

УДК 581.142

### ДЕЙСТВИЕ СТРОФАНТИНА НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН

В.В. РОГОЖИН, М.Е. САБАРДАХОВА, А.С. ПОПОВА

(Якутская государственная с.-х. академия)

Показано, что действие строфантина на семена специфично и избирательно в зависимости от вида растения. Накопление сердечного гликозида, например, в семенах ячменя и пшеницы может ускорять протекание метаболических процессов и, следовательно, выход их из состояния гипобноза, тогда как для семян овса и караганы это, наоборот, приводит к снижению уровня метаболизма, к углублению покоя.

Сердечные гликозиды (СГ) в химическом отношении родственны между собой и являются сложными органическими соединениями, которые расщепляются при гидролизе на сахара (гликоны) и бессахаристую часть (агликоны, или генины). Характерное воздействие гликозидов на сердце связано главным образом с наличием в их молекуле агликона. Сахара влияют на степень растворимости стероидов и их проницаемость через клеточные мембраны, способность связываться с белками крови и тканей, а также на активность и токсичность соответствующих гликозидов.

Сердечные гликозиды очень чувствительны к изменению рН

среды. В щелочной среде они превращаются в изосоединения (14, 21 и 16, 21-оксидо) физиологически неактивные. В кислой среде гликозиды, содержащие 2-дезоксисахара, легко гидролизуются с отщеплением последних. Отщепляются также окси- и ацетоксигруппы в агликоновой части. Многие агликоны подвергаются автоокислению [11].

Сердечные гликозиды растений представляют собой соединения агликона с одним или большим числом остатков специфических сахаров. Агликоны (генины) в основе имеют пергидрофенантренциклопентан, к которому у 17-го углеродного атома присоединяется ненасыщенное 5-членное, реже

Статья печатается в рамках сотрудничества и обмена опытом.

6-членное, лактонное кольцо. Количественное определение сердечных гликозидов основано на реакции активного водородного атома 5-членного лактонного кольца с пикратом натрия [14].

Кортикостероиды, являясь вторичными метаболитами растений, способны регулировать протекание обменных процессов в клетках. Доказана высокая антиоксидантная активность некоторых гликозидов, установлено их влияние на иммунологические свойства растений, показано участие этих соединений в активизации проницаемости клеточных мембран [1]. Появляются сообщения об использовании стероидных гликозидов в качестве добавок к питательным средам *in vitro* [12, 13]. Причем показано, что стероиды совместно с фитогормонами способны осуществлять регуляцию морфогенетических реакций, а также способствовать саморегуляции растительного организма.

В животных тканях СГ способствуют увеличению проницаемости внутрь клеток кальция, а также высвобождению внутриклеточного лабильного кальция из мембран митохондрий [2].

Изучена роль СГ как природных биорегуляторов, которые могут обладать противовоспалительной и фунгицидной активностью в зависимости от их химического строения [3—7].

При проращивании культуры ткани томата на среде Мурасиге и Скуга в присутствии СГ и фитогормонов (кинетин и ИУК) показано, что такое сочетание приводит к стимуляции их морфогенеза *in vitro*, который контроли-

руется гормонами и зависит от состава основной питательной среды. Причем гликозиды выступают в качестве дополнительных факторов регуляции морфогенеза *in vitro* как синергисты фитогормонов: сначала они оказывают влияние на темпы деления клеток, повышая их, в дальнейшем — на поляризацию дифференциации аспектов, либо ускоряя формирование и развитие почек, либо усиливая рост каллуса [12].

Целью данной работы было изучить экзогенное влияние строфантина на выход семян из состояния гипоблиоза и рост проростков культурных (злаковых) и дикорастущих (кустарниковых) растений.

