

<https://doi.org/10.3176/biol.1969.3.07>

У. МАРГНА, Э. МАРГНА, М. ОТТЕР

ДЕЙСТВИЕ НЕКОТОРЫХ АНТИБИОТИКОВ НА ОБРАЗОВАНИЕ АНТОЦИАНОВ И РУТИНА В ГИПОКОТИЛЯХ ПРОРОСТКОВ ГРЕЧИХИ

Из литературы известно много фактов об увеличении интенсивности образования антоциановых пигментов при воздействии на растительные организмы умеренными дозами некоторых антибиотиков. Так, стимуляция биосинтеза антоцианов обнаруживалась в проростках следующих растений: в проростках редиса (*Raphanus sativus*) при их выращивании на растворах стрептомицина ($2,3 \times 10^{-3}M$ и $4,6 \times 10^{-3}M$) (Wright, 1951), в проростках горчиц сарептской (*Brassica juncea*) и черной (*B. nigra*) после намачивания семян в растворах стрептомицина и хлорамфеникола (10^{-4} и $5 \times 10^{-4}M$) (Kandeler, 1959), в проростках репы (*B. rapa*) (Siegelman, Hendricks, 1957) и белой горчицы (*Sinapis alba*) (Wagner и др., 1967) при их выращивании на растворах хлорамфеникола (до $10^{-4}M$), в проростках редиса и рапса (*B. napus*) в результате намачивания семян в растворах тетрацицина, стрептомицина, дигидрострептомицина, хлоромидетина и ауреомицетина (10^{-2} — $10^{-5}\%$ -ные растворы по весу) (Netien, Lacharme, 1955a, б), а также в кожце яблок при погружении целых плодов в растворы стрептомицина ($3,8 \times 10^{-4}$ до $1,5 \times 10^{-3}M$) и хлорамфеникола (около $10^{-3}M$) (Faust, 1965). Параллельно со стимулирующим влиянием указанных антибиотиков на накопление антоцианов почти всегда наблюдалось их отрицательное действие на биосинтез хлорофилла и зеленение тканей (Wright, 1951; Kandeler, 1959; Siegelman, Hendricks, 1957; Netien, Lacharme, 1955a, б; Brian, 1957; Kandeler, 1960; Margulies, 1962; Siegelman, 1964). При более высоких дозах антибиотиков или же в условиях эксперимента, способствующих более полному их проникновению в растительные ткани, подавлялся и биосинтез антоциановых пигментов (Wagner и др., 1967; Margulies, 1962; Pramer, Wright, 1955; Eberhardt, Haupt, 1959; Stafford, 1966).

Наряду с этим другие антибиотики, в частности разные штаммы актиномицина и пурамицин, аналогичной стимуляции общего характера обычно не вызывают, а, как правило, действуют угнетающе на формирование антоцианов. Так, обработка этиолированных проростков белой горчицы растворами актиномицина D или пурамицина (10 — 200 мкг/мл) полностью блокировала индуцированный фитохромом биосинтез антоцианов в их семядольных листочках (Mohr, Lange, 1965; Lange, Mohr, 1965; Schopfer, 1967). Приуроченная к определенной стадии распускания почек обработка растений петунии (*Petunia hybrida*) раствором актино-

мицина C_1 (25—200 $\mu\text{кг}$ на 1 растение) подавляла биосинтез пеонидина в лепестках распускающихся цветков (Hess, 1966); в том же объекте при обработке актиномицином C_1 и пурамицином значительно подавлялся также индуцированный ферулевой кислотой биосинтез пеонидина (Hess, 1967). Наконец, растворы актиномицина D (10—40 $\mu\text{кг}/\text{мл}$) или пурамицина ($5 \times 10^{-4} \text{M}$), введенные в ткани путем инфльтрации, сильно ингибировали зависящее от света образование цианидинового производного антоцианов в первых междоузлиях сорго (*Sorghum vulgare*), отделенных от остальных частей проростка (Stafford, 1966).

