**Доклады Академии Наук СССР**
**1951. Том LXXX, № 1**

*ЭМБРИОЛОГИЯ*

**А. М. ЭММЕ**

# СТИМУЛИРУЮЩЕЕ ВЛИЯНИЕ КИСЛОРОДА НА ГРЕНУ ТУТОВОГО ШЕЛКОПРЯДА

*(Представлено акдемиком К. И. Скрябиным 10 VII 1951)*

Во второй половине прошлого столетия было открыто много химических и физических агентов, стимулирующих грену тутового шелкопряда к бездиапаузному развитию.

В 1898 г. Беллатти и Кваят ([1]) показали, что развитие потенциально диапаузирующей грены тутового шелкопряда при содержании в $O_2$, протекает немедленно, т. е. без прохождения диапаузы. Метод «оживления» (термин, применяемый в шелководстве) грены $O_2$ в Италии разработан не был, возможно, потому, что в опытах были получены недостаточно высокие проценты оживления грены (до 70%) по сравнению с достигаемыми применением HCl (80—95%). Из реферативной литературы ([2]) известно, что в Японии был разработан метод оживления грены $O_2$, однако его рецептура не приводится.

Если бы оказалось, что, применяя $O_2$, можно получать устойчивые высокие проценты оживления (90% и выше), то можно было бы разработать соответствующий метод, который был бы проще, удобней и дешевле ныне применяемого в отечественном шелководстве метода оживления грены путем применения HCl. Существующий метод солянокислого оживления грены, проводимый в целях ее приготовления к повторным выкормкам, имеет следующие недостатки: 1) пары HCl вредно действуют на обслуживающий персонал и портят металлические предметы; 2) он не обеспечивает устойчиво высоких процентов оживления (выше 90%) вследствие несоблюдения точно заданной рецептуры воздействия — концентрации, температуры и экспозиции, а также вследствие возрастной неоднородности обрабатываемой грены; поэтому значителен процент не оживающей грены (в среднем 10—15%), которая составляет отход производства; 3) возникают неудобства, связанные с использованием и транспортировкой HCl.

В наших опытах был использован чистый аптечный $O_2$, которым вытеснялся воздух из сосудов Дресселя объемом в 400 см³. В первой серии, выполненной на грене в возрасте от 0,5 до 106 час., было три опыта. В каждом варианте первых двух опытов было по 200, а в третьем опыте — по 5000 гренинок. Вторая серия опытов была выполнена на грене в возрасте от 40 до 200 суток, содержавшейся при 20°. В каждом варианте опыта было по 200 гренинок. Результаты опытов учитывались по количеству грены, завершившей развитие (отношение числа скорлупок к общему количеству грены). Это же учитывалось и в контрольных пробах, которые содержались вместе с опытной греной

в одинаковых условиях как до, так и после опыта. Грена после опыта инкубировалась при 25° и 50% относительной влажности. Опыты ставились на смешанной грене, собираемой в разных вариантах в различные сроки после ее откладки.

Известно, что чувствительность развивающейся, потенциально диапаузирующей грены к различным стимуляторам (горячая вода, соляная кислота и др.) строго зависит от возраста. Поэтому можно было думать, что недостаточно высокие проценты оживления грены, полученные в опытах итальянских авторов, были результатом возрастной гетерогенности грены.

Таблица 1

Влияние $O_2$ на грену породы Багдад весенней выкормки

| Возраст грены при 27° в часах | Длительность пребывания грены в кислороде при 27° в сутках | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | Контроль |
| | Оживление в % | | | | |
| 6—12 | 1,4 | 15,1 | 45,0 | 62,5 | 0 |
| 12—18 | 1,6 | 9,3 | 45,0 | 67,1 | 0 |
| 18—29 | 8,1 | 24,2 | 56,5 | 60,2 | 0 |
| 36—106 | 0,22 | 0,35 | 0,37 | 0,32 | 0,5 |

I серия. В предварительном опыте (табл. 1) была показана приблизительная зависимость процента оживления грены от ее возраста и экспозиции $O_2$.

Во втором опыте (табл. 2) более подробно была изучена возрастная изменчивость способности молодой грены к бездиапаузному развитию под влиянием $O_2$ при более низкой температуре и больших экспозициях. В этом опыте грена содержалась при 17° до начала инкубации.

Этот опыт дополнительно показал, что грена в самом раннем (0,5—10 час.) и в позднем возрасте (26—30 час.) дает наиболее низкие и изменчивые проценты оживления; наиболее полно оживает грена в возрасте от 16 до 26 час. с момента откладки; при тех же экспозициях, что и в предыдущем опыте, снижение температуры привело к снижению процента оживления.

