

## Регуляторы роста растений

УДК 635.64:58.056:581.1:631.811:577.175.1

### **ЭФФЕКТ ПРЕПАРАТА СИЛК В УСЛОВИЯХ КОМПЛЕКСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО И ВОДНОГО СТРЕССОВ НА РАСТЕНИЯ ТОМАТА\***

**Т.С. КОЛМЫКОВА<sup>1</sup>, А.С. ЛУКАТКИН<sup>1</sup>, П. ДУХОВСКИС<sup>2</sup>, Н.Н. КУЛИКОВА<sup>1</sup>**

Изучали влияние препарата силк тритерпеновой природы на морфофизиологические показатели у молодых растений томата сорта Волгоградский 5/95, выращенных в условиях водного и температурного стрессов. Установлено, что при предпосевной обработке семян оптимальная концентрация препарата —  $10^{-7}$  %. Изучаемый регулятор роста в фазу 5-го настоящего листа стимулировал прирост осевых вегетативных органов, площади листовой поверхности, стабилизировал состояние клеточных мембран, уменьшая их проницаемость. Показано, что действие препарата силк на растение более эффективно в условиях стрессовых (пониженной и повышенной) температур.

**Ключевые слова:** томат, стресс, засуха, температура, силк, регулятор роста.

**Keywords:** tomato, stress, drought, temperature, silk, growth regulator.

Повышение устойчивости сельскохозяйственных растений к неблагоприятным факторам окружающей среды — важнейшая проблема современного растениеводства. В этой связи большое значение приобретает использование фитогормонов и регуляторов роста с гормональным действием, выполняющих функции медиаторов в трансдукции внешних сигналов (1). Влияние неблагоприятных факторов на растение может быть ослаблено или полностью снято обработкой синтетическими биологически активными веществами (БАВ), которые оказывают стабилизирующее действие на клеточные мембранны, уменьшая их повреждение (2), либо восстанавливают активность метаболических процессов (3). В последние годы уделяется большое внимание разработке и применению регуляторов роста растений нового поколения, которые обладают не только ростстимулирующим, но и антистрессовым эффектом. В свете мировой тенденции к экологизации сельского хозяйства предпочтение отдается природным веществам, производимым высшими растениями, грибами и микроорганизмами. Значительный интерес представляет отечественный препарат силк, полученный на основе тритерпеновых кислот эфирного экстракта пихты сибирской *Abies sibirica* Ldb. (4). Его использование при выращивании пшеницы сопровождалось не только повышением урожайности и качества зерна, но и увеличением водоудерживающей способности листьев (5, 6). На других культурах эффективность препарата силк неизвестна. Кроме того, до сих пор остается неизученным антистрессовое действие этого регулятора роста.

В естественных условиях основные внешние факторы, лимитирующие как распространение растений по земному шару, так и урожай сельскохозяйственных культур, — температура и почвенная гидратура (7, 8). Действие каждого из этих факторов на рост, развитие и продуктивность изучено достаточно подробно (9). Однако в природе растения зачастую подвергаются неблагоприятному действию комплекса экологических факторов, и в качестве лимитирующих не всегда выступает только один из них. Так, неблагоприятные температуры часто сопровождаются еще и

\* Исследование выполнено при поддержке Федерального агентства по образованию (АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы», проект 2.1.1/624).

водным стрессом.

Целью настоящей работы было изучение физиологического действия препарата силк на рост и устойчивость молодых растений томата при комплексном действии стрессовых температур и засухи в вегетационном опыте.

*Методика.* Эксперименты выполняли на растениях томата (*Lycopersicon esculentum* Mill.) среднепозднего сорта Волгоградский 5/95. Действующее вещество исследуемого биопрепарата силк (ЗАО «Элха-силк», г. Москва) — абиетиновая кислота (природный регулятор роста). Выравненные семена томата помещали в чашки Петри по 50 шт. и выдерживали 8 ч в растворах препарата силк (концентрация от  $10^{-5}$  до  $10^{-8}$  %), после чего промывали и проращивали в водопроводной воде. В качестве контроля использовали семена, замоченные в дистиллированной воде. На 5-е и 10-е сут подсчитывали число проросших семян. В эти же сроки у 20 проростков в каждом варианте измеряли длину побега и корня. Повторность опыта 5-кратная.

