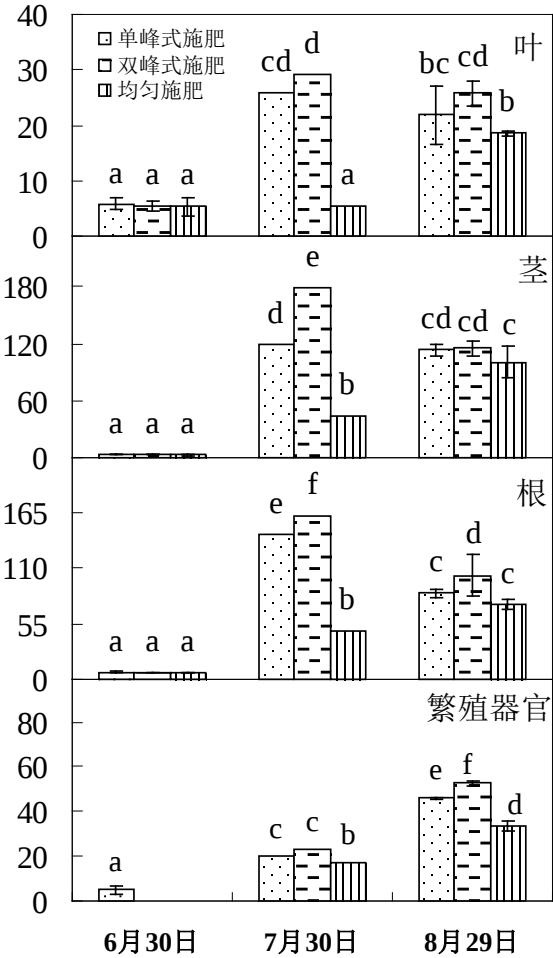
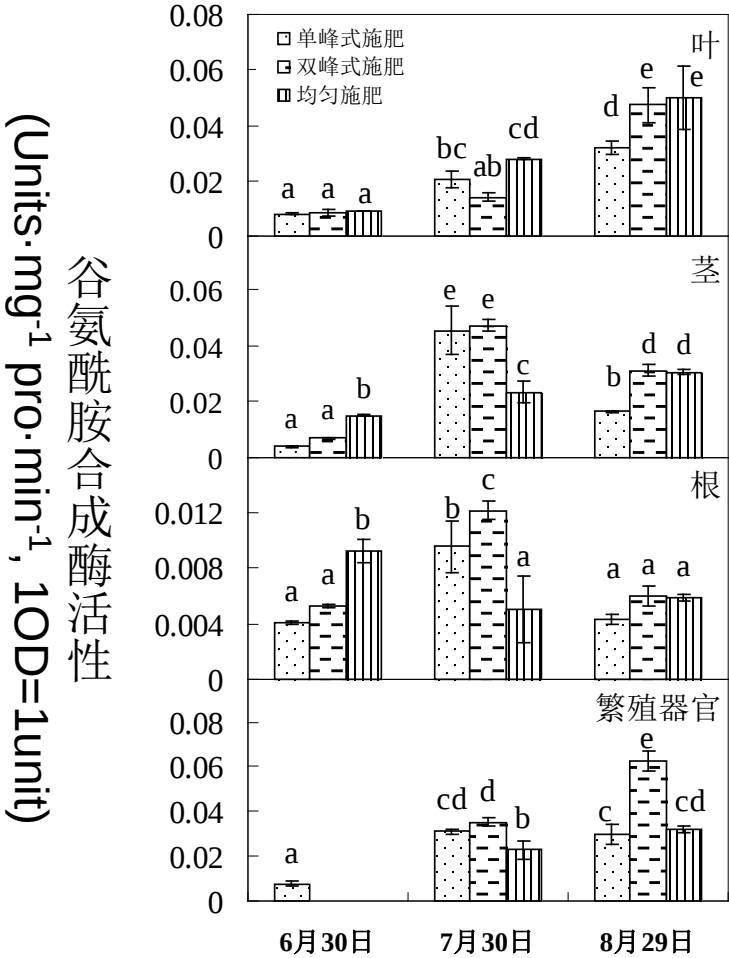
谷氨酰胺脱氢酶活性  
(nmolNADH·mg<sup>-1</sup> pro·min<sup>-1</sup>)