#### Методика

Объектами исследования были пшеница сортов Скороспелка и Якутянка 224, овес, ячмень и карагана древовидная (*Saragana arborescens* Lam.). Сухие семена, разложенные на фильтровальной бумаге в чашках Петри, смачивали дистиллированной водой (контроль) или водными растворами строфантина (10 мл на чашку) в концентрации от 0,025 до 250 мкг/мл и проращивали при 23° С.

Варианты различались по условиям замачивания семян и их проращивания: вариант 1 (контроль) — замачивание и проращивание в воде (условно в табл. 1 — ЗвПв); 2 — соответственно в растворе и воде (ЗрПв); 3 — в воде и растворе (ЗвПр); 4 — то и другое в растворе (ЗрПр).

В каждой чашке было по 100 семян, повторность 4-кратная.

Всхожесть семян пшеницы, ячменя, овса определяли на 7-й день

(ГОСТ 12038—84), караганы древесной — на 20-й день (ГОСТ 13056.6—75). Определение проводили стандартным методом [8]. Жизнеспособность семян исследовали тетразолюно-топографическим методом [9], содержание СГ (строфантина) — по методике, описанной в [10]. В работе использовали строфантин «Reanal» (Венгрия). Неорганические соли кристаллизовали из воды. Для приготовления растворов использовали бидистиллированную воду. Оптическую плотность образцов измеряли на спектрофотометре Shimadzu (Япония).

### Результаты

Из табл. 1 следует, что строфантин может избирательно влиять на всхожесть и рост вегетативной массы проростков. При его высоких концентрациях отмечалось снижение всхожести семян овса и караганы независимо от условий замачивания и проращивания. Однако эти же концентрации строфантина на семена ячменя и пшеницы Скороспелка и Якутянка 224 оказывали стимулирующее действие.

При дозах строфантина (2,5 и 0,025 мкг/мл) наблюдалось преимущественно стимулирующее действие на семена всех видов подопытных растений: повышалась их всхожесть (на 15—30%) и увеличивалась вегетативная масса проростков.

Следует отметить, что эффекты строфантина проявляются особенно сильно при предварительном замачивании семян в растворе. Для семян овса и караганы при замачивании и проращивании в

растворе строфантина выявлен ингибирующий эффект, который аддитивно возрастал, если эти 2 действия производились последовательно. Активация всхожести малыми дозами строфантина наблюдалась в основном при проращивании семян в растворе.

Таким образом, действие строфантина в отношении семян специфично и избирательно в зависимости от вида растения. Причем накопление СГ, например, в семенах ячменя и пшеницы, может ускорять протекание метаболических процессов и, следовательно, выход их из состояния гипобноза, тогда как для семян овса и караганы это, наоборот, приводит к снижению уровня метаболизма и, следовательно, к углублению покоя.

Можно отметить активизирующее действие строфантина на семена пшеницы Скороспелка, характеризующиеся очень высокой всхожестью. Причем как малые, так и высокие дозы строфантина на эти семена оказывали преимущественно активизирующее действие.

Выраженность и индивидуальность действия строфантина свидетельствуют о том, что он может проникать в семена проростки, активируя их всхожесть и рост. Однако в структуре СГ содержится аглюконовая часть, гидрофобность которой затрудняет проникновение стероидов через мембраны.

Проницаемость СГ мы изучали на семенах ячменя и пшеницы сорта Якутянка 224, которые замачивали в течение 24 ч при 23°С в растворах строфантина 0,0025, 0,025 и 0,25 мг/мл. Из табл. 2 следует, что строфантин очень слабо проникает в семена. Поэтому действующий эффект стероида

Т а б л и ц а 1

**Всхожесть и вегетативная масса проростков и корней растений  
в зависимости от концентраций строфантина, условий замачивания  
(Зв — в воде, Зр — в растворе) и проращивания  
(Пв — в воде, Пр — в растворе) семян**