В отличие от антибиотиков типа стрептомицина, хлорамфеникола и тетрацицина, стимулирующее влияние которых, кажется, имеет весьма неспецифический характер, в действии актиномицина и пурамицина проявляется определенная селективность. Окончательный эффект их действия в значительной мере зависит от того, на какой временной момент эксперимента (до или после освещения (Stafford, 1966)) или к какой стадии развития растения или органа (Hess, 1966, 1967) приурочена обработка. Действие их может не распространяться на все компоненты антоцианового комплекса данного объекта или же в отношении одних компонентов обнаруживаться как стимуляция, а в отношении других — как торможение биосинтеза (Stafford, 1966; Hess, 1966, 1967). Как показали опыты с петунией, в определенных условиях эксперимента аналогичную селективность действия может проявлять и хлорамфеникол (Hess, 1967).

Можно предположить, что в основе действия как тех, так и других антибиотиков лежит их ингибирующее влияние на разные звенья в цепи биосинтеза белков. В последние годы выяснено, что актиномицин является специфическим ингибитором синтеза РНК, зависящего от ДНК (ингибитором транскрипции) (Lange, Mohr, 1965; Raghavan, Tung, 1967), а пурамицин — специфическим ингибитором синтеза белковой молекулы, зависящего от информационной РНК (ингибитором трансляции) (Lange, Mohr, 1965; Raghavan, Tung, 1967; Кулаева, Клячко, 1967а). В свете этих данных легко объясняется отрицательное действие указанных антибиотиков на образование антоцианов, что, по всей вероятности, сводится к блокированию синтеза каких-нибудь специфических РНК и соответствующих им ферментных белков, отвечающих за биосинтез тех или иных антоциановых производных (Lange, Mohr, 1965; Mohr, Lange, 1965). Легко понять и природу селективности действия актиномицина и пурамицина. Это, по-видимому, обусловлено разной чувствительностью аппарата биосинтеза отдельных ферментов в отношении этих антибиотиков или же указывает, что образование специфических РНК и соответствующих им ферментов, участвующих в биосинтезе отдельных антоциановых производных, происходит не одновременно, а разрозненно во времени (Stafford, 1966; Hess, 1966).

В принципе противоположное по своему конечному эффекту влияние хлорамфеникола, стрептомицина и других менее изученных антибиотиков этой группы, по-видимому, также вытекает из первичного ингибирующего действия их на биосинтез белков, что в данном случае, судя главным образом по экспериментам с хлорамфениколом, должно обнаруживаться где-то на уровне рибосом и локализовано на более поздних этапах белкового синтеза (Jacoby, Sutcliffe, 1962; Margulies, 1962; Nooden, Thimann, 1965; Raghavan, Tung, 1967; Кулаева, Клячко, 1967б). Решающее значение в данном случае, по-видимому, имеет гораздо большая чувствительность белоксинтезирующих систем пластидов и относительно большая стабильность соответствующих систем цитоплазмы в отно-

шении этих антибиотиков. Об этом, наряду с непосредственными экспериментальными доказательствами (Feierabend, 1966; Berger, Feierabend, 1967), косвенно свидетельствуют также факты о легкости подавления указанными антибиотиками биосинтеза хлорофилла в хлоропластах (Kandeler, 1959; Margulies, 1962, 1967). Предполагают, что вызванное антибиотиками ингибирование синтеза белков в пластидах приводит к увеличению в клетках фонда свободного фенилаланина, который является одним из предшественников флавоноидного скелета антоцианов. В связи с тем, что сохраняется активность цитоплазматических систем синтеза белков, а следовательно, и способность продуцировать в цитоплазме необходимые для биосинтеза антоцианов ферменты, создаются благоприятные условия для усиленного формирования антоцианов, что в конечном итоге и проявляется в повышении их накопления в тканях (Kandeler, 1959; Wagner и др., 1967).

