

УДК 633.1:631.531.027.2:632.122.1

## ВЛИЯНИЕ САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТЫ НА СОЛЕУСТОЙЧИВОСТЬ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ СОРТА ШАМ-6

ИБРАГИМ АССАФ

(Университет Аль-Фурат, г. Дейр аль-Зур, Сирийская Арабская Республика)

**Для оценки влияния салициловой кислоты и NaCl на растения пшеницы сорта Шам-6 были исследованы ростовые реакции, а также ряд биохимических показателей: активность рибулозо-1,5-бисфосфаткарбоксилазы (РБФК), содержание фотосинтетических пигментов и сахаров. В условиях засоления наблюдали существенное ингибирование ростовых процессов, снижение активности РБФК, содержания пигментов, а также углеводов. Обработка растений раствором салициловой кислоты снижала негативное действие NaCl на растения. Применение салициловой кислоты на растениях пшеницы в условиях засоления может стимулировать их солеустойчивость путем ускорения процессов фотосинтеза и углеводного обмена.**

**Ключевые слова:** пшеница, засоление, салициловая кислота, РБФК.

Существенное увеличение урожайности с.-х. культур за последние десятилетия в значительной степени достигнуто за счет химизации, механизации и мелиорации сельского хозяйства, что привело к возникновению экологических проблем, связанных с истощением энергетических ресурсов, возрастанием затрат на единицу продукции и с загрязнением окружающей среды. Особую тревогу вызывает увеличение в почвах содержания солей, которое в ряде случаев происходит в том числе и в результате искусственного орошения [5]. Около  $322,9 \times 10^6$  га на планете имеют повышенное содержание солей, количество засоленных почв с каждым годом возрастает [29].

Стрессовые факторы окружающей среды, такие как засоление и засуха, ведут к сокращению роста и урожайности с.-х. культур в значительно большей мере, чем другие факторы [17]. Увеличение содержания солей в почвах постепенно снижает их плодородие. Решение данной проблемы во многом зависит от разработки рациональных агротехнических мероприятий и использования толерантных к засолению с.-х. культур. Получение и использование таких культур невозможно без понимания действия засоления на растения, а также физиологических процессов, лежащих в основе солеустойчивости. Поэтому исследование физиологических основ солеустойчивости имеет исключительно важное значение [6].

Вредное действие засоления имеет комплексный характер и обусловлено как нарушением осмотического баланса клетки, что негативно сказывается на водном режиме растений, так и прямым токсическим влиянием ионов на физиологические и биохимические процессы в клетке [9]. В ответ на возрастание уровня засоления наблюдается значительное снижение показателей роста, таких как площадь листьев, сухая масса корней и побегов [7]. Так, затопление и обработка морской водой при-

вели к снижению содержания каротиноидов в проростках пшеницы, а также к снижению содержания хлорофилла и фотосинтетической активности (реакция Хилла и ассимиляция  $^{14}\text{C}_2\text{O}_2$ ) [12]. В условиях засоления установлено снижение активности рибулозо-1,5-бисфосфаткарбоксилазы (РБФК) в растениях пшеницы [12]. В свою очередь, снижение активности РБФК привело к снижению количества углеводов [7].

Салициловая кислота (СК) оказывает существенное воздействие на различные биологические процессы в растениях, подавляя одни и стимулируя другие [31]. Имеются основания рассматривать СК как фенольное соединение со свойствами фитогормона, способное функционировать в растении в качестве компонента сигнальных систем клеток, ответственных не только за формирование фитоиммунитета, но и за адекватный ответ на действие абиотических стрессоров [26]. Полученные данные не всегда однозначны. Так, например, различные концентрации ацетилсалициловой кислоты, по всей видимости, действуют в листьях *Phaseolus vulgaris* в качестве вещества, препятствующего избыточной транспирации, и блокируют открытие устьиц в эпидермисе *Commelina communis* [20, 21]. В то же время установлено, что салициловая кислота препятствует закрытию устьиц, вызванному абсцизовой кислотой (АБК) [30].

