

УДК. 581.143.577.1

ВЛИЯНИЕ ЭНДОГЕННОГО ПИЗАМИНА, АНТИВИТАМИНА ПАНТОТЕНОВОЙ КИСЛОТЫ, НА СОДЕРЖАНИЕ АМИНОКИСЛОТ И БЕЛКА ПРИ ПЕРЕХОДЕ МЕЖДОУЗЛИЙ ГОРОХА ОТ ИНТЕНСИВНОГО РОСТА К ЕГО ПРЕКРАЩЕНИЮ

Смашевский Н.Д.

Астраханский государственный университет, Астрахань, Россия

Установлено, что переход междузлий проростков гороха от интенсивного роста к замедлению и прекращению коррелирует с образованием и накоплением в них эндогенного пизамина, антивитамина пантотеновой кислоты, что приводит к количественному снижению ряда аминокислот и общего белка. Это может быть следствием переориентации метаболических процессов, вызывающих замедление и прекращение растяжения клеточных стенок междузлий.

Ключевые слова: пизамин, пантотеновая кислота, антивитамин, рост междузлий гороха, аминокислоты, общий белок.

Эндогенный ингибитор роста междузлий проростков гороха (*Pisum sativum* L.) пизамин, по химической природе олигосахарид, является антивитамином пантотеновой кислоты (ПК), важнейшего регулятора метаболизма в живых организмах, в составе его биологически активного производного – КоА [3]. Было показано, что рост междузлий полностью коррелирует

с количественным содержанием в них пизамина. Чем короче длина междузлия, тем больше в нем содержание пизамина [4]. Причем, аналогичная закономерность нами была показана, как в росте междузлия нормального гороха, так и карликового, у которого содержание пизамина распределялось в соке междузлий, как и у нормального, что видно из данных табл. 1.

Таблица 1

Подавление роста дрожжей *S. cerevisiae* соком междузлий
12-ти дневных этиолированных проростков нормального и карликового гороха

Междузлие	Междузлие нормального гороха, мм	Сок междузлий нормального гороха, мкл/мл		Междузлие карликового гороха, мм	Сок междузлий карликового гороха, мкл/мл	
		0	0,125		0	0,125
Эпикотиль	23.3	292	2	15.2	253	34
2-е междузлие	41.5	313	4	22,8	252	62
3-е междузлие	83.9	309	45	49.3	305	172
4-е междузлие	75.8	305	125	43,4	275	203

Содержание пизамина в соке 12-дневных этиолированных проростков нормального гороха сорта Рамонский и карликового гороха сорта Майский ранний, определяли по степени подавления роста дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, отжатый из междузлий соком. У этиолированных проростков карликового гороха, как и нормального, наблюдалось значи-

тельное удлинение междузлий. Это дало возможность получить сравнимые результаты между ростом междузлий и содержанием пизамина у нормальных и карликовых форм гороха. И как видим, содержание пизамина в соке полностью соответствует характеру роста междузлий проростков.

Таким образом, дифференцированный рост междоузлий проростков нормального и карликового гороха связан с накоплением и содержанием в них пизамина. Локализация и активность пизамина в междоузлиях, возможно, детерминирована в соответствии с онтогенетической программой роста междоузлий. Он появляется как ингибитор в прорастающих семенах гороха только с началом роста зародыша и накапливается в междоузлиях, в возрастающих количествах, по мере их роста.

Также показана взаимосвязь разных этапов линейного роста междоузлий проростков с динамикой накопления и содержания в них эндогенного пизамина, которая имеет закономерный ход, связанный с этапом и характером роста междоузлий [1]. Используя тестовые культуры дрожжей, выращиваемых на жидкой питательной синтетической среде, чувствительных к пизамину, дало возможность установить, что присутствующий в соке пизамин, блокирует стимулирование роста специфично чувствительных к нему дрожжей, нуждающихся в экзогенной ПК. При отсутствии или низкой концентрации антивитамина, ПК, присутствующая в соке растений в достаточном количестве, обеспечивает их нормальный рост [2]. В междоузлиях, в начале и в период интенсивного роста проявляется только высокое стимулирующее действие сока на рост дрожжей, содержащейся в нем ПК, а значит отсутствием или низким содержанием антивитамина. Снижение стимуляции роста дрожжей соком междоузлий со сменой этапа его роста и переходом к другим этапам, не может быть связано со снижением содержания витамина, а, скорее всего, это обусловлено образованием и накоплением пизамина, блокирующего активность ПК.

