

А. Г. АРАРАТЯН

О ПАМЯТИ У РАСТЕНИЙ

У растений, как и у всех других живых существ, имеется три класса памяти: генетическая, врожденная, прижизненная (приобретенная). Генетическая память обусловлена генотипом. Врожденная память заключается в присущих фенотипу и наследственно обусловленных двигательных и других реакциях. Прижизненная память имеет приспособительный характер для отдельных особей и их групп. Она наследственно не передается. Приводится описание эксперимента по выявлению некоторых примеров прижизненной памяти у семян долей стыдливой мимозы.

Испокон веков и до последних нескольких десятилетий под понятием *память* принято было подразумевать лишь некоторые явления, характерные для психической деятельности человека. Первые представления о психике были связаны именно с памятью и воспоминанием [1, 2].

В нашем веке экспериментально было доказано, что память имеется и у животных, притом не только у позвоночных [3], но и у низших форм—планарий, инфузорий и др. [4].

За последние несколько десятилетий в связи с развитием кибернетики и с усовершенствованием компьютеров (ЭВМ) был определен новый тип памяти—техническая память с различными средствами хранения информации в особых запоминающих устройствах [5]. Таким образом, понятие памяти сильно расширилось. Память оказалась присущей не только человеку и животным, но и определенным системам из неживых материалов.

Памяти независимо от своеобразия ее проявлений в различных живых и неживых системах можно дать следующее общее определение: память—это сохранение информации о сигнале после того, как действие сигнала прекращено [6]. Память можно охарактеризовать также как один из видов последствия. На основе такого обобщения стало возможным говорить о памяти в широком смысле, в разных системах—биологических, социальных, неживых, включая также психологическую память человека. Это привело к тому, что учение о памяти, ранее считающейся частью психологии, ныне превратилось в особую науку о памяти кибернетических систем—мнемологию [5].

Память имеет следующие стадии: во-первых, восприятие определенной информации от сигнала и ее закрепление, во-вторых, хранение ее следа, и, в-третьих, воспроизведение, т. е. воспоминание. Земон предложил специальные термины для этих стадий [7]. Из них более

или менее часто употребляется термин *энграмма* для обозначения следа памяти.

Приято считать, что существует три основных класса биологической памяти: генетическая, врожденная, прижизненная (приобретенная) [5].

Генетическая память определяется законами наследственности. Ее механизмы изучены гораздо лучше, чем механизмы врожденной и прижизненной памяти. Наследственный аппарат является выработанной за филогенез энграммой, несущей накопленную в течение миллионов лет необъятную информацию, выраженную в кодонах, цистронах, оперонах и др. [8, 9]. Генетическая память служит основой для двух других классов памяти—врожденной и прижизненной—и всего того, чем определяется вид организма, его признаки и свойства. Врожденная память не является полным повторением генетической памяти, т. е. не вся энграмма, заключенная в ней, воспроизводится в жизни организма, а лишь определенная ее часть.

В отношении генетической памяти нет принципиальной разницы между растениями и животными. У тех и у других имеются предельно длинные двойные нити (ДНК) и обычно не очень длинные и часто весьма короткие одинарные нити (РНК) нуклеиновых кислот, несущие всю генетическую информацию.

Аналогом генетической памяти в технике принято считать проект, схему в чертежах.

Врожденная память у человека и животных состоит из безусловных рефлексов, а также инстинктов, по сути, являющихся комплексами безусловных рефлексов. Почти совсем не выяснено, в чем заключается врожденная память у растений. Поэтому не удивительно, что в книге «Память кибернетических систем», в которой изложены основы мнемологии, при разборе биологической памяти говорится почти исключительно о памяти человека и животных. Растения же упоминаются лишь в одном единственном месте—при разборе генетической памяти [5, стр. 57]. Однако в книге Э. Бюннинга, вышедшей в свет более чем на десять лет раньше, некоторые явления, касающиеся ритмов физиологических процессов в растениях, названы «подобием временной памяти» [10, стр. 15, 19, 22].

Рефлексы и инстинкты животных проявляются через двигательные акты на внешние воздействия, притом на фоне высокой возбудимости первых центров [11]. Ни оформленных нервов, ни высокой возбудимости у растений нет. Следовательно, по приведенному определению, у них не могут быть ни рефлексы и инстинкты, ни рефлексоподобные и инстинктоподобные явления.