Было установлено непосредственное влияние салициловой кислоты на урожайность различных видов с.-х. культур: увеличение урожайности и количества бобов наблюдается у маша [34] и *Phytoseohis vulgaris* [19, 32]. Использование СК привело к торможению синтеза этилена, деполяризации мембран, стимулированию фотосинтетической активности, увеличению содержания хлорофилла, а также блокированию ответной реакции на повреждения у растений соевых бобов [22]. Недавно было установлено, что салициловая кислота необходима для приобретения устойчивости индуцируемых систем против некоторых патогенных инфекций [13]. С помощью экзогенной СК удалось индуцировать устойчивость растений к осмотическому и солевому стрессам. СК повышала засухоустойчивость проростков пшеницы [4]. Установлено, что предпосевная обработка семян пшеницы СК способствовала снижению потерь воды и уменьшению проницаемости клеточных мембран в условиях водного дефицита [3]. Экзогенная СК уменьшала последствия водного стресса и для растений подсолнечника [16]. При воздействии солей на проростки пшеницы СК уменьшала потенциальную опасность солевого стресса [2].

Целью настоящей работы явилось изучение вопроса о том, может ли салициловая кислота снизить отрицательное влияние засоления на ранних этапах онтогенеза растений пшеницы и тем самым увеличить ее солеустойчивость.

### Материалы и методы

Семена пшеницы *Triticum vulgare* L. сорта Cham-6 были получены из сельскохозяйственного научно-исследовательского центра Дейр Аль-Зурской области Сирийской Арабской Республики. Перед посевом семена были стерилизованы раствором фитофакса в концентрации 1 г/л в течение пяти минут и тщательно промыты дистиллированной водой. Посев проводили в полиэтиленовые сосуды с внутренним диаметром 25 см, набитые 5 кг песчаного субстрата. Густота стояния — 4 растения на сосуд. Орошение проводили с использованием 0,5 н. питательного раствора Хогланда [15] без добавления или, начиная с 14 дней от всходов, с добавлением раствора NaCl (50, 100 и 150 мМ) в течение 10 дней. Перед обработкой при приготовлении рабочего раствора СК сначала растворяли в нескольких каплях этанола и доводили до конечного объема дистиллированной водой. Растения опрыскивали в фазе

третьего листа однократно, в утренние часы. Повторность четырехкратная, полный факторный эксперимент.

Все измерения и учеты проводили спустя 10 дней после применения СК (20 дней после начала воздействия растворов соли). Половина образцов была использована для получения данных о показателях роста, другая половина была доведена в сушильном шкафу до постоянной массы при температуре  $82 \pm 2^\circ\text{C}$ , а затем измельчена до состояния порошка. Определяли сухую массу и фракционный состав сахаров, содержание пигментов и активность РБФК. Активность РБФК определяли по методике [23]. Оценку содержания пигментов проводили по методу [27] в 80%-м ацетоновом экстракте на колориметре при длине волны 452, 644 и 655 нм. Для определения сахаров был использован метод [28]; растительная вытяжка после добавления раствора молибдата мышьяка образовывала окрашенный раствор, который анализировали при 700 нм. Данные были проанализированы статистически с использованием программы статистического анализа M-STAT C. В таблицах приведены средние и показатели наименьшей существенной разности.