В связи с этим поднимается более общий вопрос о механизмах регуляции и характере взаимосвязей между биосинтезом белков и формированием антоцианов и других флавоноидов в растительном организме вообще.

На основании приведенных данных о действии хлорамфеникола, стрептомицина и других антибиотиков этой группы создается впечатление, что взаимоотношения между указанными двумя процессами должны относиться к связям типа конкуренции, где одной из основных является конкуренция за общий предшественник фенилаланин. Логично предполагать, что указанные конкурентные отношения, если они действительно реальны, должны распространяться на все типы флавоноидов, основной скелет которых строится по общему для всех флавоноидов пути биосинтеза (Запорожцев, 1964, 1967). Это значит, что при воздействии на растения антибиотиками типа хлорамфеникола следовало бы ожидать усиления накопления не только антоцианов, но и других флавоноидных производных.

Экспериментальных доказательств для подтверждения этого предположения пока не имеется. Лишь Ж. Нетьен и Ж. Ляшарм указывают на увеличение содержания двух неидентифицированных ими флавоноидных производных в проростках редиса, выращенных из обработанных раствором тетрацицина семян. Однако их вывод сделан по визуальной оценке хроматограмм и не опирается на результаты точного количественного анализа (Netien, Lacharme, 1955).

С целью заполнения этого пробела авторы настоящей работы изучили влияние некоторых антибиотиков на образование как антоцианов, так и флавонол-3-гликозида рутин в гипокотылях проростков гречихи.

Материал и методика

Опыты проводились на 5-дневных проростках гречихи (*Fagopyrum esculentum* Moench) местного эстонского сорта 'Йыгеваская отборная', выращенных в условиях искусственного освещения по методике и режиму, описанным нами уже ранее (Маргина, Оттер, 1968б).

Средой для выращивания проростков служили водные растворы антибиотиков разной концентрации, в контрольных опытах — дистиллированная вода. Изучению подвергалось действие следующих антибиотиков: стрептомицина (100—500 мкг/мл), биомицина (10—40 мкг/мл) и левомецетина (= хлорамфеникол; Машковский, 1955) (2,5—10 мкг/мл). Подходящие дозы антибиотиков были установлены в предварительных опытах, притом для экспериментов выбирались диапазоны концентраций, в преде-

лах которых еще не было обнаружено заметных нарушений ростовых процессов и признаков общетоксического действия антибиотиков на проростки. В качестве образцов антибиотиков использовались коммерческие фармацевтические препараты отечественного происхождения.

Количественное содержание антоцианов в гипокотильях определялось фотокolorиметрически с помощью фотоэлектрического колориметра ФЭК—56М (10 мл кюветы; зеленый фильтр с $\lambda_{\text{макс}} = 540 \text{ нм}$); результаты измерения были выражены в условных единицах по шкале оптической плотности и перечислены на один проросток (Hallor, Margna, 1968). Содержание рутина определялось по разработанному нами комбинированному методу, базирующемуся на предварительном разделении полифенольного комплекса гипокотилей с помощью двойной восходящей хроматографии на бумаге и на последующем измерении оптической плотности спиртового элюата пятна рутина при $\lambda = 360 \text{ нм}$ спектрофотометром СФ-4А (U. Margna, E. Margna, 1969). Результаты были выражены в микрограммах рутина на один проросток.

Все эксперименты были проведены в пяти повторностях. Результаты экспериментов подвергались вариационно-статистической обработке с использованием дисперсионного анализа (Снедекор, 1961).