Пророщенные семена по 10 шт. высаживали в сосуды с почвой (среднесуглинистый выщелоченный чернозем, объем сосудов 2 л) в 3-кратной повторности. Растения выращивали до фазы 2-3 настоящих листьев (14-15-суточные проростки) при освещенности 10 клк, фотопериоде 14/10 ч (день/ночь); температуре 22-23 °C (день) и 15-16 °C (ночь). Далее опыт продолжали при разных вариантах водоснабжения и температуры: I — 70 % наименьшей влагоемкости (НВ), 22-23 °C днем и 15-16 °C ночью (оптимальные условия); II — 25 % НВ, 22-23 °C днем и 15-16 °C ночью (засуха); III — 25 % НВ, 38-39 °C днем и 15-16 °C ночью (повышенная температура в сочетании с засухой); IV — 25 % НВ, 2-3 °C в течение 6-7 ч ежедневно и в остальное время 15-16 °C (кратковременное охлаждение в сочетании с засухой). Засуху имитировали в течение 3 сут, температурные условия поддерживали на протяжении 7 сут. В фазу 5-го настоящего листа (возраст 22-24 сут) у растений определяли ростовые параметры: длину стебля и корня, площадь листовой поверхности растения (10). Для измерения длины главного корня растения предварительно извлекали из почвы, промывали и обсушивали.

Проницаемость мембран листьев (по выходу электролитов) определяли на кондуктометре ОК-102 с платиновым электродом («Radalkis», Венгрия). Для этого 3 г ткани листьев растений в каждом варианте разделяли на 6 усредненных навесок, тщательно промывали для удаления клеточного сока со срезов, обсушивали фильтровальной бумагой и заливали дистиллированной водой (100 мл). О выходе электролитов из ткани листьев в дистиллированную воду судили по изменению электропроводности вытяжки после инкубации в течение 4 ч. Полный выход электролитов оценивали после разрушения мембранны кипячением. Выход электролитов рассчитывали в процентах от полного выхода. Это служило мерой неспецифической проницаемости мембран (11).

Повторность опытов 3-кратная, в каждом опыте 5 биологических повторностей. В таблицах и на графиках приведены средние значения для каждого опыта со стандартными ошибками. Результаты обрабатывали статистически по стандартной методике с использованием комплексной программы Biostat.

*Результаты.* Для эффективного использования регулятора роста прежде всего необходимо определить его оптимальные концентрации для культуры. Результаты опыта показали, что препарат силк почти во всех исследованных концентрациях ( $10^{-5}$ - $10^{-8}$  %) значительно повышал

энергию прорастания и всхожесть семян томата по сравнению с контролем (или наблюдалась тенденция к повышению этих показателей) (табл. 1). Самые высокие значения энергии прорастания и всхожести регистрировали при концентрации  $10^{-7}$  % (превышение контроля соответственно на 23 и 25 %). Силк почти во всех изученных концентрациях оказал положительное действие на рост осевых органов у проростков томата. Наибольшие показатели длины главного корня и побега также отмечали в варианте с концентрацией препарата  $10^{-7}$  %. Изучаемый препарат сильнее стимулировал рост побега (см. табл. 1): увеличение длины корня относительно контроля составило в разных вариантах концентрации препарата от 2 до 21 %, удлинение побега — от 10 до 37 %. Таким образом, в дальнейших экспериментах мы использовали концентрацию  $10^{-7}$  % как наиболее эффективную.

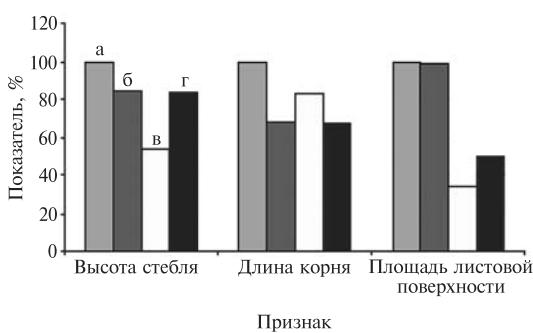
#### **1. Показатели эффективности предпосевной обработки семян томата сорта Волгоградский 5/95 препаратом силк при оптимальных гидротермических условиях ( $M \pm m$ , вегетационный опыт)**