### Результаты и их обсуждение

Использование в опыте различных концентраций NaCl отрицательно сказалось на характере роста растений пшеницы (длине побегов и корней, сырой и сухой массе побегов и корней и площади листьев) по сравнению с контрольными растениями (табл. 1). Эти результаты согласуются с данными [14] о том, что засоление приводит

Т а б л и ц а 1

#### Действие засоления и салициловой кислоты на ростовые процессы в растениях пшеницы Cham-6

| Концентрация NaCl, mM | Концентрация СК, M | Площадь листьев, см <sup>2</sup> | Длина, см |       | Сырая масса, г |       | Сухая масса, г |       |
|-----------------------|--------------------|----------------------------------|-----------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
|                       |                    |                                  | побеги    | корни | побеги         | корни | побеги         | корни |
| 0                     | 0                  | 145,97                           | 33,47     | 10,38 | 12,67          | 3,13  | 2,84           | 0,29  |
| 50                    |                    | 137,72                           | 33,10     | 10,08 | 11,80          | 2,97  | 2,71           | 0,26  |
| 100                   |                    | 127,22                           | 28,97     | 8,22  | 10,43          | 2,85  | 2,45           | 0,24  |
| 150                   |                    | 121,22                           | 23,95     | 5,77  | 8,21           | 2,31  | 2,04           | 0,18  |
| $\bar{x}$             |                    | 133,03                           | 29,87     | 8,61  | 10,78          | 2,81  | 2,51           | 0,24  |
| 0                     | $10^{-6}$          | 156,96                           | 34,02     | 11,29 | 14,01          | 4,18  | 3,20           | 0,44  |
| 50                    |                    | 148,09                           | 33,64     | 10,96 | 13,05          | 4,21  | 3,06           | 0,40  |
| 100                   |                    | 136,81                           | 29,45     | 8,94  | 11,54          | 3,81  | 2,78           | 0,37  |
| 150                   |                    | 130,36                           | 24,35     | 6,29  | 9,10           | 3,11  | 2,32           | 0,30  |
| $\bar{x}$             |                    | 143,05                           | 30,36     | 9,37  | 11,93          | 3,83  | 2,84           | 0,38  |
| 0                     | $10^{-4}$          | 162,47                           | 35,01     | 12,33 | 15,40          | 5,40  | 3,36           | 0,58  |
| 50                    |                    | 158,72                           | 33,71     | 12,00 | 14,44          | 6,00  | 3,11           | 0,65  |
| 100                   |                    | 151,22                           | 33,13     | 10,89 | 13,48          | 4,37  | 2,92           | 0,38  |
| 150                   |                    | 146,72                           | 28,96     | 7,57  | 11,62          | 3,70  | 2,59           | 0,34  |
| $\bar{x}$             |                    | 154,78                           | 32,70     | 10,70 | 13,74          | 4,87  | 3,00           | 0,49  |
| НСР <sub>01</sub>     | NaCl               | 3,17                             | 1,96      | 1,89  | 1,81           | 0,8   | 0,89           | 0,04  |
|                       | СК                 | 2,94                             | 1,81      | 1,84  | 1,82           | 0,94  | 0,87           | 0,04  |
|                       | NaCl · СК          | 3,42                             | 2,11      | 2,05  | 2,01           | 1,02  | 0,96           | 0,05  |

к заметному снижению показателей роста (площади листьев, сырой и сухой массы побегов и корней) у растений кукурузы. В нашем эксперименте растения пшеницы, обработанные СК, оказались более устойчивыми к засолению. Такое повышение солеустойчивости подтверждается увеличением показателей роста: сырой и сухой массы побегов и корней, длины побегов и корней, а также увеличением листовой поверхности по сравнению с растениями, обработанными только NaCl (см. табл. 1). Похожее усиление роста побегов и корней в ответ на обработку СК наблюдалось у растений огурца [36]. В работе [33] также показано, что обработка СК способствует увеличению площади листьев у растений пшеницы, что согласуется с нашими результатами.