# 结果与分析

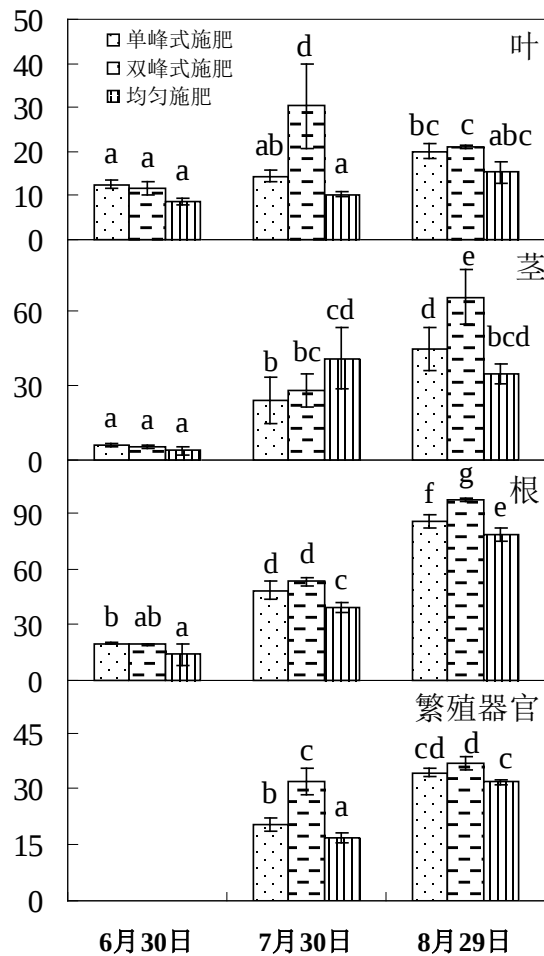
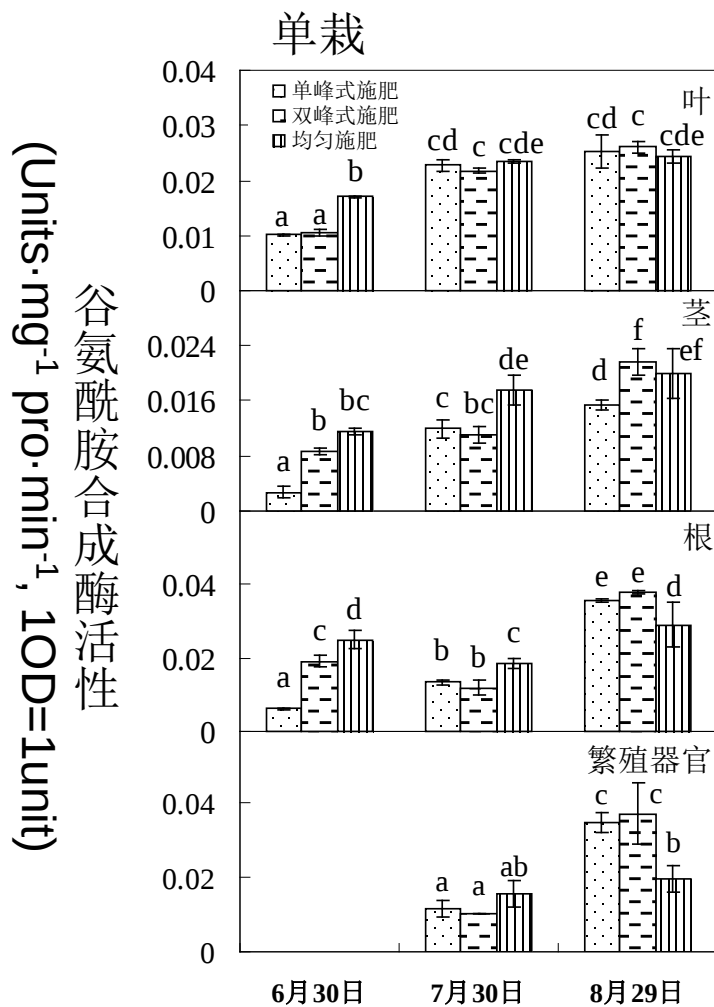
不同氮素资源波动条件下反枝苋谷氨酰胺合成酶与谷氨酰胺脱氢酶活性的变化