Так в эпикотиле, с очень короткой продолжительностью роста и наиболее укороченным размером, по сравнению с другими междоузлиями, интенсивный рост междоузлия совпадает с высокой стимуляцией соком роста дрожжей, содержащейся в нем ПК, обусловленное низким содержанием пизамина. Но соком этого же междоузлия, закончившего рост, напротив, наблюдалось резкое, почти полное, подавление

роста дрожжей, указывающее на высокое содержание в нем пизамина, блокирующего активность ПК.

Совершенно аналогична динамика наблюдается в последующих междоузлиях, обладающих более интенсивным и пролонгированным периодом линейного роста растяжением, что дало возможность проследить динамику антивитамина на различных этапах и интенсивности роста междоузлия, особенно 3-го, с наиболее интенсивным и пролонгированным ростом. Вначале и на этапе интенсивного роста содержание антивитамина минимально, затем при замедлении роста его содержание увеличивается, и при завершении роста и его отсутствии, его содержание максимально, что четко отражено в динамике подавления роста дрожжей. Это показывает, что в процессе роста изменяется соотношение стимулятор/ингибитор, как основного эндогенного механизма регуляции ростовых процессов: в начале и в процессе интенсивного роста растяжением, преобладает содержание стимуляторов, в данном случае ПК. Затем соотношение меняется в сторону ингибитора (пизамина) и на этапе прекращения роста наблюдается максимальное его содержание.

Поэтому образование и накопление пизамина в междоузлиях связано не с их характером роста, а их скоростью и продолжительностью роста, и линейная величина являются следствием начала образования и интенсивного накопления в них пизамина. Вероятно, происходит изменение внутреннего состояния междоузлия, обусловленного онтогенетической программой его роста.

Так как пизамин, является антивитамином ПК, действующего через механизм подавления функций её биологически активного производного КоА, имеющего широкий полифункциональный спектр каталитических реакций, затрагивающих важнейшие метаболические процессы, то можно предположить, что его действие на рост растений происходит через подавление определенных реакций, связанных с ростовыми процессами.

Ряд авторов связывают переход клеток от растяжения к дифференцировке клеток в междоузлиях проростков гороха с

изменением количественного содержания свободных аминокислот и белка [5,6, 8,9]. Но причины этого изменения пока окончательно не выяснены.

Известно, что КоА участвует в катализе аминокислотного и белкового метаболизма, а пизамин снижает биологическую активность КоА [3]. В связи с этим, нами было изучено изменение количественного содержания протеиногенных аминокислот и общего белка в междоузлиях гороха в зависимости от динамики накопления и содержания в них эндогенного пизамина на разных этапах и интенсивности роста.

Различий по качественному составу свободных аминокислот, в зависимости от накопления и содержания пизамина, практически, не обнаружено, тогда как для большинства аминокислот, особенно α -адипиновой, изолейцина, фенилаланина, серина и α -аланина, количественное различие достоверно. В эпикотиле и 2-м междоузлии с ограниченным ростом и максимальным содержанием пизамина, аминокислоты содержались достоверно ниже,

чем в интенсивно и продолжительно растущих 3-м и 4-м с низким содержанием пизамина. Минимальное содержание в первом случае составляет 4,4 мкМ, а максимальное – 84,5 мкМ, тогда как во втором случае, соответственно, 34 и 184,7 мкМ в навеске междоузлия. Причем, в суточном возрасте содержание выше, чем в более позднем возрасте, которое более ярко выражено в эпикотиле и 2-м междоузлии.