Данные, представленные в таблице 2, показывают, что активность ключевого фермента фотосинтеза РБФК у растений пшеницы значительно уменьшилась в условиях засоления NaCl по сравнению с контролем. Этот результат согласуется с результатами исследований многих авторов, например [38], которые показали, что содержание РБФК в условиях засоления было ниже, чем у контрольных растений, вследствие чего интенсивность фотосинтеза у растений кукурузы значительно сни-

Таблица 2

**Физиолого-биохимические показатели проростков пшеницы под воздействием салициловой кислоты и NaCl разных концентраций**

| Концентрация NaCl, mM | Концентрация СК, M | Активность РБФК *nKat/g сырой массы | Углеводы, мг/г сухой массы |                    |        | Хлорофилл а, мг/г сырой массы | Хлорофилл b, мг/г сырой массы | Каротиноиды, мг/г сырой массы |
|-----------------------|--------------------|-------------------------------------|----------------------------|--------------------|--------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                       |                    |                                     | полисахариды               | растворимые сахара | всего  |                               |                               |                               |
| 0                     | 0                  | 14,0                                | 181,8                      | 79,12              | 260,92 | 3,63                          | 1,69                          | 0,95                          |
| 50                    |                    | 12,0                                | 174,42                     | 85,13              | 259,55 | 3,26                          | 1,44                          | 0,69                          |
| 100                   |                    | 9,0                                 | 155,92                     | 95,33              | 251,25 | 2,66                          | 0,99                          | 0,47                          |
| 150                   |                    | 6,0                                 | 147,59                     | 104,23             | 251,82 | 1,68                          | 0,86                          | 0,29                          |
| $\bar{x}$             |                    | 10,3                                | 164,93                     | 90,95              | 255,89 | 2,81                          | 1,25                          | 0,60                          |
| 0                     | 10 <sup>-6</sup>   | 16,0                                | 189,41                     | 77,95              | 267,36 | 4,66                          | 2,24                          | 1,61                          |
| 50                    |                    | 13,0                                | 180,81                     | 82,55              | 263,36 | 4,08                          | 1,93                          | 1,30                          |
| 100                   |                    | 11,0                                | 164,59                     | 87,60              | 252,19 | 3,50                          | 1,40                          | 1,07                          |
| 150                   |                    | 9,0                                 | 153,79                     | 94,32              | 248,11 | 2,75                          | 1,20                          | 0,76                          |
| $\bar{x}$             |                    | 12,3                                | 172,15                     | 85,60              | 257,75 | 3,75                          | 1,69                          | 1,18                          |
| 0                     | 10 <sup>-4</sup>   | 21,0                                | 199,89                     | 73,09              | 272,98 | 5,32                          | 2,75                          | 1,73                          |
| 50                    |                    | 19,0                                | 191,73                     | 77,52              | 269,25 | 4,51                          | 2,38                          | 1,39                          |
| 100                   |                    | 15,0                                | 178,16                     | 82,37              | 260,53 | 3,97                          | 1,78                          | 1,12                          |
| 150                   |                    | 12,0                                | 162,5                      | 88,83              | 251,33 | 3,43                          | 1,50                          | 0,82                          |
| $\bar{x}$             |                    | 16,8                                | 183,07                     | 80,45              | 263,52 | 4,31                          | 2,10                          | 1,26                          |
| НСР <sub>01</sub>     | NaCl               | 1,85                                | 2,44                       | 1,94               | 2,83   | 0,19                          | 0,18                          | 0,16                          |
|                       | СК                 | 1,95                                | 2,36                       | 1,91               | 2,93   | 0,21                          | 0,19                          | 0,15                          |
|                       | NaCl · СК          | 2,01                                | 2,71                       | 1,99               | 2,98   | 0,24                          | 0,21                          | 0,19                          |

\* Mol/sec x 10<sup>-9</sup>.

зилась. Другие исследователи установили, что дефицит воды приводил к снижению содержания РБФК в листьях сахарного тростника [11] и ячменя [8]. Салициловая кислота в двух использованных концентрациях отдельно или в сочетании с засолением значительно стимулировала активность РБФК у всех растений (см. табл. 2). Следует заметить, что при использовании кислоты большей концентрации активность РБФК возрастала. В работе [23] также показано, что СК повышает фотосинтетическую активность листьев растений яблони.