混栽



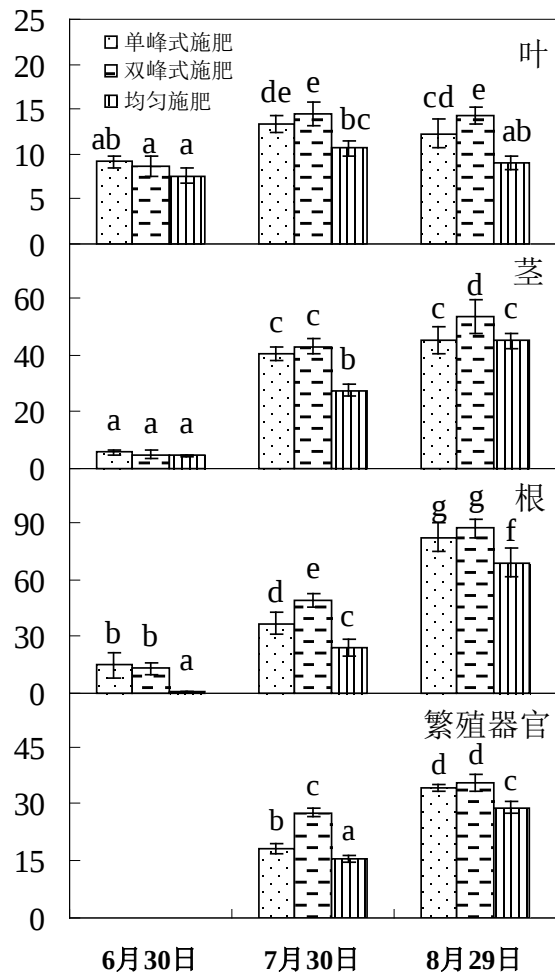
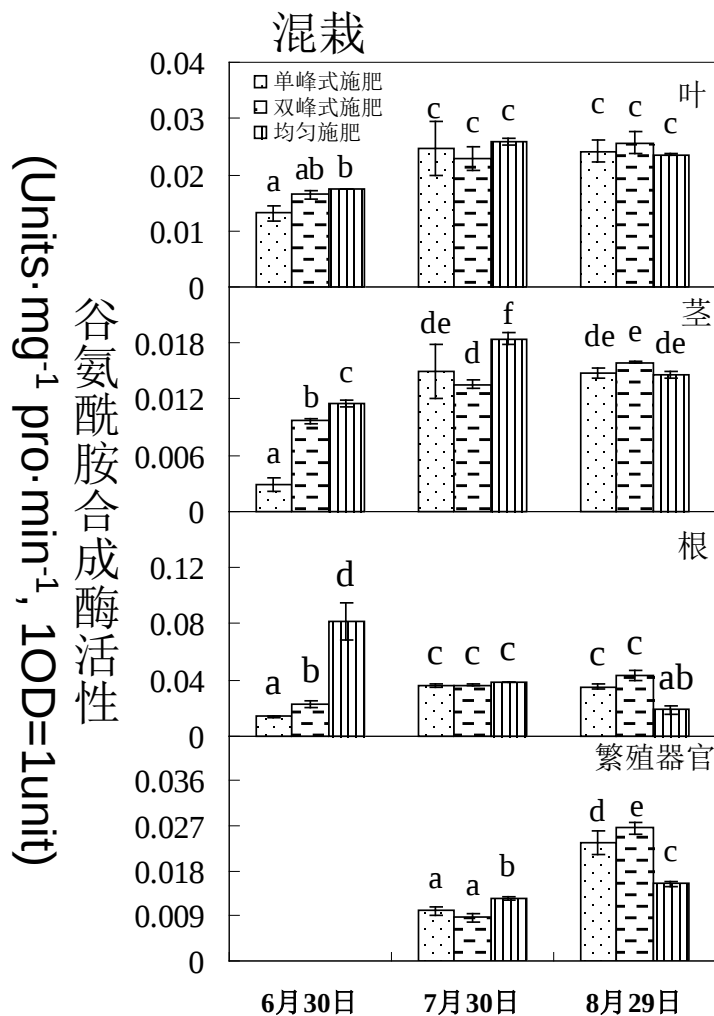
# 结果与分析