Четко изменялась и динамика содержания общего белка в зависимости от этапа и интенсивности роста междоузлий (табл.2).

Во всех междоузлиях совершенно идентичная тенденция динамики количественного содержания общего белка, определенного по Лоури [7], как при расчете на грамм сырого, так и сухого веса проростка. Для всех междоузлий видим практически одинаковое по количеству высокое содержание белка на фазе интенсивного роста и снижение при замедлении, особенно, когда рост вступал в этап завершения и при полном его отсутствии.

Таблица 2

Динамика содержания общего белка в междоузлиях проростков гороха на различных этапах их роста

Междоузлие	Этапы роста междоузлий	Содержание общего белка	
		мг на 1 г сырого веса	мг на 1 г сухого веса
Эпикотиль	Интенсивный рост	2,285	154,36
	Замедление роста	2,677	149,35
	Рост закончен	1,896	102,61
2-е междоузлие	Начало роста	3,552	190,94
	Интенсивный рост	2,921	157,07
	Замедление роста	2,668	148,44
	Окончание роста	1,997	107,35
3-е междоузлие	Начало роста	1588	87,8
	Интенсивный рост	3,002	159,91
	Замедление роста	1,451	80,59
	Роста нет	1,062	59,00
4-е междоузлие	Начало роста	1,456	80,87
	Интенсивный рост	3,655	175,18
	Завершение роста	1,814	76,78
	Роста нет	1,024	62,42
		0,979	59,16

Таким образом, можно полагать, что действие природного антивитамина ПК, вызывающего замедление и прекращение растяжения клеточных стенок в междоузлиях гороха является следствием метабо-

лической переориентации биохимических процессов под действием эндогенного пизамина, антивитамина пантотеновой кислоты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смашевский Н.Д. // Южно-Российский вестник геологии, географии и глобальной энергетике. –2006.– № 9 (22) .– С. 115-123.
2. Смашевский Н.Д., Слышенков В.С. // Вестник Московского областного университета. Серия «Естественные науки». Москва, Издательство МГОУ.– 2006.– С.97-105.
3. Смашевский Н.Д. // Материалы XVII международного симпозиума «Нетрадиционное растениеводство. Селекция, Охрана природы, Эниология. Экология и здоровье» 13-21 сентября 2008 года, Алушта. Симферополь-2008. – С. 531-537.
4. Смашевский Н.Д. // Фундаментальные исследования.–2009.– №3.– С. 34-27.
5. Хавкин Э.Е., Варакина Н.Н., Пешкова А.А. // Рост и клеточная дифференцировка растений. – М.: Наука,1967. 44 с.
6. Burstrom G. // Z. Pflanzenphysiol.– 1974. – Bd.74.– P.1-13.
7. Lowry O.N., Rosebrough N.J., Rarr A.L., Randall R.J. // J. Biol. Chem. 1957. – V.193. – №1.– P.265-275.
8. Macnicol Peter K. // Plant Physiol. – 1983. – v.72. – P.492-497.
9. Steward T.C., Lyndon R.F., Barber I.T // Amer. J. Bot.–1955. – №52. – P. 155-146.

**INFLUENCE OF ENDOGENOUS PISAMIN, ANTIVITAMIN PANTOTHENIC ACID,
ON AMINO ACIDS AND PROTEIN CONTENT IN TRANSITION OF PEAS
INTERNODES FROM INTENSIVE GROWTH TO ITS CESSATION**

Smashevsky N.D.

The Astrakhan State University, Astrakhan, Russia

It was found that the transition of peas seedlings internodes from intensive growth to slowdown and cessation correlates with the formation and accumulation of endogenous pisamin, antivitamin pantothenic acid, that leads to quantitative reduction in a number of amino acids and total protein. This may be a result of reorientation of metabolic processes that cause slowdown and cessation of the elongation of cell wall internodes.

Keywords: pisamin, pantothenic acid, antivitamin, growth of peas internodes, amino acids, the total protein