Результаты исследований

Как видно из табл. 1, основанное на теоретических соображениях предположение о возможной аналогии действия антибиотиков на биосинтез разных групп флавоноидов нашло полное подтверждение в экспе-

Таблица 1

Содержание антоцианов и рутина в гипокотильях
5-дневных проростков гречихи, выращенных
на растворах антибиотиков

Антибиотик	Концентрация, мкг/мл	Содержание антоцианов, условные ед./1 проросток $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	Содержание рутина, мкг/1 проросток
Стрептомицин	0	14,7±0,5	18,8±1,2
	100	17,5±0,7	18,8±0,5
	250	17,7±0,9	21,5±1,1
	500	18,6±0,5	22,9±1,1
Левомецитин	0	14,2±0,6	17,4±0,8
	2,5	15,6±0,8	24,0±0,8
	5	17,4±0,5	22,6±1,3
	10	18,2±0,5	22,9±1,1
Биомицин	0	15,9±0,5	16,0±1,1
	10	18,1±1,0	19,3±1,8
	20	18,5±1,0	22,7±0,9
	40	16,8±0,9	21,0±1,2

риментах. Выращивание проростков гречихи на растворах всех трех изученных антибиотиков привело к увеличению как антоцианов, так и рутина в гипокотильях, причем количество флавоноидов обоих типов в обработанных проростках было порой до 40% больше, чем в контроль-

Таблица 2

Дисперсионный анализ данных по содержанию антоцианов и рутина в гипокотылях 5-дневных проростков гречихи, выращенных на растворах антибиотиков

Источник варьирования	Число степеней свободы	Дисперсия (средний квадрат)					
		Антоцианы			Рутин		
		Стрептомицин	Левомицетин	Бисмицин	Стрептомицин	Левомицетин	Бисмицин
Среда для выращивания проростков	3	12,0**	14,0***	6,2	2,6**	5,4***	5,1**
Из этого:							
Варьирование между контролем и вариантами с выращиванием проростков на растворах антибиотиков	1	32,5***	26,0***	11,1	2,4*	15,4***	11,6***
Варьирование внутри вариантов с разной концентрацией антибиотиков	2	1,8	8,0**	3,7	2,7**	0,3	1,8
Статок	16	—	—	—	0,6	0,7	1,0
	15	2,1	—	4,0	—	—	—
	13	—	1,5	—	—	—	—

* Уровень значимости $0,10 \geq P \geq 0,05$.

** Уровень значимости $0,05 \geq P \geq 0,01$.

*** Уровень значимости $P < 0,01$.

ных. По результатам вариационно-статистического анализа (табл. 2) указанный стимулирующий эффект антибиотиков в большинстве случаев доказывается на высоком уровне значимости. Только в отношении накопления антоцианов в проростках, выращенных на растворах биомидина, стимулирующее влияние антибиотика проявлялось менее отчетливо, но это обусловлено скорее несколько большей вариационной шириной результатов в пределах этой серии опытов, чем действительно меньшим диапазоном биологического действия биомидина на биосинтез данной группы флавоноидов.

Наряду с этим в некоторых сериях экспериментов весьма четко обнаруживалась тенденция к увеличению стимулирующего действия антибиотиков по мере повышения их концентрации в питательном растворе. Это наглядно демонстрируется изменением количества антоцианов в проростках под влиянием левомицетина, а также изменением содержания рутина при выращивании проростков на растворах стрептомицина. В остальных случаях тенденции увеличения накопления флавоноидов при использовании нарастающих доз антибиотиков выражена слабее и, как правило, не достигает статистически достоверного уровня. Тем не менее это указывает, что нарушения синтеза белков в пластидах, являющиеся в данном случае первопричиной увеличения интенсивности образования флавоноидов, развиваются не сразу, а путем постепенного распространения торможения на все большие участки в пластидах в зависимости от концентрации антибиотиков в среде. Аналогичные данные, подтверждающие

Таблица 3

Сырой вес гипокотилей
5-дневных проростков гречихи,
выращенных на растворах
антибиотиков

Антибиотик	Концентрация, мкг/мл	Сырой вес гипокотилей, мг
Стрептомицин	0	38
	100	40
	250	38
	500	36
Левомицетин	0	38
	2,5	40
	5	40
	10	39
Биомицин	0	38
	10	38
	20	38
	40	35

эту тенденцию, получены также в одной из наших предыдущих работ по изучению влияния стрептомицина на образование антоцианов и белковый обмен в проростках гречихи (Оттер, 1967).

