

پلی U رشته پلی فنیل آلانین می سازد

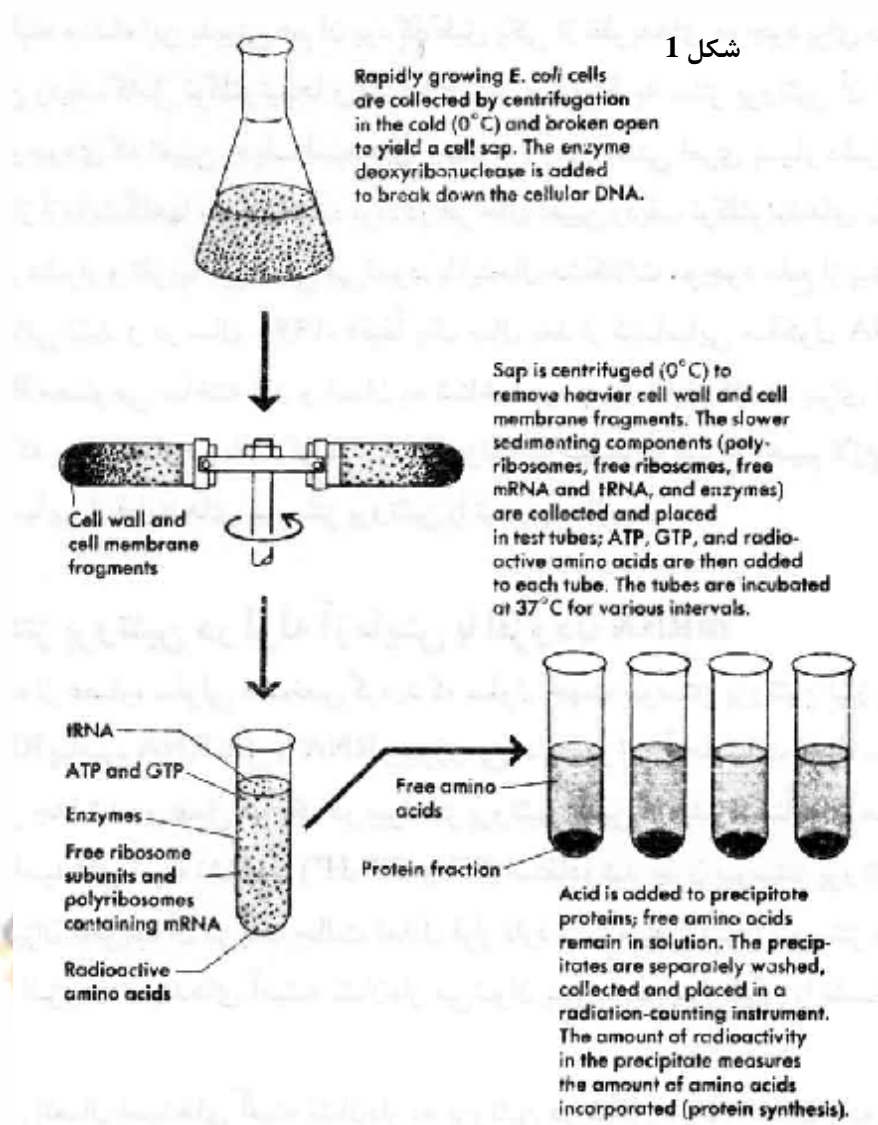
تحت شرایط مناسب، مولکول RNA مصنوعی نیز که به ریبوزوم متصل می‌شود بعنوان الگو عمل می‌کند. در شرایط آزمایشگاه، جهت شروع بیوسنتز پروتئین و قراردادن صحیح $fMet - tRNA_F^{Met}$ در ریبوزوم نیاز به غلظت بالای منیزیم است و در نتیجه نیاز به علامت شروع دیگری برای بیوسنتز پروتئین نیست.