Обратимся к другому, более общему для живых существ определению инстинктов. Приблизительно шестьдесят лет назад зоолог Циглер [12] полагал, что инстинктами у животных должны считаться действия, которые являются наследственными, не требуют предварительной выучки, выполняются одинаково у всех нормальных индивидов

вида и расы, соответствуют телесной организации животного, т. е. находятся в связи с нормальным функционированием его органов, приспособлены к естественным условиям жизни вида, часто даже находясь в связи с регулярными естественными изменениями условий жизни например, со временами года. Определение инстинкта по Циглеру вполне подходит и к растениям.

Вновь вернемся к первому определению инстинкта, в котором ударение ставится на явления высокой возбудимости нервов [11]. Растения по возбудимости, а также по развитию механизма движения резко отличаются от животных, но в основном в количественном отношении. У растений живые ткани тотипотентны: в них заложены способности ко всем жизненным процессам, в том числе к движениям в виде реакций на внешние воздействия и к возбудимости. Нужно полагать, что рефлексивность присуща и растениям; по-видимому, им не чужды также инстинктоподобные действия.

Растения могут производить разнообразные двигательные акты—ростовые, тургорные, сократительные. Первые два происходят медленно—в течение часов и минут, третьи быстрее—в течение секунд и долей секунды. Движения в мире растений группируются и по другому принципу: их делят на тропизмы, настии, автономные движения и др. [13]. У растений имеется большое количество приспособительных явлений, напоминающих инстинкты животных и связанных с процессами питания, поглощения воды, испарения и др. Не менее важны для жизни растений также образование цветков и других органов размножения, процессы опыления, оплодотворения. Все эти процессы являются проявлением врожденной памяти.

Примером врожденной памяти может служить также эффект, полученный нами вследствие хирургического воздействия на положение супротивных листьев фасоли. Зеркально-симметричные в равномерных световых условиях листья от вырезов на нижних подушечках меняют положение в пространстве и часто теряют симметрию. Однако вследствие репаративных процессов ткань на местах вырезов восстанавливается, и через несколько дней листья приходят почти в первоначальное симметричное положение [14].

Аналогом врожденной памяти в технике считается постоянная или программная память.

Суть прижизненной памяти заключается в накоплении информации в процессе функционирования живой системы в условиях ее взаимодействия с окружающей средой. Прижизненная память вызывает модификационные изменения, которые сохраняются в течение жизни организма, но, как правило, исчезают вместе с его смертью. Благодаря прижизненной памяти обеспечивается возможность приспособления организма к конкретным условиям существования. Если бы мы имели в виду человека, то могли сказать, что происходит накопление опыта, обучение или самообучение, самоорганизация. Про высших животных можно было бы сказать о наличии элементов дрессировки, про расте-

ния—о закаливании, приспособлении к неблагоприятным условиям. За время действия прижизненной памяти происходит накопление новой информации, которая ведет к изменению поведения в отличие от случая с врожденной памятью. Прижизненная память как бы является коррекцией врожденной. Она обычно бывает кратковременной, но может перейти в долговременную.

Аналогом прижизненной (приобретенной) памяти в технике являются перфокарты, перфоленты.

Ниже вкратце излагаются проведенные нами эксперименты с прижизненной памятью растений.

Объектом опытов были проростки стыдливой мимозы с парой супротивных семядолей. Последние функционируют не только в качестве емкостных запасных пищевых веществ, но и как ассимилирующие органы в продолжении 20 и более дней. Семядоли мимозы снабжены небольшими черешками и обладают способностью к геотропизму, фототропизму и фотонасти. Они резко отличаются от срединных перистосложных листьев не только по строению, но и тем, что лишены способности к сейсмонасти. Благодаря этим их особенностям семядоли мимозы оказались удобным объектом для нашей цели.

Всхожие семена мимозы опускают в воду с температурой 50—60°, которая довольно быстро остывает, и оставляют в ней до появления корешков. Проросшие семена высаживаются поодиночке в вазончики диаметром 5—7 см. Проростки за 10—12 дней готовы для опытов.

