

# ВЛИЯНИЕ ХЛОРИДА НАТРИЯ НА ПОГЛОЩЕНИЕ НИТРАТА ПРОРОСТКАМИ ЯЧМЕНЯ

Т. В. Уласевич

## Введение

Азот является одним из главных элементов питания, так как входит в состав белков и нуклеиновых кислот. Он является неотъемлемой частью хлорофилла, входит в состав ферментов. Очень небольшое количество азота встречается в растении в неограниченной форме (при избытке азотного питания или при недостатке света в клеточном соке накапливаются нитраты [2]).

Растения поглощают минеральные соединения азота, главным образом соли аммония и азотной кислоты. В настоящее время наиболее вероятным механизмом поступления нитратов в клетку считается  $\text{NO}_3^-/\text{H}^+$  симпорт [3].

Высокие концентрации хлорида натрия негативно влияют на рост и развитие растений. Засоление приводит к возникновению дисбаланса между поглощением натрия, калия и магния, затрудняет поглощение воды [1]. Избыточное засоление нарушает азотный обмен, что способствует накоплению промежуточных продуктов азотного обмена, особенно аминдов и диаминов (кадаверин, путресцин) и аммиака. Эти соединения могут оказывать сильное токсическое действие на растения.

Целью данной работы является исследование поступления нитрат иона в корни проростков ячменя в зависимости от содержания хлорида натрия в среде.

## Объект и методы исследования

Объектом исследования были 10–14-дневные проростки ячменя многозёрного (*Hordeum vulgare*), выращенные рулонным способом на смеси Кнопа.

Определялся суммарный поток ионов  $\text{NO}_3^-$ , направленный внутрь растений. Определение нетто-потоков  $\text{NO}_3^-$  внутрь растений производили по уменьшению концентрации аниона в экспериментальном растворе. Концентрацию ионов  $\text{NO}_3^-$  в среде регистрировали с помощью ионселективных электродов ЭМ- $\text{NO}_3^-01$ . Такой электрод позволяет точно определять содержание ионов  $\text{NO}_3^-$  в водных растворах в пределах концентраций от  $10^{-1}$  до  $10^{-6}$  М.

Процедура определения величины входящего потока  $\text{NO}_3^-$  сводилась к регистрации концентрации нитрат-иона в среде через опреде-

ленные промежутки времени. Скорость поглощения ионов  $\text{NO}_3^-$  ( $v$ ) вычисляли по формуле

$$v = \Delta[\text{NO}_3^-] \times V / m \times t,$$

где  $\Delta[\text{NO}_3^-]$  – изменение концентрации  $\text{NO}_3^-$  в наружной среде за время  $t$ ;  $V$  – объем наружного раствора;  $m$  – масса корней.

### Результаты и их обсуждение

После 24-часовой инкубации проростков ячменя в растворах, содержащих различные концентрации  $\text{NaCl}$  ( $a$  –  $10^{-3}$  моль/л (контроль),  $b$  –  $10^{-2}$  моль/л;  $v$  –  $3 \cdot 10^{-2}$  моль/л;  $z$  –  $10^{-1}$  моль/л) на фоне постоянной концентрации  $\text{KNO}_3$  ( $10^{-4}$  моль/л) отмечено резкое уменьшение содержания  $\text{NO}_3^-$  в среде в варианте  $a$ . В вариантах  $b$  и  $v$  наблюдалась лишь незначительная убыль нитрата из среды, а в варианте  $z$  поглощение  $\text{NO}_3^-$  растениями не отмечалось (рис. 1).

Засоление негативно воздействует на метаболические процессы, протекающие в растительной клетке [1]. Все указанные явления, в свою очередь, могут сказываться на процессах поступления нитрата в растения. Поэтому для выявления непосредственных эффектов воздействия  $\text{NaCl}$  на транспортную систему нитратов дальнейшие исследования проводились без прединкубации растений в средах, содержащих  $\text{NaCl}$ .