Концентрация препарата, %	Энергия прорастания семян на 5-е сут, %	Всхожесть семян на 10-е сут, %	Длина на 10-е сут, мм	
			побег проростка	корень проростка
Контроль (вода)	$74,6 \pm 2,2$	$77,0 \pm 1,2$	$38,3 \pm 1,9$	$61,4 \pm 1,5$
$10^{-5}$	$76,7 \pm 0,0$	$79,4 \pm 3,9$	$42,2 \pm 1,8$	$62,6 \pm 4,1$
$10^{-6}$	$71,6 \pm 8,4$	$81,3 \pm 2,0$	$48,4 \pm 3,0$	$71,4 \pm 4,2$
$10^{-7}$	$91,7 \pm 5,0$	$95,9 \pm 1,2$	$53,1 \pm 2,2$	$74,6 \pm 3,5$
$10^{-8}$	$75,0 \pm 1,7$	$77,7 \pm 1,0$	$45,9 \pm 3,9$	$67,9 \pm 2,2$

#### **2. Ростовые и физиологические показатели у растений томата сорта Волгоградский 5/95 в fazu 5-го настоящего листа под влиянием условий выращивания и предпосевной обработки препаратом силк ( $10^{-7}$ %) ( $M \pm m$ , вегетационный опыт)**

Вариант опыта	Длина, мм		Соотношение побег/корень	Площадь листовой поверхности, см <sup>2</sup>
	стебля	корня		
Без обработки				
I	$110,0 \pm 5,6$	$54,7 \pm 7,1$	2,01	$131,2 \pm 6,5$
II	$92,7 \pm 5,6$	$37,4 \pm 5,1$	2,48	$129,3 \pm 5,8$
III	$58,7 \pm 1,7$	$45,4 \pm 5,9$	1,29	$45,2 \pm 2,1$
IV	$92,0 \pm 4,8$	$36,9 \pm 3,6$	2,49	$66,5 \pm 3,2$
Обработка препаратом силк в концентрации $10^{-7}$ %				
I	$161,0 \pm 8,6$	$47,8 \pm 4,7$	3,37	$151,5 \pm 7,5$
II	$147,7 \pm 7,0$	$39,4 \pm 2,3$	3,75	$150,6 \pm 6,9$
III	$57,7 \pm 2,3$	$24,8 \pm 1,6$	2,33	$74,0 \pm 3,6$
IV	$113,6 \pm 4,3$	$61,8 \pm 3,6$	1,84	$130,6 \pm 6,4$

Приимечание. Условия выращивания по вариантам опыта см. в разделе «Методика».



**Рис. 1. Ростовые показатели у растений томата сорта Волгоградский 5/95 в fazu 5-го настоящего листа без обработки препаратом силк при разных условиях выращивания: а — оптимальные условия, б — засуха, в — гипертермия + засуха, г — гипотермия + засуха (вегетационный опыт).**

При оценке влияния стрессовых факторов на морфофизиологические показатели в вариантах без обработки препаратом силк максимальную высоту надземной части проростков томата в fazu 5-го настоящего листа отмечали у растений, находящихся в оптимальных условиях (табл. 2). При действии засухи (как самостоятельного фактора, так и в сочетании с пониженной положительной температурой) длина стебля снижалась на 16%; засуха в сочетании с высокой температурой угнетала рост стебля в еще большей степени — на 47 %

(рис. 1). Длина корня под влиянием засухи (как самостоятельно действующего стресса, так и в сочетании с пониженной температурой) уменьшалась на 32 %. В условиях гипертермии засуха угнетала развитие корня в меньшей степени — лишь на 17 % относительно показателя при оптимальных условиях (см. табл. 2). На фоне засухи высокая температура в большей степени замедляла развитие стебля, в то время как пониженная температура сильнее угнетала рост корней (см. рис. 1). Так как рост и развитие растений регулируются фитогормонами, то, возможно, содержание их активных форм неодинаково при воздействии разных температурных стрессоров. Предположительно это можно трактовать как тормозящее влияние гипертермии на процессы образования активных форм цитокининов, которые стимулируют рост побегов. Пониженная температура снижает активность эндогенных ауксинов, влияющих на рост корневой системы. Эффект засухи в отношении баланса ростстимулирующих фитогормонов, по-видимому, неспецифический (12).

В результате неодинакового влияния стрессовых факторов на рост осевых органов томата существенно изменялось соотношение длины побега и корня (см. табл. 2). При засухе в сочетании с нормальной или пониженной температурой это соотношение возрастало, указывая на перераспределение потока ассимилятов в надземную часть, на фоне повышенной температуры, напротив, значительно снижалось относительно контроля, свидетельствуя о большей направленности потоков питательных веществ в корень.