برای اولین بار از رشته مصنوعی پلی U جهت شناسایی رمز اسیدهای آمینه استفاده شد. پلی U بطور اختصاصی مولکولهای $tRNA$ حامل فنیل آلانین را به ریبوزوم هدایت می‌کند و رشته پلی پتید فنیل آلانین ساخته می‌شود. در نتیجه رمز اختصاصی فنیل آلانین از سه نوکلئوتید (UUU) ساخته شده است. رمز فوق کدون خوانده می‌شود و در بخش هشت بحث شده است. به همین ترتیب با استفاده از مولکولهای RNA پلی C و پلی A معین شد که CCC رمز پرولین و AAA رمز لیزین می‌باشد. متاسفانه با انجام آزمایشهای مشابه رمز GGG مشخص نشد، چرا که رشته RNA پلی G با پیوندهای هیدروژنی در خود نواحی مکمل بوجود می‌آورد که امکان اتصال ریبوزوم به آن وجود ندارد.

رشته‌های پلی مر مخلوط، رمزهای دیگر را مشخص کرد

رشته RNA پلی AC بسته به نسبت A/C هشت کدون مختلف $ACA, CAA, ACC, CAC, CCA, CCC$ و AAA را در بر می‌گیرد. با توجه به اینکه رمزهای پرولین (CCC) و لیزین (AAA) از قبل شناسایی شده بود، مولکول پلی AC هنگام ترجمه توسط ریبوزوم،

اسیدهای آمینه آسپاراژین، گلوتامین، هیستیدین و ترئونین را در رشته پلی پپتید قرار داد. البته میزان قرار گرفتن هر یک از اسیدهای آمینه بستگی به نسبت A/C دارد. اگر در مولکول پلی AC میزان A بیشتر از C باشد، اسید آمینه آسپاراژین بیشتری نسبت به هیستیدین در رشته پلی پپتید قرار می گیرد و می توان نتیجه گرفت که رمز آسپاراژین از دو A و یک C تشکیل شده است و رمز هیستیدین از دو C و یک A تشکیل شده است (جدول 1).



شکل 1: جزئیات بیوسنتز پروتئین در لوله آزمایش

جدول 1: فرار گرفتن اسیدهای آمینه در رشته‌های پروتئین*

جمع فرکانس کدون محاسبه شده	محاسبه فرکانس کدون				میزان فرار گرفتن اسیدهای آمینه کدون تقریبی	اسیدهای آمینه
	3C	1A2C	2A1C	3A		
پلی AC(5:1)						
20			20		2A1C	24
20			20		2A1C	24
4		4			1A2C	6
100				100	3A	100
4/8	0/8	4			1A2C,3C	7
24		4	20		2A1C,1A2C	26
پلی AC(1:5)						
3/3			3/3		2A1C	5
3/3			3/3		2A1C	5
16/7		16/7			1A2C	23
0/7				0/7	3A	1
100	83/3	16/7			1A2C,3C	100
20		16/7	3/3		2A1C,1A2C	21

* مطالعه فرار گرفتن اسیدهای آمینه هر پروتئین با اضافه کردن نوکلئوتیدهای C, A به عصاره سلولی همانطور که در

شکل 1 شرح داده شده است انجام شد. فرار گرفتن اسیدهای آمینه در رشته پروتئین بر حسب حداکثر درصد یک اسید آمینه

مشخص شده است. برای محاسبه فرکانس حضور یک کدون در پلی نوکلئوتید از نسبت C به A استفاده شده است. فرکانس

نسبی یک کدون بوسیله احتمال حضور یک نوکلئوتید خاص در مکان مخصوصی در کدون بیان می‌شود. برای مثال اگر نسبت A به

C ، 5 به یک باشد نسبت AAA به $AAC = 125/25 = 5 \times 5 \times 5 / 5 \times 5 \times 1$ خواهد بود. بنابراین اگر $3A$ فرکانس 100 داشته

باشد $2A1C$ فرکانس 20 خواهد داشت. با تلفیق فرکانس نسبی فرار گرفتن اسیدهای آمینه در یک رشته پروتئین با فرکانس

محاسبه شده، کدون تقریبی مشخص می‌شود.

تجربیات مشابه با پلی مرهای مخلوط دیگر رمز بعضی از اسیدهای آمینه را مشخص نمود. با اینحال تجربیات فوق نمی توانست معین کند که رمز اسید آمینه هیستیدین کدامیک از ترکیبات CAC, CCA و یا ACC است.