Условия замачивания и проращивания	Всхожесть, %	Вегетативная масса проростка, мг	Масса корней проростка, мг	Содержание хлорофилла, % к контролю
<i>Овес</i>				
<i>Контроль</i>				
ЗвПв	72	71,0	32,7	100
<i>250 мкг/мл</i>				
ЗрПв	8	140,0	110,0	52
ЗвПр	12	130,0	50,0	44
ЗрПр	4	100,0	0	—
<i>25 мкг/мл</i>				
ЗрПв	60	107,8	42,9	70
ЗвПр	80	106,5	45,3	98
ЗрПр	80	94,1	68,8	100
<i>2,5 мкг/мл</i>				
ЗрПв	76	88,8	65,0	78
ЗвПр	76	90,0	58,8	82
ЗрПр	80	84,2	68,4	90
<i>Карагана древовидная</i>				
<i>Контроль</i>				
ЗвПв	80	79,0	15,0	
<i>250 мкг/мл</i>				
ЗрПв	56	17,0	16,0	
ЗвПр	64	70,0	16,0	
ЗрПр	36	66,0	33,0	
<i>25 мкг/мл</i>				
ЗрПв	68	118,0	16,0	
ЗвПр	76	66,0	20,0	
ЗрПр	64	65,0	22,5	
<i>2,5 мкг/мл</i>				
ЗрПв	96	108,3	25,0	
ЗвПр	76	75,0	23,3	
ЗрПр	64	62,8	20,0	
<i>Пшеница сорта Скороспелка</i>				
<i>Контроль</i>				
ЗвПв	28	44,2	13,0	10

Продолжение табл. 1

Условия замачивания и проращивания	Всхожесть, %	Вегетативная масса проростка, мг	Масса корней проростка, мг	Содержание хлорофилла, % к контролю
<i>250 мкг/мл</i>				
ЗрПв	36	50,0	34,0	138
ЗвПр	24	85,0	42,5	142
ЗрПр	40	38,0	25,0	200
<i>25 мкг/мл</i>				
ЗрПв	20	76,0	50,0	95
ЗвПр	32	88,0	72,0	162
ЗрПр	28	71,0	56,0	200
<i>2,5 мкг/мл</i>				
ЗрПв	36	54,0	44,0	162
ЗвПр	36	31,3	49,0	171
ЗрПр	32	60,0	33,0	181
<i>Пшеница сорта Якутянка 224</i>				
<i>Контроль</i>				
ЗвПв	88	76,6	27,3	100
<i>250 мкг/мл</i>				
ЗрПв	72	68,8	26,3	85
ЗвПр	88	68,6	19,0	104
ЗрПр	84	55,2	17,6	113
<i>25 мкг/мл</i>				
ЗрПв	84	72,4	24,0	100
ЗвПр	68	82,1	18,6	98
ЗрПр	76	81,3	17,3	102
<i>2,5 мкг/мл</i>				
ЗрПв	76	56,4	17,8	106
ЗвПр	68	55,0	20,0	100
ЗрПр	96	63,0	26,6	104
<i>Ячмень</i>				
<i>Контроль</i>				
ЗвПв	76	39,0	66,0	100
<i>250 мкг/мл</i>				
ЗрПв	96	20,0	78,8	72
ЗвПр	68	19,3	32,5	81
ЗрПр	68	8,0	21,3	98
<i>25 мкг/мл</i>				
ЗрПв	84	38,8	75,5	89
ЗвПр	80	55,0	76,0	94
ЗрПр	80	43,5	63,5	96

Условия замачивания и проращивания	Всхожесть, %	Вегетативная масса проростка, мг	Масса корней проростка, мг	Содержание хлорофилла. % к контролю
<i>2,5 мкг/мл</i>				
ЗрПв	68	41,0	91,0	100
ЗвПр	68	43,0	70,6	89
ЗрПр	76	63,8	67,7	96
<i>0,25 мкг/мл</i>				
ЗрПв	72	23,8	50,0	75
ЗвПр	96	43,6	64,5	96
ЗрПр	88	41,0	80,0	72
<i>0,025 мкг/мл</i>				
ЗрПв	68	42,4	70,0	62
ЗвПр	88	43,8	53,8	83
ЗрПр	88	47,6	69,0	93

можно, по-видимому, объяснить наличием на мембранах определенного количества специфичных рецепторов, связывание с которыми регулирует интенсивность ме-

таболических процессов в клетках, а это, в свою очередь, обеспечивает выход из покоя семян или углубление их гипобиотического состояния.