Водный стресс как самостоятельный фактор (на фоне оптимальной температуры) не оказал влияния на площадь листовой поверхности (см. табл. 2). В тех случаях, когда засуха сопровождалась пониженной и повышенной температурой, среднее значение площади ассимиляционной поверхности уменьшилось соответственно на 49 и 66 % относительно показателя при оптимальных условиях (см. рис. 1). Это можно объяснить не только угнетением процессов жизнедеятельности, но и развитием приспособительных реакций на фоне изменения гормонального статуса растений за 1 нед опыта. Уменьшение площади листовой поверхности влечет за собой снижение транспирации и тем самым уменьшает дефицит воды у растений (13).

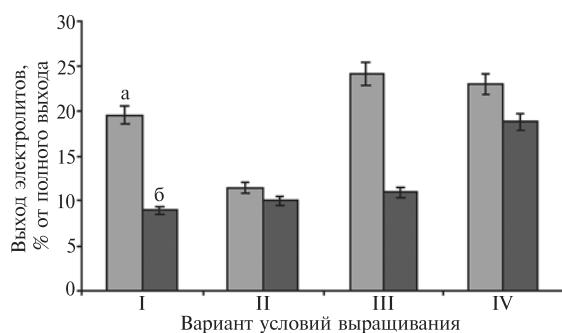


Рис. 2. Проницаемость клеточных мембран у растений томата сорта Волгоградский 5/95 в фазу 5-го настоящего листа без обработки (а) и на фоне предпосевной обработки препаратом силк (б) в зависимости от условий выращивания: I — оптимальные условия, II — засуха, III — гипертермия + засуха, IV — гипотермия + засуха (вегетационный опыт).

Было установлено, что засуха имитирована в течение 3 сут и изучение реакции растения на водный стресс проводили в период его последействия. Такое кратковременное влияние осмотического стресса, возможно, активирует механизмы по-

определение устойчивости растений к абиотическим стрессам на клеточном уровне по изменениям проницаемости мембран (по выходу электролитов) основано на том, что при действии неблагоприятных факторов нарушается структура и состояние клеточных мембран и ускоряется выход ионов из клеток в окружающую среду. Как оказалось, осмотический стресс (засуха) в условиях оптимальной температуры уменьшал выход электролитов (рис. 2), что указывает на увеличение стабильности клеточных мембран. Вероятно, причина заключается в том, что засуху имитировали в течение 3 сут и изучение реакции растения на водный стресс проводили в период его последействия. Такое кратковременное влияние осмотического стресса, возможно, активирует механизмы по-

вышения резистентности клеточных мембран при акклиматации (14). В нашем эксперименте на изменение проницаемости мембран оказал влияние температурный стресс на фоне засухи (см. рис. 2). И понижение, и повышение температуры сопровождалось увеличением выхода электролитов (и, следовательно, проницаемости мембран) на 17-23 % по сравнению с показателем в оптимальных условиях.

Исследуя морфофизиологические изменения у проростков томата при совместном действии стрессоров и препарата силк, эффективность регулятора оценивали на основании сравнения с показателями у растений, выращенных в аналогичных условиях, но без применения препарата (см. табл. 2). Предпосевная обработка семян раствором силка стимулировала прирост стебля по сравнению с необработанными растениями во всех вариантах, кроме сочетания высокой температуры с засухой. Более эффективным было использование препарата в условиях одного только водного стресса: высота побега увеличивалась на 59 % по сравнению с контролем. В оптимальных условиях, а также при пониженной температуре в сочетании с осмотическим стрессом прирост побега составил соответственно 46 и 23 %. Обнаружено, что препарат силк, действующее вещество которого представляет собой соединение тритерпеновой природы, не просто стимулировал рост стебля, но и приводил к его вытягиванию, причем как в оптимальных условиях произрастания, так и при водном стрессе.

У обработанных препаратом силк растений по сравнению с необработанными прирост корня (на 67 %) отмечали только при пониженной температуре. При повышенной температуре на фоне засухи и в оптимальных условиях выращивания длина главного корня была ниже, чем у необработанных растений в аналогичных вариантах соответственно на 13 и 45 %. В варианте засухи при оптимальных температурных условиях препарат не оказал действия на развитие корневой системы. В вариантах, где отмечали максимальное значение высоты стебля, был минимальный прирост корня, что, в свою очередь, привело к нарушению соотношения между длиной побега и корня.