Фотонастические (никтинастические) движения семядолей мимозы происходят следующим образом. С 18—19 час. семядоли начинают медленно подниматься и за 1—2 час. смыкаются: они переходят в ночное положение. Утром, в 6—7 час., семядоли начинают размыкаться и приблизительно к 8 час. оказываются в дневном положении.

В наших опытах мы пользовались односторонним естественным освещением. Избегали прямых солнечных лучей и старались освещать проростки рассеянным светом в 300—400 люкс. Проростки ориентировались по плоскостям симметрии. У проростков мимозы, растущих в условиях равномерного освещения, имеется одна вертикальная ось (по подсемядольному колену) и две вертикальные плоскости симметрии, как и у проростков фасоли с парой супротивных листьев [15]. Одна из плоскостей проходит вдоль семядолей, и, конечно, через вертикальную ось: эта плоскость, отмеченная нами буквой А, делит семядоли по длине на зеркально-симметричные половинки. Другая плоскость, отмеченная буквой Б, проходит тоже через ось, но поперек первой плоскости, при этом семядоли оказываются по обе стороны плоскости, в зеркально-симметричном положении (рис. 1). В наших опытах изучалась память продольного положения семядолей А по направлению световых лучей.

Если плоскость А расположена вдоль лучей, то неравное положение принимают отдельные семядоли: семядоля на освещенной стороне опускается, противоположная поднимается с изменением вертикально-

го угла. При плоскости Б вдоль лучей света обе семядоли остаются на том же уровне, но слегка вращаются вокруг своих главных жилок, обращаясь верхней стороной к свету, а также несколько сходятся почти горизонтальным углом к свету.

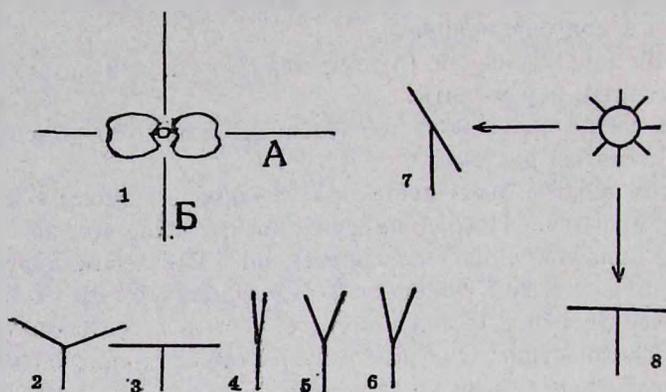


Рис. 1. Симметрия проростков мимозы, фотонастия и фототропизм: 1—схема горизонтальной пресекции, видны ось и плоскости симметрии А и Б; 2, 3—дневное положение семядолей; 4, 5, 6—их ночное положение; 7—диссимметричное положение семядолей при А вдоль световых лучей; 8—симметричное положение семядолей при Б вдоль световых лучей.

В перемещении семядолей основную роль играют их черешки. Однако изменения их положения в пространстве происходят также под воздействием фототропического изгиба стебелька (подсемядольного колена). Во избежание влияния изгибов последнего нам приходилось при положении А вдоль лучей света ставить подпорку в виде небольшой палочки, а при Б чаще менять положение проростка путем поворота на 180° , т. е. переводить с Б на $-Б$, затем снова на Б и т. д.

Все проростки, числом 100, сначала же, по мере появления всходов, устанавливались по плоскости Б вдоль лучей света, своего рода уравнительное положение для последующих опытов. Как только все семядоли раскрывались и принимали дневное положение, их одновременно ставили продольно, т. е. по А вдоль лучей света. Переворачивание обычно производилось вечером, приблизительно в 21—22 часа.

Все проростки были разделены на две группы, а каждая группа—на две подгруппы. Группы отличаются друг от друга тем, что последующее положение проростков в первой группе является положение Б, а во второй группе—А вдоль лучей света. Подгруппы же отличаются друг от друга тем, что в первой и третьей подгруппах проростки пребывают в продольном положении один день, а во второй и четвертой подгруппах—три дня. Таким образом получают следующие четыре подгруппы: 1) А (один день)→Б, 2) А (три дня)→Б, 3) А (один день)→ $-А$, 4) А (три дня)→А. Второе положение (Б или $-А$) длится несколько дней—до наступления постоянного состояния.