RNA ناقل به کدون اختصاصی متصل می شود.

روش مستقیم تعیین ردیف نوکلئوتیدهای بعضی از کدونها در سال 1964 ابداع گردید. در این روش حتی در غیاب عوامل متعدد در بیوسنتز پروتئین، مولکولهای آمینواسیل - $tRNA$ بطور اختصاصی با کمپلکس ریبوزوم - $mRNA$ پیوند ایجاد می کنند. برای مثال اگر رشته پلی U با ریبوزوم مخلوط شود صرفاً فنیل آلانین - $tRNA$ به ریبوزوم متصل می شود. همچنین رشته پلی C مولکولهای پرولین - $tRNA$ را به خود جذب می کند. از طرف دیگر اتصالهای اختصاصی فوق الزاماً نیاز به $mRNA$ های طویل ندارد. در حقیقت اتصال یک تری نوکلئوتید به ریبوزوم جهت اتصال اختصاصی آمینواسیل - $tRNA$ کافی است. اضافه کردن تری نوکلئوتید UUU باعث اتصال فنیل آلانین - $tRNA$ و افزودن AAA موجب اتصال لیزین - $tRNA$ به ریبوزوم می شود. به این ترتیب با استفاده از تری نوکلئوتیدهای مختلف ردیف نوکلئوتیدهای بسیاری از کدونها شناسایی شد. برای مثال تری نوکلئوتیدهای $5' - GUU - 3'$ و $5' - UGU - 3'$ و $5' - UUG - 3'$ به ترتیب باعث اتصال والین - $tRNA$ ، سیستئین - $tRNA$ و لوسین - $tRNA$ می شوند (جدول 2).



جدول 2: اتصال آمینواسیل - *tRNA* به کمپلکس های ریبوزوم - تری نوکلئوتید

تری نوکلئوتید	آمینواسیل - <i>tRNA</i>
5' - UUU - 3'	فنیل آلانین
UUA	لوسین
AAU	ایزولوسین
AUG	متیونین
GUU	والین
UCU	سرین
CCU	پرولین
AAA	لیزین
UGU	سیستئین
GAA	اسید گلو تامیک

* توجه کنید که این رمز اشتهاها به وسیله این روش شناسایی شد.

اگر چه 64 رمز جهت کدون های مختلف وجود دارد، با اینحال تعیین ردیف همه کدونها با این روش

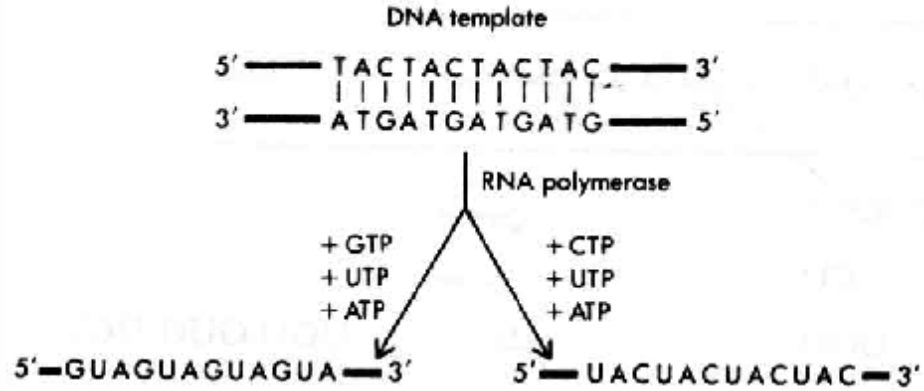
امکان پذیر نبود. بعضی از تری نوکلئوتیدها با میل ترکیبی کمتری در مقایسه با *UUU* و یا *GUU* به

ریبوزوم متصل می شوند و بنابراین نمی توان مشخص نمود رمز کدام اسید آمینه هستند.

تعیین کدون بوسیله کوپلی مرهای تکرار شونده

همزمان با استفاده از روش اتصال اختصاصی تری نوکلئوتیدها، روشهای شیمیایی و آنزیمی برای

ساختن پلی ریبونوکلئوتیدهای تکراری داشتند آغاز شد (شکل 2).