При определении антистрессового характера действия препарата силк на растения важное значение имеют не только морфологические параметры, но и те показатели, на основе которых можно прогнозировать величину урожая. В нашем опыте предпосевная обработка семян томата изучаемым регулятором роста способствовала увеличению площади листовой поверхности по сравнению с контролем во всех представленных вариантах (см. табл. 2). Особенно значительный прирост площади ассимиляционного аппарата по сравнению с таковой у необработанных растений отмечали в вариантах с неблагоприятными температурными режимами. На фоне засухи при гипертермии увеличение листовой поверхности относительно контроля составило 63 %, при гипотермии — 96 % (см. табл. 2).

Таким образом, в условиях оптимальных температур (в том числе в сочетании с засухой) силк способствовал вытягиванию стебля; в то же время при неблагоприятных температурах (пониженной и повышенной) он усиливал развитие ассимиляционного аппарата, что в некоторой степени может указывать на термопротекторное действие этого регулятора.

Измерение выхода электролитов из высечек листьев томата показало, что предпосевная обработка семян препаратом силк существенно стабилизировала состояние клеточных мембран, уменьшая выход ионов относительно такового в вариантах с необработанными растениями независимо от условий выращивания (см. рис. 2). Самую высокую эффективность препарата силк на растениях томата отмечали в варианте с одновре-

менным действием повышенной температуры и засухи: выход электролитов уменьшался почти в 2,5 раза. В оптимальных условиях выращивания неспецифическая проницаемость мембран уменьшалась на 54 % по сравнению с контролем. В условиях только водного стресса влияние силка на проницаемость мембран не проявилось, поскольку засуха не оказала повреждающего действия на плазмалемму у не обработанных препаратом растений (см. рис. 2).

Таким образом, обработка семян томата препаратом силк значительно повышала стабильность клеточных мембран только в условиях неблагоприятных температур, что проявлялось в снижении экзосмоса электролитов, индуцированного стрессовым воздействием температуры и засухи.

Итак, препарат силк в изученном диапазоне концентраций ( $10^{-5}$ - $10^{-8}$  %) в большинстве случаев стимулировал прорастание семян томата сорта Волгоградский 5/95. Самые высокие значения всхожести отмечали при концентрации  $10^{-7}$  %. Предпосевная обработка семян препаратом силк также усиливала процессы роста у растений томата. Однако характер морфологических изменений под влиянием этого препарата зависел от условий выращивания растений. В оптимальных условиях, а также при водном стрессе эффект силка проявлялся в вытягивании побегов и нарушении нормального соотношения длины побега и корня. При действии температурных стрессов препарат в значительной степени стимулировал развитие ассимиляционного аппарата. Кроме того, использованный регулятор роста тритерпеновой природы в большей степени стабилизировал клеточные мембранны в условиях температурного стресса. При совместном действии двух стресс-факторов — температуры и засухи отмечали главным образом термопротекторный эффект препарата силк.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Веселов Д.С., Сабиржанова И.И., Ахиярова А.Г. Роль гормонов в быстром ростовом ответе растений пшеницы на осмотический и холодовой шок. Физиология растений, 2002, 49(4): 572-576.
2. Лукаткин А.С., Башмаков Д.И., Кипайкина Н.В. Протекторная роль обработки тиодиазуроном проростков огурца при действии тяжелых металлов и охлаждении. Физиология растений, 2003, 50(3): 346-348.
3. Вольнова Т.Л., Коренева Т.М., Астахова Н.В., Муромцев Г.С. Морозоустойчивость озимой пшеницы под влиянием биосинтетического регулятора роста фузикокцина. С.-х. биол., 1993, 5: 108-114.
4. Радугин В.А., Драгунов А.Г., Климов В.П., Чекуроев В.М. Способ получения биологически активной суммы тритерпеновых кислот. Пат. № 21088803 РФ. Опубл. 1998, Б.И. № 11.
5. Власенко Н.Г., Сазанович С.В., Егорычева М.Т. Силк в посевах яровой пшеницы. Защита и карантин растений, 2004, 1: 23.
6. Давидян Э.С. Применение регуляторов роста тритерпеновой природы при выращивании озимой пшеницы. Агрохимия, 2006, 8: 30-33.
7. Кузнецов Вл.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений. М., 2006.
8. Лукаткин А.С. Холодовое повреждение теплолюбивых растений и окислительный стресс. Саранск, 2002.
9. Усманов И.Ю., Рахмануллов З.Ф., Кулагина А.Ю. Экологическая физиология растений. М., 2001.
10. Левин В.К., Лукаткин А.С., Лещанкина В.В. и др. Полевые методы исследования растений. Саранск, 2004.
11. Зуяров О.А., Лукаткин А.С. Кинетика экзосмоса электролитов у теплолюбивых растений при действии пониженных температур. Физиология растений, 1985, 32: 347-354.
12. Колмыкова Т.С., Апарин С.В., Духовский П.В. Действие экзогенных факторов на динамику ростстимулирующих фитогормонов культурных растений. Мат. V Межд. науч. конф. «Регуляция роста, развития и продуктивности растений». Минск, 2007: 165-166.