Сравнивая результаты исследований по антоцианам и рутину с данными по росту, можно прийти к выводу, что вызванная антибиотиками стимуляция образования флавоноидов в гипокотилях целиком обусловлена перемещением равновесия во внутренних обменных процессах проростков, а не происходит вследствие уменьшения их ростовой активности. В пределах использованных в опыте концентраций антибиотиков существенных признаков торможения роста не наблюдалось ни по общему внешнему облику проростков, ни по сырому весу гипокотилей (табл. 3).

Обсуждение результатов

Таким образом, полученными данными установлено, что обусловленное антибиотиками типа стрептомицина, биомицина и левомицетина (хлорамфеникола) подавление нормального функционирования белоксинтезирующего аппарата клеток отражается в равной мере на биосинтезе как антоцианов, так и флавонолов (рутина), вызывая заметную интенсификацию образования у обеих групп соединений. Это показывает, что стимулирующий эффект этих антибиотиков не ограничивается только группой антоцианов, а действительно, как это и ожидалось, имеет более общий характер, значительно увеличивая вероятность, что аналогичная стимуляция проявляется (в других объектах с иным составом флавоноидного комплекса) также во всех остальных группах веществ с флавоноидной структурой. Вместе с тем не исключено, что стимуляция распространяется и на некоторые родственные полифенолы более простого типа, в частности на группу производных оксикоричных кислот. Углеродный скелет последних синтезируется через шикимовую кислоту по общему с биосинтезом кольца Б флавоноидов пути и может быть построен также непосредственно из фенилпропаноидного остатка фенилаланина (Запрометов, 1964, 1967). Определенные основания для такого предположения предоставляют наблюдения М. Цукера о некоторой стимуляции биосинтеза хлорогеновой кислоты в клубнях картофеля в результате обработки клубневых отрезков низкими дозами хлорамфеникола (50 мкг/мл) (Zucker, 1963).

Одновременно с этим полученные в работе результаты предоставляют новые доказательства в пользу гипотезы о наличии конкурентных связей между биосинтезом белков и образованием флавоноидов в растениях, тем самым подтверждая и выводы, уже сделанные в ряде наших предыдущих

работ по изучению тех же взаимосвязей в проростках гречихи (Оттер, Маргна, 1967; Маргна, Оттер, 1968; Margna, Otter, 1968). Однако вопрос о причинах и сущности указанной конкуренции требует дальнейшего обсуждения.

Основываясь на изучении влияния комбинированного азотного и сахарозного питания на белковый обмен и биосинтез антоцианов в проростках гречихи (Оттер, Маргна, 1967; Маргна, Оттер, 1968), а также по изучению влияния сахарозного питания на те же обменные процессы в проростках в условиях подавленного биосинтеза белков (Margna, Otter, 1968) мы выдвинули предположение о том, что определяющее значение в регуляции взаимосвязей между этими двумя процессами имеет конкуренция на уровне энергетической обеспеченности (Маргна, Оттер, 1968; Margna, Otter, 1968). Тот же принцип приемлем и для объяснения конкурентных отношений между биосинтезом флавоноидов и белков, проявляющихся при воздействии на проростки антибиотиками. В результате блокирования синтеза белков часть энергетических ресурсов проростков, в нормальных условиях затрачиваемых для поддержания этих процессов в данном случае, несомненно, остается неиспользованной, и следовательно, может быть направлена в другие точки потребления внутренней энергии. Можно предположить, что определенная доля возникающих в такой ситуации «излишков» энергии будет направлена и на образование флавоноидов, что и приведет к увеличению их накопления в тканях.