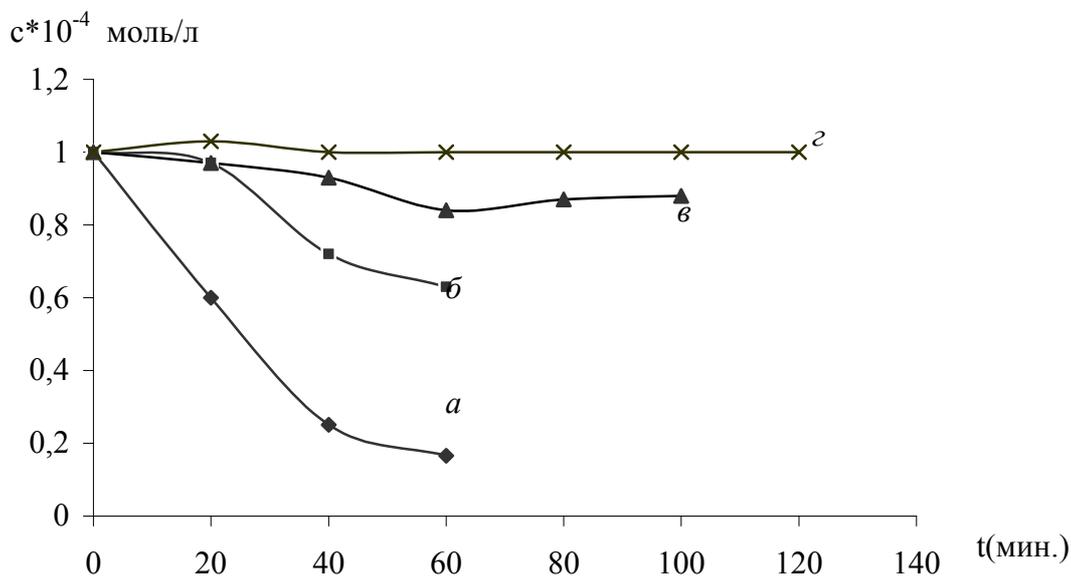


Рис. 1. Изменение содержания нитрата в среде в зависимости от наличия хлорида натрия:  $10^{-3}$  моль/л (контроль);  $10^{-2}$  моль/л;  $3 \cdot 10^{-2}$  моль/л;  $10^{-1}$  моль/л;  $a$  –  $10^{-3}$  моль/л,  $b$  –  $10^{-2}$  моль/л,  $v$  –  $3 \cdot 10^{-2}$  моль/л,  $z$  –  $10^{-1}$  моль/л

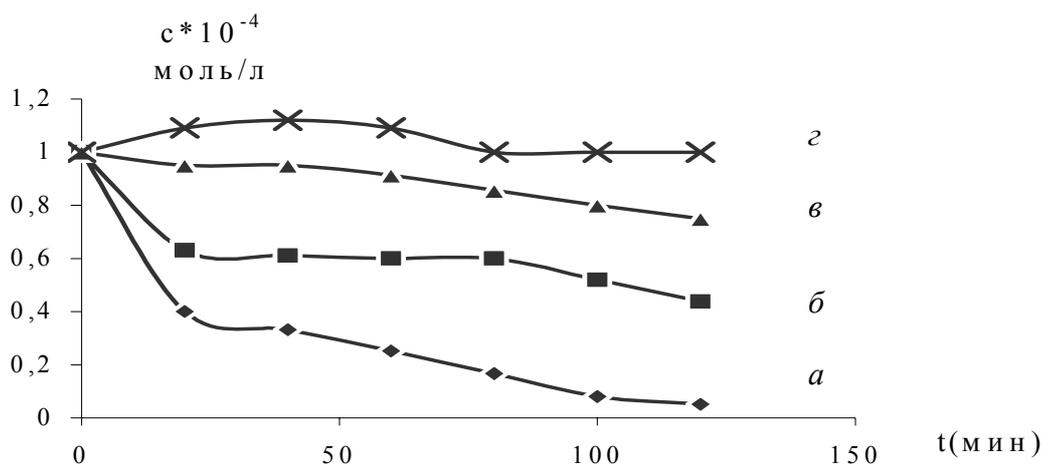


Рис.2. Изменение содержания нитрата в среде в зависимости от наличия хлорида натрия:  $10^{-3}$  моль/л (контроль);  $5 \cdot 10^{-3}$  моль/л ;  $5 \cdot 10^{-3}$  моль/л;  $10^{-1}$  моль/л; а- $10^{-3}$  моль/л, б- $10^{-2}$  моль/л , в- $3 \cdot 10^{-2}$  моль/л, г- $10^{-2}$  моль/л

Установлено, что и этом случае увеличение концентрации NaCl свыше  $5 \cdot 10^{-4}$  моль/л приводило к снижению поглощения  $\text{NO}_3$  растениями. Причем степень подавления поглощения нитрата возрастала с ростом концентрации хлорида натрия в среде (рис. 2), т. е. воздействие засоления, вероятно, обусловлено прямым действием хлорида натрия на процессы нитратного обмена, хотя не исключается частичная адаптация системы транспорта нитрата к повышенному содержанию хлорида натрия в среде.