Схема опытов				
Несколько дней	Предварительное положение			
	I день	Начало опытов — вдоль лучей		
II день	Б	А	—А	А
III день	...	А	...	А
IV день	...	Б	...	А
V день	—А

В дальнейшем разбор ведется лишь в группах, так как разница в результатах между подгруппами каждой группы лишь количественная. Повороты проростков как в первой группе, так и во второй делаются с целью перевода их на нейтральное или супротивное положение. Нам думается, что эти условия позволяют выяснить вопрос—остается ли след памяти от изгибания при продольном положении, т. е. можно ли экспериментальным путем выявить у растения память. Опыт показал, что семядоли, лишённые диссимметризирующего действия света (сигнала при А), и при положении Б принимают продольное диссимметричное положение, в котором находились семядоли. Этот эффект продолжался несколько дней с периодическим исчезновением ночью и появлением днём, что можно объяснить как реактивацию (экфорию) прижизненной памяти.

Наблюдения регистрировались на диаграммах (рис. 2) для каждого проростка отдельно. Отбирались преимущественно особи моды, т. е.

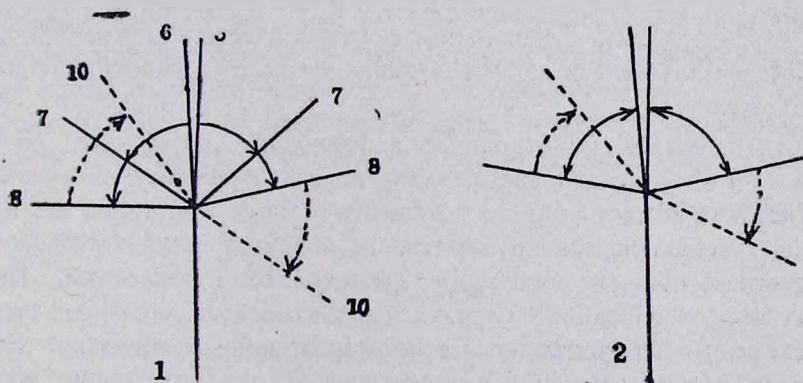


Рис. 2. Диаграммы фотонастических (сплошные линии) и фототропических (прерывистые линии) движений семядолей: 1—схема движений семядолей в утренние часы 6—10; 2—обобщенная схема движений семядолей мимозы. Указаны ночное, дневное и фототропическое положения при свете с правой стороны.

наиболее часто повторяющегося варианта, который, впрочем, был очень близок к средней величине.

Благодаря полученным данным было выяснено, что у проростков первой группы фотонастические движения, происходящие по врожденной памяти, и «фототропизмы», результат прижизненной памяти, различаются как по режиму, так и по симметричности. Фотонастические движения, т. е. смыкание семядолей вечером и размыкание утром, характеризуются симметричностью. Фотоизгибы происходят позже фотонастий и резко диссимметричны. При этом семядоля, паходящаяся на стороне, соответствующей световой при А, продолжает опускаться, вследствие чего угол между нею и вертикалью увеличивается; другая семядоля, наоборот, поднимается, и этот второй угол уменьшается. После полудня происходят обратные изменения: к вечеру углы постепенно уравниваются, а затем семядоли переходят в ночное положение. Таким образом выясняется, как и когда действует врожденная или приобретенная за время индивидуальной жизни память. Иногда семядоли с утра же начинают расходиться несимметрично.

На проростках второй группы, после того как они были повернуты в положение —А, как при однодневной, так и трехдневной экспозиции А получался почти одинаковый результат. Сначала мы видим повернутую на 180° картину, постепенно переходящую в симметричную, а затем с нормальным фототропическим изгибом по новому направлению лучей света. При однодневном выдерживании в положении А указанный путь завершается быстрее, чем при трехдневном.

В этой группе наблюдался случай ясной реактивации памяти—экфории (рис. 3). Ряд проростков, бывших в течение трех дней под воздействием одностороннего освещения в положении А, на четвертый день в 10 час. утра (а не вечером предыдущего дня) были повернуты на 180° , т. е. в положение —А. Через три часа семядоли заняли нормальное положение. На пятый день в 9 час. семядоли приблизительно один час находились в начальном фототропическом положении, (А), и лишь через пять часов заняли нормальное по отношению к лучам света положение.

