

Член-корреспондент АН СССР В. Л. РЫЖКОВ

НЕКОТОРЫЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЯДРА КЛЕТОК У ПОГРЕМКА И ДРУГИХ НОРИЧНИКОВЫХ

В ядрах различных представителей семейства норичниковых, например *Melampyrum sp.*, давно описаны кристаллические включения. Свыше 50 лет они известны как белковые кристаллы (1).

Исходным пунктом настоящей работы были наблюдения над строением ядра в клетках погремка (*Rhinanthus minor Ehrh.*), у которого до сих пор кристаллические включения в ядре не были описаны. Оказалось, что они имеются и у представителей этого рода, как и у других близких к нему родов семейства норичниковых. Они встречаются во всех частях растения, но легче всего их наблюдать в клетках трубочки венчика. Благодаря прозрачности этой трубочки в ней можно изучать строение ядер без всякой предварительной обработки даже при больших увеличениях.

В ядрах этого растения имеется большое количество чаще всего линзовидных кристаллов, которые заполняют всю среднюю часть ядра. После фиксации 10% формалином и окраски по Унна кристаллы окрашиваются пиронином в малиновый цвет, ядрышки принимают ярко красную окраску, а хроматин окрашивается метиловой зеленью. При этом бросается в глаза совершенно необычное для растений распределение хроматина. Оказывается, что он весь сосредоточен по полюсам ядра в виде двух или нескольких компактных крупных глыбок. Иногда эти глыбки соединены между собою при помощи хроматиновой ленты. Окрашивание по Фельгену подтверждает хроматиновую природу этого образования.

Такое распределение хроматина, насколько мы можем судить, является в мире растений совершенно уникальным и уже само по себе заслуживает быть описанным. При помощи различных воздействий кристаллы в ядре могут быть легко растворены, и тогда две хроматиновые глыбки, соединенные тончайшими нитями линина, становятся особенно отчетливо видны (см. рис. 1 и 2 на вклейке к стр. 397).

Другая особенность ядра клеток погремка, которая сразу же обратила на себя внимание, состояла в том, что кристаллы оказались чрезвычайно легко растворимыми в этиловом спирте различных концентраций. Так как мы исходили из общепризнанного положения о белковой природе кристаллов, то первоначально мы предположили, что кристаллы состоят из растворимого в спирте белка. Вскоре, однако, мы вынуждены были отказаться от предположения о белковой природе кристаллов по причинам, изложенным ниже.

Эти находки, естественно, заставили нас переисследовать вопрос о природе кристаллов в ядрах *Melampyrum nemorosum L.* и *M. laciniatum Kosch. et Zing.* И здесь наиболее удобным материалом для эксперимента являются клетки трубочки венчика. Строение ядра

у названных видов марьяничка отличается от описанного у погремка тем, что хроматин здесь распределен не так правильно и образует грубые глыбки, окрашивающиеся метиловой зеленью и по Фельгену. У *M. nemorosum* кристаллы также быстро растворяются в спирте, тогда как у *M. laciniatum* они оказались нерастворимыми в спирте. Подобное разное отношение к спирту так называемых белковых кристаллов в ядрах давно известно из литературы (2).

С целью выяснить химическую природу описываемых здесь внутриядерных включений с ними был проведен ряд реакций (см. табл. 1).

Таблица 1

Отношение внутриядерных кристаллов к различного рода воздействиям

Реактив	<i>Rhinanthus minor</i>	<i>Melampyrum nemorosum</i>	<i>Melampyrum laciniatum</i>
Этиловый спирт	+	+	—
Этиловый эфир	—	—	—
Жидкость Буэна	+	+	+
HCl	—	—	—
H ₂ SO ₄	—	—	—
HNO ₃	—	—	—
Высушивание	—	—	—
Кипячение с водой	—	—	—
5% NaHCO ₃	—	—	—
1% NaOH	+	+	+
Трипсин (рН 8)	—	—	—
Пепсин + 0,2% HCl	—	—	—
0,2% нингидрин	—	—	—
Биуретова реакция	—	—	—
Реакция Фельгена	—	—	—
Fe ₂ Cl ₆	+	—	—

Примечание. + обозначает растворение или положительную цветную реакцию; — отсутствие растворения или реакции.

Обработка спиртом позволяет вызвать растворение кристаллов. При кипячении с водой кристаллы сначала разбухали, а затем распались на зернистую массу, но вещество их не растворялось.