Полученная нами зависимость скорости поступления нитрата в растения от содержания хлорида натрия в среде показывает, что и при уменьшении концентрации NaCl до  $10^{-4}$  моль/л отмечается ингибирование поглощения нитрат-иона растениями (рис.3.), хотя при содержании NaCl  $3 \cdot 10^{-4}$  моль/л указанное ингибирование отсутствует и поток нитрата внутрь растений такой же, как в контрольном варианте (при содержании хлорида натрия  $10^{-4}$  моль/л). В то же время более высокие концентрации ( $3 \cdot 10^{-3}$  моль/л,  $5 \cdot 10^{-3}$  моль/л и  $7 \cdot 10^{-3}$  моль/л) заметно уменьшают поток нитрата. Однако резкое падение скорости поступления нитрат-ионов отмечается при дальнейшем увеличении содержания NaCl, а концентрация NaCl  $10^{-1}$  моль/л блокирует поглощение  $\text{NO}_3^-$  проростками ячменя полностью.

Представленные данные могут быть интерпретированы в рамках представлений о взаимодействии анион транспортирующих систем. При этом не исключается конкуренция между ионами  $\text{Cl}^-$  и  $\text{NO}_3^-$  в процессах переноса через плазмалемму растительной клетки.

V\*10, моль/мг\*мин

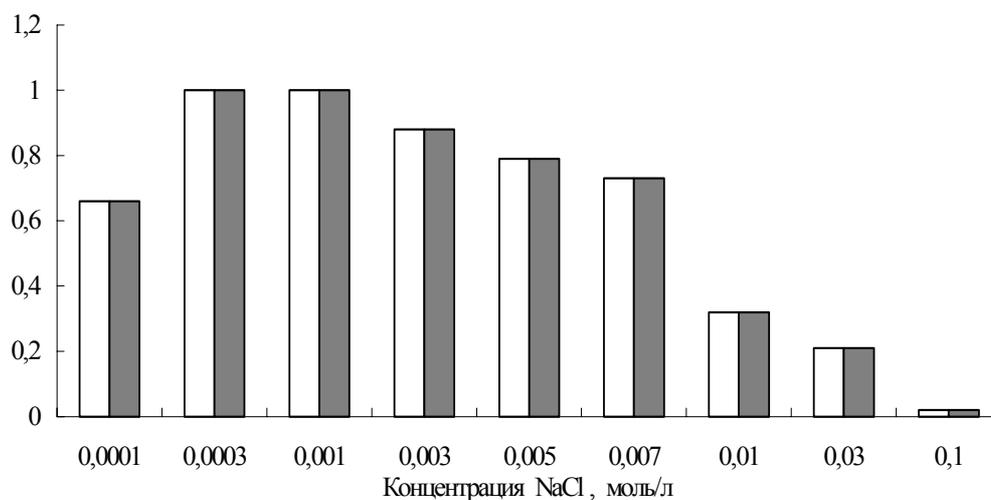


Рис.3. Зависимость потока нитрат ионов в корнях проростков ячменя от содержания хлорида натрия в среде

Вероятно, NaCl напрямую воздействует на активность системы транспорта  $\text{NO}_3^-$  плазмалеммы растительной клетки вплоть до полной ее инактивации. Однако в проведенных нами исследованиях определялись лишь нетто-поток  $\text{NO}_3^-$ , а не однонаправленные потоки указанного иона. Полученные результаты поэтому можно интерпретировать и как изменение выходящего потока  $\text{NO}_3^-$ .

Выражаю благодарность за помощь в проведении экспериментов и написании статьи доценту кафедры физиологии и биохимии растений А. П. Кудряшову.

#### Литература

1. Полевой В. В. Физиология растений. 1989. М.: Высш. шк. С. 216–271.
2. Чесноков В. А., Базырина Е. Т., Бушцева Т. М., Ильинский И. И. Выращивание растений без почвы. Л.: Ленинградский ун-т, 1967. 160 с.
3. Ullrich W.R. Transport of nitrate and ammonium through plant membranes // In Nitrogen metabolism of plants. Oxford: Clarendon Press, 1992. P. 121–138.

## ГЕНОПРОТЕКТОРНЫЕ СВОЙСТВА ФЛАВОЛИГНАНОВ ИЗ СЕМЯН РАСТОРОПШИ ПЯТНИСТОЙ

Е. М. Червяковский

С давних времен в традиционной медицине для лечения заболеваний печени используется препарат плодов расторопши пятнистой – силимарин. Силимарин обладает антиоксидантными свойствами, сти-