13. Пустовойтова В.Н., Жолкевич В.Н. Основные направления в изучении влияния засухи на физиологические процессы растений. Физиология и биохимия культурных растений, 1992, 24: 14-27.
14. Лукаткин А.С., Грищенко Н.Н., Мартынова Н.П. К вопросу об акклиматации проростков кукурузы к пониженной положительной температуре выращивания. С.-х. биол., 2006, 1: 86-91.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева,  
430005 Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Большевистская, 68,  
e-mail: tskolmykova@yandex.ru, aslukatkin@yandex.ru;  
<sup>2</sup>Литовский институт садоводства и овощеводства,  
LT 54333, Kauno 30, Babtai, Lithuania,  
e-mail: p.duchovskis@lsdi.lt

Поступила в редакцию  
11 января 2011 года

## EFFECT OF SILK PREPARATION IN THE CONDITIONS OF COMPLEX ACTION OF TEMPERATURE AND WATER STRESS ON TOMATO PLANTS

T.S. Kolmykova<sup>1</sup>, A.S. Lukatkin<sup>1</sup>, P. Dukhovskis<sup>2</sup>, N.N. Kulikova<sup>1</sup>

S u m m a r y

The authors studied the effect of silk preparation of triterpene nature on morphophysiological parameters in young tomato plants of the Volgogradskii 5/95 variety, grown in the conditions of water and temperature stress. It was established, that optimal concentration for seed presowing treatment is 10<sup>-7</sup> %. The studied growth regulator at the period of 5th leaf stimulates the gain of axial vegetative organs and the leaf area, stabilizes the state of cell membranes reducing their permeability. It was shown, that the action of silk preparation on the plants is more efficiently in the conditions of stress (low and high) temperatures.

---

### Научные собрания

#### ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «XV ДОКУЧАЕВСКИЕ МОЛОДЕЖНЫЕ ЧТЕНИЯ: ПОЧВА КАК ПРИРОДНАЯ БИОГЕОМЕМБРАНА»

(1-3 марта 2012 года, г. Санкт-Петербург)

**Организаторы:** Санкт-Петербургский государственный университет, ГНУ Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, Общество почвоведов им. В.В. Докучаева, Фонд сохранения и развития научного наследия В.В. Докучаева.

Конференция посвящена 150-летию со дня рождения Р.Ф. Ризположенского.

**Основные тематические направления:**

- Эксперименты в почвоведении
- Органоминеральные взаимодействия в почвах
- Обменные процессы и поглотительная способность почв
- Особенности геохимического круговорота веществ в пахотных почвах
- Экологические функции естественных и антропогенно преобразованных почв

**Контакты и информация:** Dkonf2012@gmail.com

#### 2-я ЕЖЕГОДНАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ БИОТЕХНОЛОГИИ – BIOTECH 2012»

(12-13 марта 2012 года, г. Бангкок, Таиланд)

**Организатор:** Global Sci. & Technology Forum (GSTF).

Тематика конференции охватывает области прикладной биологии, подразумевающие использование широкого спектра процедур для изменения живых организмов и биопроцессов с целью их использования в технике, технологиях, медицине, сельском хозяйстве (в том числе выращивание одомашненных животных, растений, их улучшение через селекционные программы на основе искусственного отбора и гибридизации). Этот многопрофильный форум предоставляет широкие возможности для исследователей и практиков поделиться оригинальными результатами исследований и практическим опытом, очертить круг проблем и вопросов развития отрасли.

**Контакты и информация:** [www.advbiotech.org](http://www.advbiotech.org)