شکل 2: با استفاده از سنتز شیمیایی و آنزیم پلی‌مراز *I* مولکول *DNA* مضاعف با ردیف نوکلئوتید تکرار شوند تولید

می‌شود. بسته به نوع سوبستراهای نوکلئوتیدهای فعال هر یک از رشته‌های *DNA* بعنوان الگو قرار گرفته و به کمک

آنزیم *RNA* پلی‌مراز رشته پلی‌ریبونوکلئوتیدی ساخته می‌شود.

با توجه به اینکه ریبوزوم می‌تواند هر نقطه‌ای را در پلی‌ریبونوکلئوتید اختیار کرده، متصل شود

اسیدهای آمینه را بصورت اختصاصی در رشته پلی‌پپتید قرار می‌دهد. برای مثال پلی‌مر *CUCUCUCU...*

رشته پلی‌پپتیدی لوسین - سرین و *UGUGUG...* رشته سیستئین - والین و همچنین *ACACAC...* رشته

ترئونین - هیستیدین می‌سازد (جدول 3).



جدول 3: تعیین ردیف کدونها بوسیله کوپلی مرهای تکرار شونده ساخته شده از واحدهای نوکلئوتیدهای دوتائی و یا سه تایی

کوپلی مر	کدون شناخته شده	اسید آمینه قرار داده شده	کدون تعیین شده
$(CU)_n$	$CUC - UCU - CUC \dots$	لوسین	$5' - CUC - 3'$ $-UCU$
$(UG)_n$	$UGU - GUG - UGU \dots$	سیرین	UGU GUG
$(AC)_n$	$ACA - CAC - ACA \dots$	سیستئین	ACA CAC
$(AG)_n$	$AGA - GAG - AGA \dots$	والین	AGA GAG
$(AUC)_n$	$AUC - AUC - AUC$	ترئونین	$5' - AUC - 3'$
	$UCA - UCA - UCA$	هیستیدین	UCA
	$CAU - CAU - CAU$	آرژینین	CAU
		گلوتامین	
		پلی ایزولوسین	
		پلی سیرین	
		پلی هیستیدین	

کوپلی مری که از واحدهای تری نوکلئوتید AAG ساخته شده باشد. ($AAGAAGAAG \dots$) سه

پلی پتید، پلی لیزین، پلی آرژینین و یا پلی گلوتامین را می تواند سنتز کند. همچنین پلی $(AUC)_n$ نیز سه

رشته پلی ایزولوسین، پلی سیرین و یا پلی هیستیدین را تولید می کند (جدول 3). بعلاوه با ساختن

پلی ریبونوکلئوتید از واحدهای تترانوکلئوتیدی رمز کدونهای دیگر نیز شناخته شد. با بکارگیری روشهای فوق

61 کدون از 64 کدون شناسائی شد (جدول 4).



جدول 4: کدون ژنتیک

	G	A	C	U	
U C	UGU] UGC]	UAU] UAC]	UCU] UCC]	UUU] UUC]	U U
A G	UGA] UGG]	UAA] UAG]	UCA] UCG]	UUA] UUG]	سریسین سریسین سریسین سریسین لوسین لوسین
U C	CGU] CGC]	CAU] CAC]	CCU] CCC]	CUU] CUC]	C C
A G	CGA] CGG]	CAA] CAG]	CCA] CCG]	CUA] CUG]	آرژینین آرژینین پرولین پرولین لوسین لوسین
U C	AGU] AGC]	AAU] AAC]	ACU] ACC]	AUU] AUC] AUA]	A A
A G	AGA] AGG]	AAA] AAG]	ACA] ACG]	AUG]*	سریسین سریسین آرژینین آرژینین ایزولوسین ایزولوسین ایزولوسین متیونین
U C A G	GGU] GGC] GGA] GGG]	GCU] GCC] GCA] GCG]	GCU] GCC] GCA] GCG]	GUU] GUC] GUA] GUG]	G G G

* همچنین برای کمپلکس شروع، فرمیل متیونین - tRNA بکار می‌رود. بنابراین کدون GUG برای دو اسید آمینه

والین و متیونین مشخص شده است.