Неполучение цветных реакций на белок (см. табл. 1) не доказывает, что кристаллы не содержат белка, так как небольшие количества белка, с которыми мы обычно имеем дело при гистохимических реакциях, часто не позволяют его обнаружить таким образом.

Капитальное значение имеет непереваривание кристаллов пепсином и трипсином. Мы не наблюдали переваривания их даже после 48-часовой обработки препаратов этими ферментами при температуре 37°. Опытам по перевариванию подвергались как препараты, фиксированные 10% формалином, так и препараты, которые фиксировались в кипящей воде.

Таким образом, положение о кристаллических включениях в ядрах у растений, выдвигаемое в общем виде Тишлером: «Вполне бесспорно, что они являются белками, которые в пепсин-соляной кислоте или в трипсине легко растворимы» (2) — оказалось в данном случае неверным.

Приведенная выше табл. 1 показывает, что рассматриваемые нами кристаллы нерастворимы в кислотах и в соде, но легко растворяются

известны заведомо белковые кристаллы (кристаллы вируса табачной мозаики), которые растворяются при любом повреждении клетки; поэтому можно предположить, что спирт вызывает растворение кристаллов только потому, что он повреждает клетку. Однако это не так. Если препарат погрузить в спирт на короткий срок и затем окрасить по Унна, то часто некоторое время можно наблюдать окрасившиеся кристаллы, которые лишь позднее растворяются.

При высушивании кристаллы у *Melampyrum nemorosum* сохраняются, а у *Rhinanthus minor* распадаются, но вещество их не растворяется. Последующая

в едкой щелочи. Эти реакции растворения позволяют отнести их к слабо кислым соединениям, например фенолам⁽³⁾.

Существенно важно, что обработка 10% формалином или парами этого вещества делает кристаллы нерастворимыми ни в спирте, ни в едкой щелочи. Эта крайне характерная особенность кристаллов могла бы объясняться известной реакцией конденсации с альдегидами фенолических веществ, которая используется, например, при приготовлении таких нерастворимых и устойчивых полимеров, как пластмасса⁽⁴⁾.

Интересующие нас кристаллы не дают реакции с ванилином, Fe_2Cl_6 окрашивает их слабо в оливковый цвет. Эти реакции сразу исключают целый ряд фенолических соединений. Крайне характерной для кристаллов реакцией является окрашивание в желтый цвет едкой щелочью или парами аммиака. Мы знаем, что у растений эту реакцию можно наблюдать по преимуществу в присутствии флавонов. По ней удается безошибочно открывать в лепестках растений бесцветные флавоны.

Особенности растворимости кристаллических включений в ядрах клеток, рассмотренные нами у представителей семейства норичниковых, реакция с Fe_2Cl_6 и со щелочами убедительно указывают на присутствие в этих кристаллах флавонов. С другой стороны, непереваривание их протеолитическими ферментами, неспособность пикриновой кислоты их фиксировать решительно говорят против их белковой природы.

Некоторые особенности рассматриваемых здесь кристаллов — их разбухание при кипячении и зернистый распад — заставляют предположить, что эти кристаллы, как это часто бывает с подобными образованиями биологического происхождения, не совершенно однородны и могут иметь более или менее сложный состав. Разбухание кристаллов при кипячении, а также в растворах хлоралгидрата указывает на присутствие в них коллоидных веществ. Нельзя полностью исключить наличия в них небольшого количества белковых веществ, хотя, как мы видели, присутствие их невозможно доказать.

То обстоятельство, что у близких видов кристаллы могут отличаться растворимостью, не должно нас удивлять, так как мы видели, что и растворимые кристаллы сравнительно легко переходят в нерастворимую модификацию, например под влиянием обработки формалином. Возможно, что в нерастворимых кристаллах имеются продукты полимеризации тех же соединений, которые встречаются в растворимых кристаллах.

Отмеченное выше распределение хроматина в виде крупных глыбок стоит, повидимому, в тесной связи с накоплением в ядрах больших кристаллических масс. Строение ядра у погремка настолько своеобразно, что заслуживает дальнейшего исследования.

Поступило
20 II 1951

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ A. Zimmermann, Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle, Tübingen, 1890. ² G. Tischler, Allgemeine Pflanzenkaryologie, Der ruhe Kern, Berlin, 1934. ³ Р. Шрайнер и Р. Фьюсон, Систематический качественный анализ органических соединений, М., 1950. ⁴ Л. Физер и М. Физер, Органическая химия, М., 1950.