不同氮素资源波动条件下**大豆**谷氨酰胺合成酶与谷氨酰胺脱氢酶活性的变化



# 结果与分析

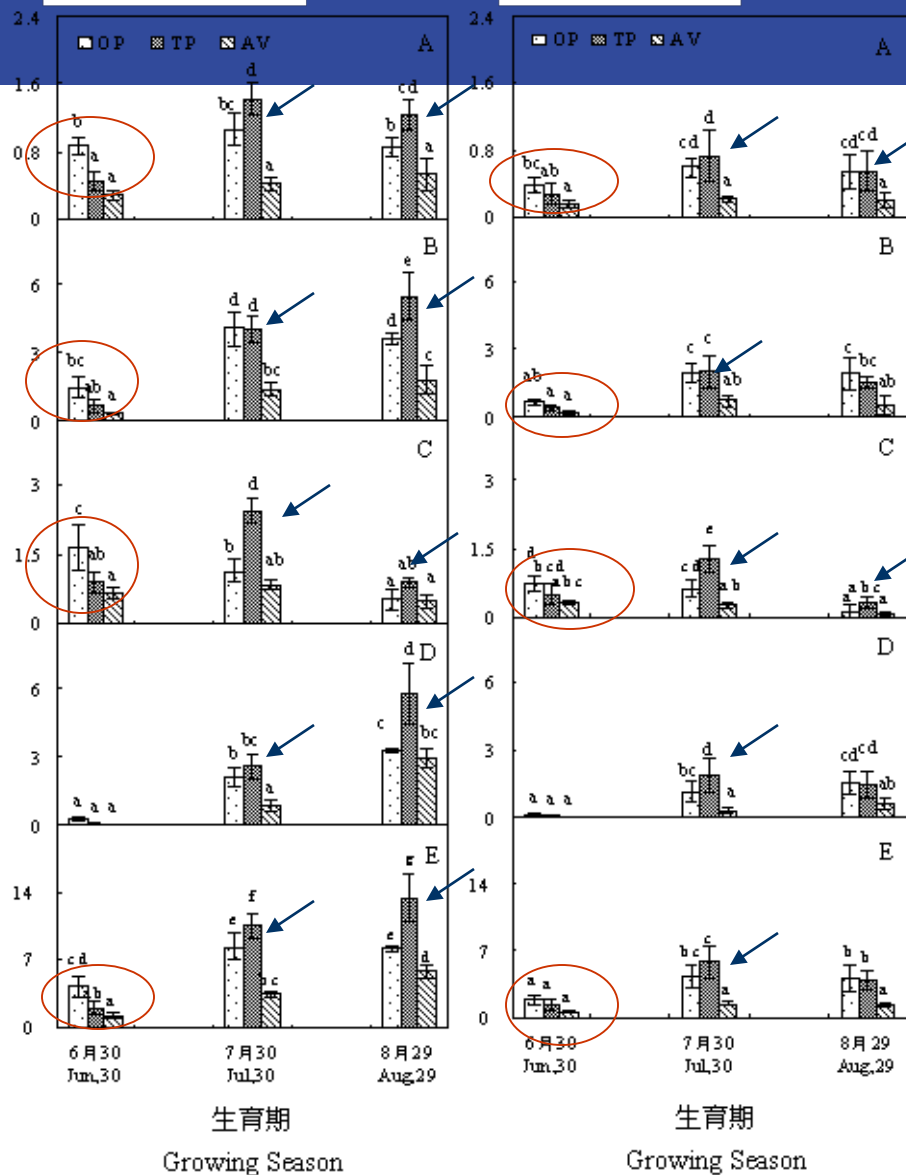
不同氮素资源波动条件下大豆谷氨酰胺合成酶与谷氨酰胺脱氢酶活性的变化



I: 单栽  
I: Monoculture

II: 混栽  
II: Mixture

反枝苋生物量 (克/株)  
Biomass of Redroot pigweed (g/plant)