С другой стороны, кажется, что в данном случае нет надобности искать причин конкурентных отношений в ограниченном количестве доступной для протекания обоих процессов энергии. Возможно, что решающую роль все же играет объем фонда свободного фенилаланина в проростках и изменение соотношений в распределении его между биосинтезом белков и флавоноидов, как это уже предполагалось некоторыми другими исследователями (Wagner и др., 1967).

Весьма вероятно, что весь механизм регулирования взаимосвязей между белковым обменом и биосинтезом флавоноидов более сложен и базируется на действиях отношений типа конкуренции одновременно в нескольких точках соприкосновения обоих процессов. Удельный вес отдельных узлов этого механизма, по-видимому, зависит от условий эксперимента, а также от типа и особенностей конкретного объекта. Можно надеяться, что дальнейшую информацию по этому вопросу удастся получить из питательных экспериментов с введением в проростки фенилаланина, чем искусственно создается обилие его в клетках и таким образом должны быть устранены причины конкуренции, вытекающие из возможного его недостатка.

ЛИТЕРАТУРА

- Запрометов М. Н., 1964. Современные представления о биосинтезе соединений ароматического ряда. Усп. биол. хим. **6**: 264—303.
- Запрометов М. Н., 1967. Биохимия фенольных соединений. Усп. совр. биол. **63**: 380—399.
- Кулаева О. Н., Клячко Н. Л., 1967а. Действие пуромидина на синтез белка в листьях разного возраста. Докл. АН СССР **175**: 958—961.
- Кулаева О. Н., Клячко Н. Л., 1967б. О действии хлорамфеникола на синтез белка в высечках из листьев. Физиол. растений **14**: 926—929.
- Маргна У., Оттер М., 1968а. Взаимосвязь между биосинтезом антоцианов и азотным обменом в проростках гречихи. II. Влияние комбинированного действия сахарного и азотного питания на накопление антоцианов в гипокотылях. Изв. АН ЭССР, Биология **17**: 3—14.
- Маргна У. В., Оттер М. Я., 1968б. О корреляции между ростом и биосинтезом антоцианов в гипокотылях гречихи. Физиол. растений **15**: 436—442.