Содержание пигментов фотосинтеза (хлорофиллов а и b и каротиноидов) у растений пшеницы в условиях засоления NaCl было значительно ниже, чем у контрольных (см. табл. 2). Похожее торможение биосинтеза хлорофилла в результате засоления было также обнаружено у растений сорго [10]. У растений пшеницы, обработанных СК, наблюдалось более высокое содержание пигментов, чем у контрольных или обработанных NaCl (см. табл. 2). Увеличение содержания пигментов в ответ на обработку СК разные авторы наблюдали также на растениях сои [1] и кукурузы [35].

Обобщая результаты предыдущих исследований, можно отметить, что они подтверждают наши выводы. В условиях засоления на фоне увеличения концентрации раствора NaCl происходило постепенное увеличение содержания растворимых сахаров, в то время как противоположная тенденция наблюдалась в отношении концентрации полисахаридов (см. табл. 2). Повышение содержания моносахаров можно рассматривать как процесс адаптации к условиям засоления, направленный на восстановление осморегуляции в растениях. Использование СК привело к значительному снижению содержания растворимых сахаров по сравнению с контрольными растениями, в основном за счет активизации ростовых процессов. В то же время она повысила содержание полисахаридов по сравнению с растениями в условиях засоления и контролем (см. табл. 2). Немаловажно, что содержание растворимых сахаров находится в обратнопропорциональной зависимости от уровня концентрации СК, чего нельзя сказать о полисахаридах.

Повышение содержания растворимых сахаров в условиях солевого стресса наблюдали и на растениях томата [26]. Предполагается, что применение СК может активировать расход растворимых сахаров в процессе метаболизма с образованием новых клеточных компонентов в качестве механизма для стимулирования роста растений [18]. Применение СК, по всей видимости, способствует подавлению деятельности полисахарид-гидролазной ферментной системы, с одной стороны, и/или ускорению включения растворимых сахаров в полисахариды — с другой. Наше предположение может быть подтверждено выводом о том, что использование СК привело к снижению содержания растворимых сахаров. В связи с этим авторы [24] предположили, что опрыскивание салициловой кислотой листьев кукурузы на свету приводит к снижению в них уровня растворимых сахаров.

### **Выводы**

1. В условиях засоления NaCl у растений пшеницы наблюдали торможение ростовых процессов, связанное с уменьшением их массы и площади листьев; содержание фотосинтетических пигментов, углеводов также снижалось на фоне резкого уменьшения активности ключевого фермента фотосинтеза рибулозо-1,5-бисфосфаткарбоксилазы.

2. Обработка растений пшеницы салициловой кислотой способствовала восстановлению их ростовой активности и фотосинтетической деятельности в условиях засоления, что свидетельствует о ее адаптогенном действии в условиях абиотического стресса.

3. Повышение солеустойчивости растений пшеницы под действием салициловой кислоты может быть связано с интенсификацией их фотосинтеза и углеводного обмена.