苗期反枝苋各器官的生物量均表现为单峰式施肥>双峰式施肥>均匀施肥，说明反枝苋可以对环境中的氮素添加作出快速的响应。

双峰式波动生物量较大

除苗期外，其他两个时期，单栽生物量均显著大于混栽，说明种间竞争大于种内竞争

图3-3 反枝苋根 (A)、茎 (B)、叶 (C)、繁殖器官 (D) 和总生物量 (E) 不同生育时期生物量。

反枝苋生物量

I: 单栽  
I: Monoculture

II: 混栽  
II: Mixture

苗期无论单栽还是混栽  
大豆各器官的生物量均表现为  
单峰式施肥>双峰式施肥>均匀施肥，  
说明大豆可以对环境中的氮素添  
加作出快速的响应。

总体上单峰式施肥和  
双峰式施肥的生物量  
大于均匀施肥

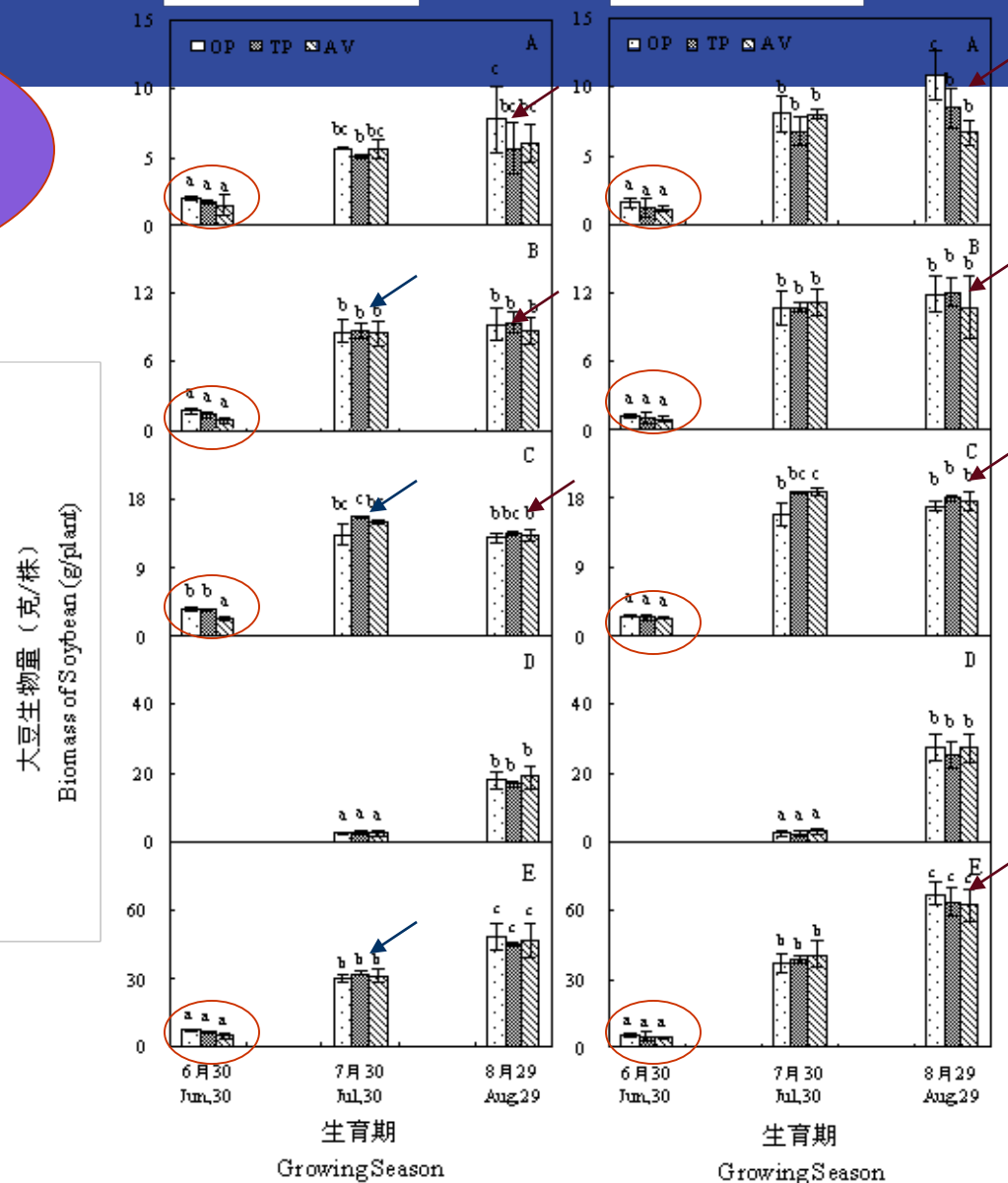


图3-4 大豆根 (A)、茎 (B)、叶 (C)、繁殖器官 (D) 和总生物量 (E) 不同生育时期生物量。

大豆生物量

# 结论

- ❖ 1.无论在何种氮素波动条件下，苗期反枝苋的 $P_{max}$ 均显著高于大豆，而开花结荚期大豆的 $P_{max}$ 则略高于反枝苋；无论苗期还是开花结荚期，反枝苋的 $PNUE$ 均高于大豆；说明在入侵初期，反枝苋能够保持高的光合能力，对氮素资源进行高效利用，这很可能是其迅速抢占生态位，从而成功入侵的原因之一。



# 结论

- ❖ 2. 在硝态氮同化过程中，反枝苋和大豆不同器官的硝酸还原酶活性均能对环境中的氮素添加作出快速的响应，这可能与硝酸还原酶是一种诱导酶有关；在铵态氮同化过程中，反枝苋以**GDH**(谷氨酰胺脱氢酶)催化的循环为主，大豆则主要以**GS**(谷氨酰胺合成酶)催化的循环为主；无论是反枝苋还是大豆，在单栽时其各器官的氮素同化关键酶活性均大于混栽时，说明种间竞争作用要明显大于种内竞争，种间竞争会显著降低其植物体内氮代谢的水平。



- ❖ 3.反枝苋和大豆在氮素资源波动条件下，所表现出的竞争策略有所不同，大豆采取抢占空间的策略，表现为具有高的根冠比、远远大于反枝苋的生物量；而反枝苋主要依靠高效性，表现为高的光合氮素利用效率、快速的生长速率、短的生育周期以及繁殖大量数量的种子等。在氮素资源波动条件下，两者的竞争表现出不对称性，大豆对反枝苋的影响大于反枝苋对大豆的影响。



# 致谢



東北農業大學  
Northeast Agricultural University