Как известно, фототропическое изгибание происходит во время роста клеток (в стадии растяжения) по своеобразному механизму под воздействием одностороннего освещения. Ясно, что такое же изгибание, но совершающееся по памяти, не является результатом фототропического изгибания. Оно может быть только настическим. По всей вероятности, в описанных случаях вырабатывается некоторое строение и в связи с ним определенный режим движений—фотонастия. Это показывает, что и у растения имеется способность накопления «опыта», самоорганизации. Однако процесс накопления «опыта» у растений незначителен главным образом по той причине, что вся организация растений и все его качества не способствуют развитию этой стороны их жизни.

Дни	Ч а с ы					
	8—9	9—10	10—11	11—12	20—6	
I II III						
IV						
V						
VI						

Рис. 3. Схема положения семядолей во второй группе проростков А—А: I, II, III—положение в первые три дня; IV—в 8 ч. проростки повернуты вокруг оси на 180°; V—часто утром следующего дня в течение около часа семядоли по памяти оказываются в положении, характерном при А. Вертикальные черточки указывают на начальное положение проростков.

Обобщая вышесказанное, можно сделать следующие выводы.

Память у растений есть функция тотипотентных клеток, их молекулярных систем.

Кроме генетической и врожденной памяти, которыми обуславливаются видовые качества растений, им присуща также прижизненная (приобретенная) память, не передающаяся по наследству.

Прижизненная память как бы корректирует врожденную память в явлениях приспособления к конкретным и часто изменяющимся условиям среды обитания. Кроме того, она служит основой для появления модификаций, и, по всей вероятности, имеет тесное отношение к процессам закаливания растений в неблагоприятных условиях жизни.

Поступило 4.VII 1977 г.

Ա. Գ. ԱՐԱՐԱՅԱՆ

ԹՈՒՅՍԵՐԻ ՀԻՇՈՂՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Մինչև վերջին մի քանի տասնամյակները հիշողությունը ընկալվում էր որպես միայն մարդուն հատուկ երևույթ: Ներկայումս՝ կապված կիրառնետիկայի զարգացման հետ, հիշողությունը դարձել է լայն հասկացություն. այն

վերաբերում է նաև կենդանիներին ու միաբջջիչներին: Հիշողություն ունեն նաև էլեկտրոնային հաշվիչ մեքենաները:

Բույսերը որպես կենդանի համակարգեր օժտված են հրեք տիպի հիշողությամբ, գենետիկական, բնածին և ստացական (կյանքի ընթացքում առաջացող):

Առաջին երկու տիպերի մասին գրականության մեջ կան եզակի տեղեկություններ: Հոդվածում բերված են փորձարարական կերպով ստացական հիշողության առաջացման վերաբերյալ մեր ուսումնասիրությունների արդյունքները:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Роговин М. С. Философские проблемы теории памяти. М., 1966.
2. Бритко А. А. Моделирование психики. М., 1969.
3. Бериташвили И. С. Память позвоночных животных. ее характеристика и происхождение. М., 1974.
4. Тушмалова Н. А. В сб. Клеточные механизмы памяти. Пуццано на Оке, 1973.
5. Крайзмер Л. П., Матюхин С. А., Майоркин С. Г. Память кибернетических систем (основы мнемологии). М., 1971.
6. Соколов Е. Н. Механизмы памяти. М., 1969.
7. Semon R. Die Mneeme. Leipzig, 1920.
8. Седжер Р. и Ф. Райн. Цитологические и химические основы наследственности. М., 1964.
9. Браун В. Генетика бактерий. М., 1968.
10. Бюнинг Э. Ритмы физиологических процессов. М., 1961.
11. Слоним Д. Д. Инстинкт. Л., 1967.
12. Циглер Г. Э. Инстинкт. Петербург, 1914.
13. Араратян А. Г. Биологический журнал Армении, 20, 12, 1967.
14. Араратян А. Г. Биологический журнал Армении, 30, 4, 1977.
15. Араратян А. Г. Биологический журнал Армении, 29, 10, 1976.