## Библиографический список

1. Колупаев Ю.Е., Карпец Ю.В. Салициловая кислота и устойчивость растений к абиотическим стрессорам // Вестник Харьковского национального аграрного университета. Серия биология, 2009. Вып. 2, 17. С. 19-39.
2. Колупаев Ю.Е., Карпец Ю.В., Мусатенко Л. II. Участь активних форм кисню в індукуванні солейтійкоп проросту в пшениц салціловою кислотою // Доп. НАН України, 2007. № 6. С. 154-158.
3. Маменко Т.П., Рож Л.В. Вплив салцілово! кислоти на активність антиоксидантних процесів в озимол! пшениц за умов рінного водозабезпечення // Физиология и биохимия культ. Растений, 2008. Т. 40. № 1. С. 69-77.
4. Agarwal S., Sairam R.K., Srivastava G.C., Aleena R.C. Changes in antioxidant enzymes activity and oxidative stress by abscisic acid and salicylic acid in wheat genotypes // Biol. Plant, 2005. V. 49, № 4. P. 541-550.
5. Arzani A. Improving salinity tolerance in crop plants: abiotecnological view. Vitro Cell. Dev. //Biol. Plant, 2008. 44: 373-383.
6. Ashraf AI Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants. Flora, 2004.199: 361-376.
7. Ashrafuzzaman AI, Khan M.A.H., Shahidullah S.AI Vegetative growth of maize (Zea mays) as affected by a range of salinity // CropRes. Hisar, 2002. 24: 286-91.
8. Bray E.A. Plant responses to water deficit. Trends Plant Sci., 1997. V. 2. P. 48-54.
9. Chaparzadeh N., Kha'ari-Nejad R.A., Na'ari-Izzo F., Izzo A. Water relations and ionicbalance Calendula officinalis L. under salinity conditions // Agrochimica, 2003. 47: 69-79.
10. Dela-Rosa I.AI, Maiti R.K. Biochemical mechanism in glossy sorghum lines for resistance to salinity stress // J. Plant Physiol, 1995. 146: 515-9.
11. Du Y.C., Nose A., Wasano K, Ushida Y Responses to water stress of enzyme activities and metabolite levels in relation to sucrose and starch synthesis, the Calvin cycle and the C4 pathway in sugarcane (Saccharum sp.) leaves //Australian J. Plant Physiol, 1998. 25:253-60.
12. El-Shihaby O.A., Alla MAIN., Younis ALE., El-Bastawisy Z.AL Effect of kinetin on photosynthetic activity and carbohydrate content in waterlogged or sea-water treated Vigna sinensis and Zea mays plants // Plant Biosyst, 2002.136: 277-90.
13. Gaffney T., Friedrich I., Vernooij B., Negrotto D., Nye G., Uknes S., Ward E., Kessman H., Rvals J. Requirement of salicylic acid for the induction of systemic acquired resistance. Sci., 1993.'261: 754-6.
14. Hasegawa P.AL, Bressan R.A., Zhu J.K., Bohnert H.J. Plant cellular and molecular response to high salinity //Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol, 2000. 51: 463-499.
15. Hoagland D.R., Am on D.I The water culture method for growing plants without soil // California Agri. Exp. Stat. Circ, 1950. 347: 32.
16. Hussain AI, AlalikAIA., FarooqAI Improving drought tolerance by exogenous application of glycinebetaine and salicylic acid in sunflower// J. Agron. Crop Sci., 2008. V 194. P. 193-199.
17. Karakas B., Ozias-Akins R, Stushnoff C., SuefferheldAI, RiegerAI Salinity and drought tolerance of mannitol accumulating transgenic tobacco // Plant Cell Environ, 1997. 20: 609-16.
18. Khodary S.E.A. Effect of Salicylic Acid on the Growth, Photosynthesis and Carbohydrate Metabolism in Salt Stressed Maize Plants // Int. J. Agri. Biol., 2004. Vol. 6. № 1: 5-8.
19. lang O.F.P. Reguladores del crecimiento VIII. C.P. Montecillo, 1986.
20. Larqu e-Saavedra A. Stomatal closure in response to acetalsalicylic acid treatment // Pflanzenphysiol, 1979. 93: 371-5.
21. I.anju e-Saavedra A. The antitranspirant effect of acetylsalicylic acid on Phaseolus vulgaris II Physiol. Plant, 1978. 43: 126-8.
22. Ieslie C.A., Romani R.J. Inhibition of ethylene biosynthesis by salicylic acid // Plant Physiol., 1988. 88: 833-7.
23. Hu C., Zhan J., Yuan-Yong, Yu-Cuibin B., Yu-long F. Effects of salicylic acid on the photosynthesis of apple leaves. Acta Hort. Sinica, 1999. 26: 261-2.