Таблица 2

Влияние $O_2$ на тригибридную грену летней выкормки

| Возраст грены при 17° в часах | Длительность пребывания грены в кислороде при 17° в сутках | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 2,5 | 3 | 4 | 5 | Контроль |
| | Оживление в % | | | | | |
| 0,5—1 | 3,8 | 8,2 | 46,5 | 65,0 | 45,6 | 0 |
| 1—2 | 1,7 | 4,2 | 46,0 | 56,2 | 65,5 | 0 |
| 2—4 | 4,4 | 5,1 | 40,5 | 70,0 | 47,5 | 0 |
| 4—6 | 2,1 | 9,8 | 44,6 | 62,5 | 46,5 | 0,9 |
| 6—8 | 3,6 | 8,5 | 43,6 | 67,4 | 75,4 | 0 |
| 8—10 | 3,7 | 10,1 | 33,4 | 46,0 | 32,3 | 0 |
| 16—22 | 52,0 | 62,0 | 67,2 | 72,6 | 78,1 | 1,0 |
| 22—24 | 45,5 | 60,0 | 60,2 | 61,5 | 70,0 | 0 |
| 24—26 | 47,0 | 61,0 | 70,2 | 76,0 | 78,0 | 0 |
| 26—28 | 40,0 | 52,0 | 58,5 | 56,7 | 57,7 | 0 |
| 28—30 | 33,0 | 32,6 | 31,6 | 35,8 | 46,6 | 0 |

В третьем опыте (табл. 3) было изучено влияние $O_2$ при 30° на грену в среднем возрасте 15 час. после откладки, содержавшуюся до опыта и во время инкубации при 20°.

Материалы этого опыта показали, что при 30° достаточно экспозиции в 2 суток для получения высокого процента оживления. Эти же материалы дают основание считать, что при 30° кислород оказывает сильное стимулирующее влияние, и позволяют утверждать, что можно разработать эффективный метод оживления грены воздействием $O_2$ для ее приготовления к повторным выкормкам. Поэтому мы рекомендуем широко испытать действие $O_2$ в полупроизводственных условиях. Расчеты показывают, что стоимость оживления $O_2$ составит примерно 5% от стоимости практикуемого ныне метода солянокислого оживления. На рис. 1 показана примерная схема прибора для оживления грены.

Таблица 3

Влияние $O_2$ при 30° на тригибридную грену летней выкормки

| | Экспозиция $O_2$ в сутках | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Контроль |
| Оживление в % | 77,0 | 95,5 | 97,5 | 91,5 | 89,5 | 92,0 | 0,2 |
| Время появления червячков-«разведчиков» при 20° в сутках | 13 | 12 | 11 | 11 | 11 | 10 | 13—15 |

В качестве прибора может быть использован автоклав, что облегчит выполнение соответствующего заказа промышленностью. Объем камеры в 1—1,5 м³ даст возможность загружать ее кладками грены, а не смесью, что выгодно в целях госконтроля грены на зараженность пебриной. В камере должен находиться поглотитель $CO_2$ (щелочь), ибо при большом количестве грены будет выделяться значительное количество $CO_2$. Толщина стенок камеры и крышки должна выдерживать давление, в несколько раз превосходящее рабочее, т. е. до 8—10 атм. В стенки камеры должны быть вмонтированы: манометр, трубка для насоса, откачивающего воздух, трубка для шланга, соединяющего камеру с кислородным баллоном. Наличие двух трубок обеспечит быстрое наполнение камеры $O_2$ после удаления воздуха. Возможно, что при некотором повышении давления (1,5—3 атм.) удастся сократить экспозицию до 0,5—1 суток. Тогда одной камеры будет достаточно для оживления всей грены каждого грензавода, предназначаемой для повторных выкормок.

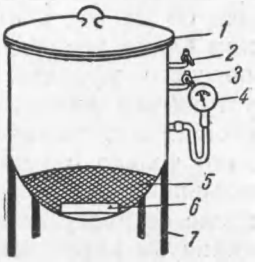


Рис. 1. Схема камеры для оживления грены кислородом. *1* — крышка камеры с резиновыми прокладками, *2* — трубка для шланга к баллону с $O_2$, *3* — трубка для отсасывающего насоса с вентилем, *4* — манометр, *5* — сетчатое дно, *6* — уловитель $CO_2$ (щелочь), *7* — опоры камеры

II серия. В этой серии опытов изучалось влияние $O_2$ при весьма длительных экспозициях (до 100 суток) при полной сухости и 100% относительной влажности воздуха и при относительно высокой и низкой температурах (25 и 3°). Ни в одном варианте опыта, выполненного на грене, имевшей к началу опытов возраст от 40 до 120 суток (при 20°), не было обнаружено достоверного стимулирующего влияния $O_2$. При 3° и экспозиции в 100 суток оживление в опыте было на 31,6% ниже оживления в контроле.