- Машковский М. Д., 1955. Лекарственные средства. М.
- Оттер М., Маргна У., 1967. Взаимосвязь между биосинтезом антоцианов и азотным обменом в проростках гречихи. I. Влияние комбинированного воздействия условиями экзогенного питания на азотный баланс в гипокотильях и семядольных листочках. Изв. АН ЭССР, Биология **16** : 340—351.
- Снедекор Д. У., 1961. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии. М.
- Berger C., Feierabend J., 1967. Plastidenentwicklung und Bildung von Photosynthese-Enzymen in etiolierten Roggenkeimlingen. *Physiol. Veg.* **5** : 109—122.
- Brian P. W., 1957. Effects of Antibiotics on Plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* **8** : 413—426.
- Eberhardt F., Haupt W., 1959. Über Beziehungen zwischen Anthocyanbildung und Stickstoffumsatz. *Planta* **53** : 334—338.
- Faust M., 1965. Physiology of Anthocyanin Development in McIntosh Apple II. Relationship Between Protein Synthesis and Anthocyanin Development. *Proc. Amer. Soc. Hortic. Sci.* **87** : 10—20.
- Feierabend J., 1966. Enzyymbildung in Roggenkeimlingen während der Umstellung von heterotrophem auf autotrophes Wachstum. *Planta* **71** : 326—355.
- Hallop L., Margna U., 1968. Antotsüaanide moodustumise kineetika tatraidandite hüpokotüülides, olenevalt indutseeriva valgusperioodi kestusest ja valguse intensiivsusest. ENSV TA Toimetised, *Bioloogia* **17** : 154—163.
- Hess D., 1966. Versuche mit DNS-Antimetaboliten zum Nachweis einer differentiellen Genaktivität bei der Induktion der Anthocyan-Synthese. *Z. Pflanzenphysiol.* **54** : 356—370.
- Hess D., 1967. Substratinduktion bei der Anthocyan-Synthese von *Petunia*. *Naturwiss.* **54** : 289—290.
- Jacoby B., Sutcliffe J. F., 1962. Effects of Chloramphenicol on the Uptake and Incorporation of Amino Acids by Carrot Root Tissue. *J. Exptl. Bot.* **13** : 335—347.
- Kandeler R., 1959. Über die Wirkung von Dunkelrot- und Weisslicht auf die Anthocyanbildung nach Ausschaltung der Chlorophyllbildung durch Antibiotika. *Naturwiss.* **46** : 452.
- Kandeler R., 1960. Über die Lichtabhängigkeit der Anthocyanbildung. *Flora* **149** : 487—519.
- Lange H., Mohr H., 1965. Die Hemmung der phytochrominduzierten Anthocyan-Synthese durch Actinomycin D und Puromycin. *Planta* **67** : 107—121.
- Margna U., Margna E., 1969. A Suitable Chromatographic Method for Quantitative Assay of Rutin and Flavone C-glycosides in Buckwheat Seedlings. ENSV TA Toimetised, *Bioloogia* **18** : 40—50.
- Margna U., Otter M., 1968. The Influence of Sucrose Feeding on Anthocyanin Formation in Intact Buckwheat Seedlings as a Possible Function of Primary Changes in Protein Metabolism. ENSV TA Toimetised, *Bioloogia* **17** : 147—153.
- Margulies M. M., 1962. Effect of Chloramphenicol on Light Dependent Development of Seedlings of *Phaseolus vulgaris*, Var. 'Black Valentine', with Particular Reference to Development of Photosynthetic Activity. *Plant Physiol.* **37** : 473—480.
- Margulies M. M., 1967. Effect of Chloramphenicol on Chlorophyll Synthesis of Bean Leaves. *Plant Physiol.* **42** : 218—220.
- Mohr H., Lange H., 1965. Die Hemmung der lichtinduzierten Anthocyan-Synthese durch Actinomycin D. *Naturwiss.* **52** : 261.
- Netien G., Lacharme J., 1955a. Apparition de pigments anthocyaniques: test d'activité des antibiotiques sur la plantule de radis. *C. R. Acad. Sci.* **240** : 692—694.
- Netien G., Lacharme J., 1955b. Recherche sur l'action de la terramycine dans la formation des pigments de la plantule de radis. *Bull. Ste. Chim. Biol.* **37** : 643—653.
- Nooden L. D., Thimann K. V., 1965. Inhibition of Protein Synthesis and of Auxin-induced Growth by Chloramphenicol. *Plant Physiol.* **40** : 193—201.
- Otter M., 1967. 2,4-D ja streptomüsiini toime lämmastikuühendite ainevahetuse tatraidandis ja selle seos antotsüaanide biosünteesiga. ENSV TA Toimetised, *Bioloogia* **16** : 128—135.
- Pramer D., Wright J. M., 1955. Some Phytotoxic Effects of Five Actinomycete Antibiotics. *Plant Disease Repr.* **39** : 118—119 (umr. no Brian, 1957).
- Raghavan V., Tung H. F., 1967. Inhibition of Two-dimensional Growth and Suppression of Ribonucleic Acid and Protein Synthesis in the Gametophytes of the Fern, *Asplenium nidus*, by Chloramphenicol, Puromycin and Actinomycin D. *Amer. J. Bot.* **54** : 198—204.
- Schopfer P., 1967. Weitere Untersuchungen zur phytochrominduzierten Akkumulation von Ascorbinsäure beim Senfkeimling (*Sinapis alba* L.). *Planta* **74** : 210—227.