24. *Al-Jayani Y, Oujal et al.* Influencing of salicylic acid on roots of rice plants at NaCl-stress // J. Wuhan Univ. Natur. Sci. Ed., 2006. V. 52. № 4. P. 471-474.
25. *Maria E.B., José D.A., Maria C.B., Francisco P.A.* Carbon partitioning and sucrose metabolism in tomato plants growing under salinity // *Physiol. Plant*, 2000. 110: 503-11.
26. *Martinez C., Baccou J.-C., Bresson E. et al.* // *Plant Physiol.*, 2000. V. 122. № 3. P. 757-766.
27. *Metzner H., Rau H., Senge H.* Untersuchungen zur synchronisierbarkeit einzelner pigmentantigen mutanten von Chlorella // *Planta*, 1965. 65: 186-90.
28. *Naguib M.I.* Effect of sevin on the carbohydrate and nitrogen metabolism during germination of cotton seeds // *Indian J. Expt. Biol.*, 1964, 11: 149-52.
29. *Parida A.K., Das A.B.* Salt tolerance and salinity effects on plants: A Rev. *Ecotoxicol. Environ. Safety*, 2005. 60: 324-349.
30. *Rai V.K., Sharma S.S., Sharma S.* Reversal of ABA-induced stomatal closure by phenolic compounds // *J. Exp. Bot.*, 1986. 37: 129-34.
31. *Raskin I.* Role of salicylic acid in plants. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 1992. 43: 439-63.
32. *Rendon S.L.A.* Control hormonal de la abscisín de órganos reproductivos en *Phaseolus vulgaris* L. cv. Tesis de Maestría en Ciencias. C.P Chapingo. México. Cahuatlán, 1983. 72.
33. *Singh B., Usha K.* Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress // *Plant Growth Regul.*, 2003. V. 39. № 2. P. 137-141.
34. *Singh G., Kaur M.* // *Indian J. Plant Physiol.*, 1980. 23: 366-70.
35. *Sinha S.K., Srivastava H.S., Tripathi R.D.* Influence of some growth regulators and cations on inhibition of chlorophyll biosynthesis by lead in Maize // *Bull. Env. Contamin. Toxic.*, 1993. 51: 241-6.
36. *Sun Y, Wang Y.-J.* Cushion influence of salicylic acid on photooxidative stress at cucumber plantlets // *J. Northwest Sci-Tech Univ. Agr. Forest. Natl. Sci. Ed.*, 2004. V. 32, № 5. P. 38-40.
37. *Vu J.C.V, Allen JR., Boote K.T., Bowes G.* Elevated CO<sub>2</sub> and temperature effects on the photosynthesis and rubisco of rice and soybean // *Plant Cell Env.*, 1997. 20: 68-76.
38. *Wattana P., Monica A.M.* Water deficit effect on raffinose family oligosaccharide metabolism in coleus // *Plant Physiol.*, 1999. 121: 987-93.

Рецензент — д. б. н. И.Г. Тараканов

#### SUMMARY

To estimate the effect of both salicylic acid and NaCl on wheat variety Cham-6, plant growth response and several biochemical parameters (activity of ribulose - 1,5-bisphosphate carboxylase (RBFC), photosynthetic pigment content and carbohydrate level) have been studied. NaCl has been found to reduce significantly all growth factors, Rubisco activity, pigment and sugar content in plants. Treating plants with salicylic acid solution reduces negative effect of NaCl on plants. Salicylic acid application has been found to stimulate salt-resistance in wheat by activating both photosynthetic processes and carbohydrate metabolism.

*Key words*, salinization of soil, wheat, salicylic acid, RBFC.

**Ибрагим Ассаф** - доктор наук, профессор. Эл. почта: [ibr\\_ass@yahoo.com.au](mailto:ibr_ass@yahoo.com.au)