В заключительном опыте исследовалось влияние $O_2$ на грену в возрасте около 200 суток. При полной сухости воздуха, 3° и экспозиции в 10, 15 и 20 суток $O_2$ оказал некоторое стимулирующее влияние. При 25° $O_2$ оказал незначительное стимулирующее влияние при экспозиции в 10 суток.

Опытами II серии показано, что к концу диапаузы повышается чувствительность грены к $O_2$, так же как это имеет место по отношению к горячей воде ([3]) и холоду ([4]).

Бодайн и Робби ([5]) сообщили, что не только кислород, но и азот снимает диапаузу у саранчевого. Это могло быть либо крупным открытием, проливающим свет на внутренний механизм становления и изжития диапаузы, либо плодом ошибки.

В наших опытах диапаузирующая грена в среднем возрасте около 120 суток (при 20°) содержалась как в чистом азоте, так и под водой в течение 15, 40, 70 и 100 суток при различных температурах. Ни в одном из опытов не было отмечено стимулирующего влияния. В атмосфере азота, как при 25°, так и при 3°, грена полностью гибнет при экспозиции в 40 суток. Под водой при 20° грена полностью гибнет при экспозиции в 15 суток, а при 3° практически полная гибель имеет место при экспозиции в 40 суток. Грена в возрасте около 230 суток (при 20°) в значительных количествах гибнет под водой (20°) уже при экспозиции в 5 суток (примерно 50% гибели), а при экспозиции в 15 суток гибнет свыше 95% грены. Таким образом, все опыты согласованно указывали, что удушье не способствует изжитию диапаузы. Из работы Сляйфер ([6]) стало известно, что, действительно, в упоминавшейся работе Бодайна и Робби были технические погрешности.

Какова же природа стимулирующего влияния $O_2$? Лючиани и Пиутти ([7]) установили, что потребление $O_2$ греной тутового шелкопряда прямо пропорционально его давлению. К подобному же выводу пришел и Бодайн ([8]).

Из работы Таусон ([9]) известно количественное и качественное влияние $O_2$ на ход и направление синтетических процессов. О прямом влиянии $O_2$ на процессы обмена говорит и хорошо известное явление пастеровского эффекта, т. е. подавление брожения дыханием ([10]). Однако устранение диапаузы нельзя приписать прямому усилению процессов обмена под влиянием $O_2$. Если бы стимулирующее влияние $O_2$ было связано только с усилением процессов обмена, то таким путем было бы возможно выводить организм из состояния диапаузы в любое время после ее наступления, а также было бы возможно ускорять протекание диапаузы путем повышения температуры воздуха. Однако в действительности невозможно ни первое, как показывают данные опыты, ни второе, как показывают ранее выполненные опыты ([11]). Можно предположить, что наступление диапаузы первично зависит от одного основного механизма — выключения или блокировки системы цитохром — цитохромоксидазы или других химически активных групп (например, свободных боковых цепей белковых тел) ([12]). Тогда легко понять возрастную изменчивость реакционноспособности грены. При влиянии $O_2$ на преддиапаузную грену усиливается обмен веществ и ускоряется развитие зародыша. Он минует критическую стадию развития, к которой приурочена диапауза, до того, как накапливаются вещества, блокирующие химически активные группы. Кислород не выводит грену из состояния диапаузы в начале и в середине этого периода (возраст от 2 до 150 суток), так как сильна блокировка этих групп или систем. К концу диапаузы происходит разблокировка химически активных групп или систем, и теперь $O_2$ не только усиливает процессы обмена, но и благодаря этому прерывает диапаузу.

Поступило
7 VI 1951

## ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] M. Bellatti et E. Quajat, Boll. Mensile di Bachicoltura, 2, 17 (1898). [2] Н. К. Беляев, Тр. САНИИШ, в. 1 (1932). [3] А. М. Эмме, Изв. АН СССР, сер. биол., 6, 769 (1947). [4] А. М. Эмме, ДАН, 75, № 1, 119 (1950). [5] J. H. Bodine and W. A. Robbie, Physiol. Zool., 13, 4 (1940). [6] E. Slifer, Journ. Exp Zool., 102, No 3, 333 (1946). [7] Luciani et Piutti, Arch. Ital. de Biol., 9—10, 319 (1888). [8] J. H. Bodine, Physiol. Zool., 7, 4, 459 (1934). [9] В. О. Таусон, Усп. совр. биол., 24, 1 (4), 117 (1947). [10] В. А. Энгельгард, там же, 17, 3, 237 (1944). [11] А. М. Эмме, ДАН, 67, № 3, 589 (1949). [12] А. М. Эмме, Усп. совр. биол., 18, 1, 56 (1944).