Таблица 2

Содержание сердечных гликозидов (мг на 100 г тк) в семенах растений, замоченных в растворах строфантина

Растение	Контроль (вода)	Концентрация строфантина, мг/мл		
		0,25	0,025	0,0025
Ячмень	0,93	1,2	1,2	1,48
	1	1,3	1,3	1,6
Пшеница сорта Якутянка 224	0,46	0,56	0,56	0,56
	1	1,2	1,2	1,2

Приносим глубокую благодарность академику РС(Я) Б.М. Кершенгольцу за участие в обсуждении и ценные советы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Богатский А.В., Назарова Н.Ю., Кинтя П.К. Модификация

бислоиных липидных мембран среди стероидных гликозидов. — Докл. АН СССР, 1960, т. 252, № 1, с. 235—237. — 2. Гусель В.А., Маркова И.В. Справочник педиатра по клинической фармакологии. Л.: Медицина, 1989, с. 103. — 3. Домогло А.С., Чобан И.Н., Бер-

сукер И.В. Структурные признаки антиоксидантной и фунгицидной активности стероидных гликозидов. — Биоорганич. химия, 1985, т. 11, № 3, с. 408—414. — 4. Жученко А.А., Балашова Н.Н., Кинтя П.К. Действие стероидных гликозидов на жизнеспособность пыльцы межвидового гибрида томата. — Докл. АН СССР, 1984, т. 274, № 5, с. 1239—1241. — 5. Кинтя П.К. Природные биорегуляторы стероидной природы. — Журн. Всесоюз. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева, 1988, т. 33, № 5, с. 584—586. — 6. Кинтя П.К., Лазуревский Г.В., Балашова Н.Н. Строение и биологическая активность стероидных гликозидов ряда спиростана и фуростана. Кишинев, 1987. — 7. Лазуревский Г.В., Кинтя П.К., Пухальская Е.Ю. Стероидные гликозиды, строение и биологическая активность. Химико-фармацевт. журн., 1977,

№ 6, с. 19—29. — 8. Международные правила анализа семян. М.: Колос, 1984. — 9. Методические указания по определению жизнеспособности семян тетразолино-топографическим методом. Л., 1980, с. 87—88. — 10. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А.И. Ермакова. Л.: Агропромиздат, 1987. — 11. Муравьева Л.А. Фармакогнозия. М.: Медицина, 1978, с. 413—417. — 12. Нгуен Хонг Минь, Балашова Н.Н., Кинтя П.К. Эффекты стероидных гликозидов в культуре ткани томата. — С.-х. биол., 1992, № 3, с. 57—63. — 13. Тимина О.О., Седов Г.И., Кинтя П.К. Морфогенез сладкого перца в культуре *in vitro*. — Изв. АН СССР. Сер. биол. и хим. наук, 1987, № 2, с. 35—37. — 14. Balyet H. — Schweir. Apotheker. Ztg., 1918, Bd 56, S. 71—76.

Статья поступила 9 ноября 1995 г.

## SUMMARY

It is shown that the effect of strophantin according to the seeds is specific and constituent depending on the kind of plant. In this case the accumulation of the cardiac glucosides in, for example, seeds of barley and wheat can stimulate a speed of the metabolic process course and, as a result, their output from the gypobios condition while such increase of steroides for the seeds of oats and caragana leads to a reduction of the metabolism level, to a deep dormancy.