

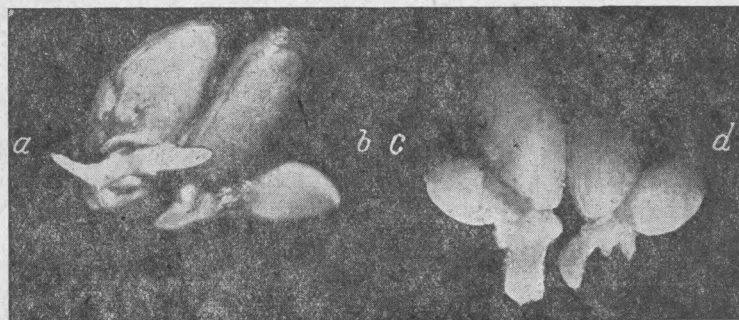
ДОНЧО КОСТОВ

**НЕПРАВИЛЬНОСТИ МИТОЗА И ПОЛИПЛОИДИЯ, ВЫЗВАННЫЕ  
КОЛХИЦИНОМ И АЦЕНАФТЕНОМ**

(Представлено академиком Н. И. Вавиловым 29 III 1938)

Влияние колхицина на поведение ядра было показано Дюстеном (1), Литцом (2) и другими исследователями [см. Chodkowski (3)]. Блексли и Аври (4) и Небель (5) вызвали этим путем у различных растений даже полиплоидию.

Мной было испытано действие колхицина на ткани растений. Семена *Triticum vulgare*, *Tr. durum*, *Tr. Timopheevi*, *Tr. monococcum*, *Tr. persicum*, *Secale cereale*, *Oryza sativa*, *Zea Mays*, *Cannabis sativa*, *Gossypium*



Фиг. 1.—Зерна пшеницы. *a* — необработанное, *b* и *c* — обработанные колхицином, *d* — обработанное аценафтенем. Контрольное зерно *a* проросло в продолжение 2 дней, *b* — в продолжение 7 дней, *c* — в продолжение 5 дней и *d* — в продолжение более чем 7 дней.

*herbaceum*, *Vicia sativa*, *Vicia Faba* различных видов и гибриды *Nicotiana*, *Beta vulgaris* и других растений вымачивались в течение ночи в 0.5% водном растворе колхицина и затем переносились для прорастания в чашки Петри. Некоторые из них при этом промывались в текущей воде, другие нет.

Прорастание семян было сильно задержано, проростки оказывались чрезвычайно сильно разбухшими, корешки оставались короткими, но были очень толстыми. Проростки из семян, промытых после обработки в текущей воде, росли далее несколько быстрее.

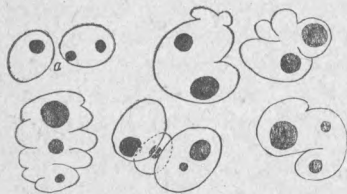
Эффект колхицина, установленный цитологическим изучением, сводится к следующему: 1) увеличению размеров клеток и ядер; 2) появлению

ненормальных ядер, подобных встречающимся в растительных галлах (6-9) и раковых опухолях; 3) многоядерности (в одних клетках ядра были одинаковой величины, в других—разной); 4) увеличению числа и иногда размеров ядрышек; 5) ненормальному течению митоза; 6) полиплоидии; 7) изредка гетероплоидии.

Наиболее резко бросающимся в глаза явлением было появление полиплоидных клеток (тетраплоидных, октоплоидных и даже более высоких степеней полиплоидности).

В некоторых клетках можно было видеть 4, 5, 6 и иногда даже еще больше ядер. Эти особенности были найдены во всех цитологически изученных растениях.

Увеличение числа хромосом несомненно является результатом их деления, не сопровождающегося расхождением. В метафазе хромосомы представляются обычно прямыми и бывают беспорядочно разбросаны в центре клетки, т. е. в том месте, которое обычно занимает ядро (или ядра), не образуя нормальной экваториальной пластинки. Это обстоятельство создает некоторые затруднения



Фиг. 2.—Ядра клеток *Triticum Timopheevi*. а—два ядра из двух нормальных клеток, остальные—из клеток корешков, обработанных колхицином.

в точном подсчете числа хромосом в тех случаях, когда последнее в несколько раз увеличено. Повидимому колхицин подавляет действие факторов, регулирующих процесс распределения хромосом в экваториальной пластинке и их расхождение. Цитология и гистология растительных тканей, обработанных колхицином, сходны с цитологией и гистологией тканей раковых опухолей животных и тканей растительных галлов и опухолей.

Исходя из химического строения колхицина и карциногенных веществ, акад. А. Шмук предложил нам исследовать действие аценафтена на растительные ткани.

Вымачивая семена *Triticum vulgare*, *Tr. monocosmum* и *Secale cereale* в течение двух дней в насыщенном водном растворе аценафтена с кристаллами и, помещая их затем смоченными этим же раствором в чашки Петри, мы установили, что на подобную обработку семена реагируют морфологически так же, как и на обработку раствором колхицина. Проростки чрезвычайно сильно разбухают и растут очень медленно; маленькие корешки становятся очень толстыми, но растут также очень медленно.

Цитологическое изучение проростков и кончиков корешков позволило установить следующие особенности:

1. К л е т к и. Большая часть клеток проростков, обработанных раствором и парами аценафтена, значительно крупнее, чем у нормальных проростков.