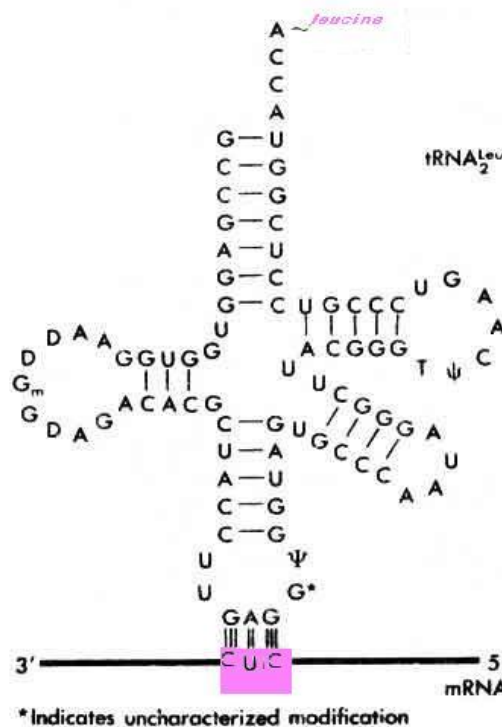
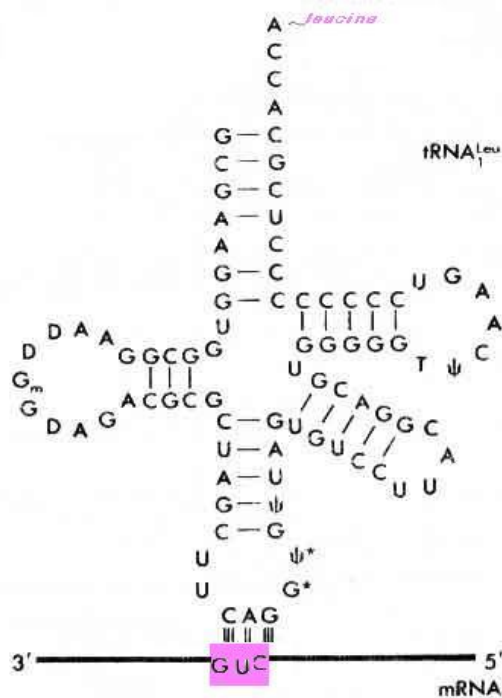
سه کدون باقیمانده همانطور که در جدول 4 نیز آمده است کدون خاتمه بیوسنتز پلی‌پپتیدی هستند.

تنوع کدونهای یک اسید آمینه

بعضی از اسیدهای آمینه بیش از یک کدون دارند که به این پدیده تنوع کدون می‌گویند. برای مثال کدون‌های UUC, UUU برای فنیل آلانین و کدون‌های UCG, UCA, UCC, UCU, AGU و AGC همگی رمزهای سرین هستند. در حقیقت اگر دو نوکلئوتید اول یک کدون یکجور باشند، نوکلئوتید سوم سیتوزین (C) و یا اوراسیل (U) خواهد بود که در نتیجه هر دو کدون رمز یک اسید آمینه خواهند بود. همچنین آدنین (A) و گوانین (G) نیز می‌توانند در جایگاه سوم جابجا شوند. با اینحال همیشه تنوع کدونها صرفاً بخاطر یکجور بودن در نوکلئوتید اول کدونها نیست. برای مثال کدون‌های UUG, UUA و همچنین CUG و CUA, CUC, CUU رمز لوسین می‌باشند (شکل 3).

تنوع کدونها مخصوصاً در نوکلئوتید جایگاه سوم کدونها که سیتوزین بجای اوراسیل و گوانین بجای آدنین قرار می‌گیرد می‌تواند نشانگر این منطق باشد که علی‌رغم اینکه نسبت AT به GC در مولکولهای DNA موجودات مختلف از تنوع زیادی برخوردار است، تنوع فوق تاثیر چندانی در تنوع اسیدهای آمینه پروتئین‌ها ندارد.





شکل 3: دو مولکول RNA ناقل کلی باسیل که اسید آمینه لوسین را قبول می کنند. هر یک از مولکولهای RNA ناقل

کدون مختلفی را تشخیص می دهند.

شبکه رشد - شبکه ملی مدارس ایران



Olympiad.ros hd.ir