- Siegelman H. W., 1964. Physiological Studies on Phenolic Biosynthesis. In: Biochemistry of Phenolic Compounds, Academic Press, London—New York, 437—456.
- Siegelman H. W., Hendricks S. B., 1957. Photocontrol of Anthocyanin Formation in Turnip and Red Cabbage Seedlings. *Plant Physiol.* **32** : 393—398.
- Stafford H. A., 1966. Regulatory Mechanisms in Anthocyanin Biosynthesis in First Internodes of *Sorghum vulgare*: Effect of Presumed Inhibitors of Protein Synthesis. *Plant Physiol.* **41** : 953—961.
- Wagner E., Bienger I., Mohr H., 1967. Die Steigerung der durch Phytochrom bewirkten Anthocyaninsynthese des Senfkeimlings (*Sinapis alba* L.) durch Chloramphenicol. *Planta* **75** : 1—9.
- Wright J. M., 1951. Phytotoxic Effects of Some Antibiotics. *Annals of Botany, N. S.* **15** : 493—499.
- Zucker M., 1963. The Influence of Light on Synthesis of Protein and of Chlorogenic Acid in Potato Tuber Tissue. *Plant Physiol.* **38** : 575—580.

Институт экспериментальной биологии
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
30/IX 1968

U. MARGNA, E. MARGNA, M. OTTER

MÖNEDE ANTIBIOOTIKUMIDE MÕJU ANTOTSÜAANIDE JA RUTIINI MOODUSTUMISELE TATRAIDANDITE HÜPOKOTÜÜLIDES

Resümees

Uuriti erineva kontsentratsiooniga streptomütsiini- (100—500 µg/ml), biomütsiini- (10—40 µg/ml) ja levomütsetiini- (klooramfenikooli-) (2,5—10 µg/ml)-lahuste mõju antotsüaanide ja rutiini sisaldusele viiepäevaste tatraidandite hüpokotüülides. Tehti kindlaks, et kasutatud kontsentratsioonides avaldavad kõik kolm antibiootikumi stimuleerivat mõju nii antotsüaanide kui ka rutiini biosünteesile. Kuna tõenäoliselt on stimulatsiooni põlvõhuseks valkude biosünteesi pärssiv antibiootikumide toime ja sellest tulenev võimalus flavonoidide moodustumiseks soodsamalt ära kasutada fenüülalaniini, siis oletatakse, et analoogiline stimulatsioon peaks antibiootikumide toimel esinema ka kõikide teiste flavonoidskelsetiga ühendite puhul. Saadud tulemuste valguses analüüsitakse mõningaid probleeme, mis on seotud valkude ainevahetuse ja flavonoidide biosünteesi vaheliste vahekordadega taimedes üldse, eriti aga käsitletakse konkurentsi kui tõenäoliselt üht olulist tegurit nende vahekordade kujunemisel ja reguleerimisel.

Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Eksperimentaalbioloogia Instituut

Saabus toimetusse
30. IX 1968

U. MARGNA, E. MARGNA, M. OTTER

THE EFFECT OF SOME ANTIBIOTICS ON THE FORMATION OF ANTHOCYANINS AND RUTIN IN BUCKWHEAT SEEDLING HYPOCOTYLS

Summary

The influence of streptomycin, biomyacin and laevomyacin (chloramphenicol) on the formation of anthocyanins and rutin in the hypocotyls of 5-day-old buckwheat seedlings was studied. It was found that within the range of concentrations employed all the three antibiotics exerted a stimulatory effect on the biosynthesis of anthocyanins as well as of rutin, causing a considerable increase in the content of both groups of compounds in hypocotyls. As the stimulation is presumably a secondary consequence of the primary inhibitory action of these antibiotics on the protein synthesis, leading to a more favourable utilization of phenylalanine in flavonoid biosynthesis, a suggestion was made that an analogous stimulation must also occur with regard to all the other groups of compounds with flavonoid structure. In the light of the results obtained, some questions concerning the interrelations between the protein metabolism and biosynthesis of flavonoids in plants in general are discussed, especially the problem of the possible competition between the two processes as the major factor of importance in the development and regulation of these relationships.

Academy of Sciences of the Estonian SSR,
Institute of Experimental Biology

Received
Sept. 30, 1968