2. Я д р а. Многие клетки имеют два или еще большее число ядер; иногда эти ядра неодинаковы по величине. Очень многие клетки имеют крупные или даже гигантские ядра. Ядра часто бывают деформированы, как и в клетках проростков, обработанных колхицином.

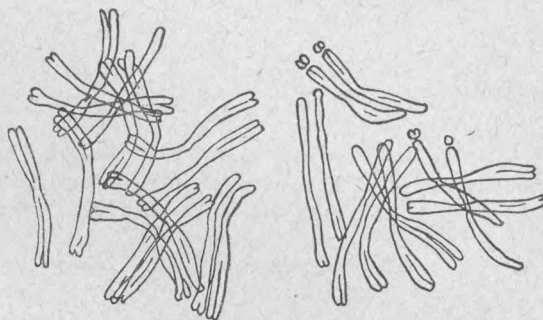
3. Я д р ы ш к и. В ядрах клеток обработанных проростков можно видеть большое число ядрышек. Более крупные ядра содержат значительно большее число ядрышек, чем мелкие; ядрышки эти часто бывают более крупными.

4. Ч и с л о х р о м о с о м. а) *Tr. vulgare* ( $2n = 42$ ). В кончиках



Фиг. 3.—Клетка с 12 хромосомами *Tr. monocosmum*, обработанная аценафтеном.

корешков и в молодых листочках были найдены клетки со значительно большим числом хромосом, чем 42. Точный подсчет был невозможен по двум причинам: 1) благодаря ненормальному расположению хромосом в метафазе, где они обычно не образуют метафатической пластинки, 2) благодаря большому числу хромосом. б) *Tr. monosocum* ( $2n = 14$ ). В некоторых клетках было найдено нормальное число хромосом, т. е. 14. Очень часто наблюдались клетки с 28 и еще большим числом хромосом (приблизительно 50, может быть 56). Ненормальное расположение хромосом в метафазе сильно затрудняет точный их подсчет. Иногда бывает трудно подсчитать хромосомы даже в тех клетках, где их 14. Была найдена одна соматическая пластинка с 12 хромосомами. в) *Secale cereale* ( $2n = 14$ ). В кончиках корней *Secale cereale* были найдены многочисленные метафазы. На одном и том же срезе можно было наблюдать клетки с 14, 28 и приблизительно 56 хромосомами. У *Secale*, как и у *Triticum*, хромосомы не располагаются в нормальную метафатическую пластинку. Создается впечатление, что они беспорядочно разбросаны в центре клетки (т. е. в том месте, которое обычно бывает занято ядром), не обнаруживая часто никакой тенденции располагаться по экватору. Нормальное веретено повидимому не образуется. Хромосомы делятся, но не расходятся. Часто они располагаются параллельно.



Фиг. 4.—Метафаза тетраплоидной соматической клетки *Secale cereale*, обработанной аценафтенном. Хромосомы намеренно разделены на две группы, так как они лежали слишком тесно.

На некоторых пластинках можно видеть много хромосом одинаковой формы и величины, лежащих бок о бок. Это также служит указанием на то, что хромосомы делятся, но не расходятся, в результате чего и имеет место удвоение. Были найдены группы диплоидных клеток, окруженные тетраплоидными или октоплоидными клетками, точно так же, как и обратные картины.

Следует отметить, что колхицин оказывает на растительные ткани более резкое действие, чем аценафтен. Семена, обработанные последним, восстанавливают нормальную жизнедеятельность быстрее. Согласно определению Шмука растворимость аценафтена в воде равна лишь 0.0028%; благодаря этому для получения полиплоидных растений удобнее работать с насыщенным раствором и парами аценафтена, чем с раствором колхицина, так как в последнем случае испарение воды может привести к повышению концентрации раствора. Колхицин является сильным ядом. Я впрыснул кролику 7 мг колхицина, в результате чего он заболел и в течение двух дней отказывался от пищи, тогда как инъекция другому кролику около 25 мг аценафтена в форме суспензии не оказала на него никакого видимого действия.

Все эти положительные стороны аценафтена следует принять во внимание. Мне кажется, что для вызывания полиплоидии он окажется в некоторых случаях лучшим и более удобным агентом, чем колхицин.

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> A. P. Dustin, C. R. I. Congrès Lutte contre Cancer, 183 (1933); Bull. Acad. Roy. Med. de Belgique. 14, 487—502 (1934); Arch. Sci. Biol., 5, 38—43 (1936).  
<sup>2</sup> Lits C. R., Soc. Biol., 115, 118 (1954); <sup>3</sup> Chadkowski, Protoplasma, 28, 597 (1937). <sup>4</sup> A. Blakeslee a A. Avery, Heredity, 28, 393—411 (1937).  
<sup>5</sup> B. R. Nebel, Biol. Bull, 73, 351 (1937). <sup>6</sup> D. Kostoff, a J. Kendall, Biol. Bull, 54, 401—458 (1929); Zentrbl. für Bakt., II Abt., 81, 86—91 (1930; Arch. Mikrobiol. (1933); Gartenbauwiss. (1934). <sup>7</sup> D. Kostoff, Zeitschr. Krebsfor., 34, 65—79, (1937); Protoplasma (1930, 1933). <sup>8</sup> S. Kendall, Zeitschr. Parasitkd., 2, 477—501 (1930); Inog. Dissert., Sofia Univ., 1—44 (1930). <sup>9</sup> G. Tischler, Ber. d. Deutsch. bot. Ges., 19 (1901).