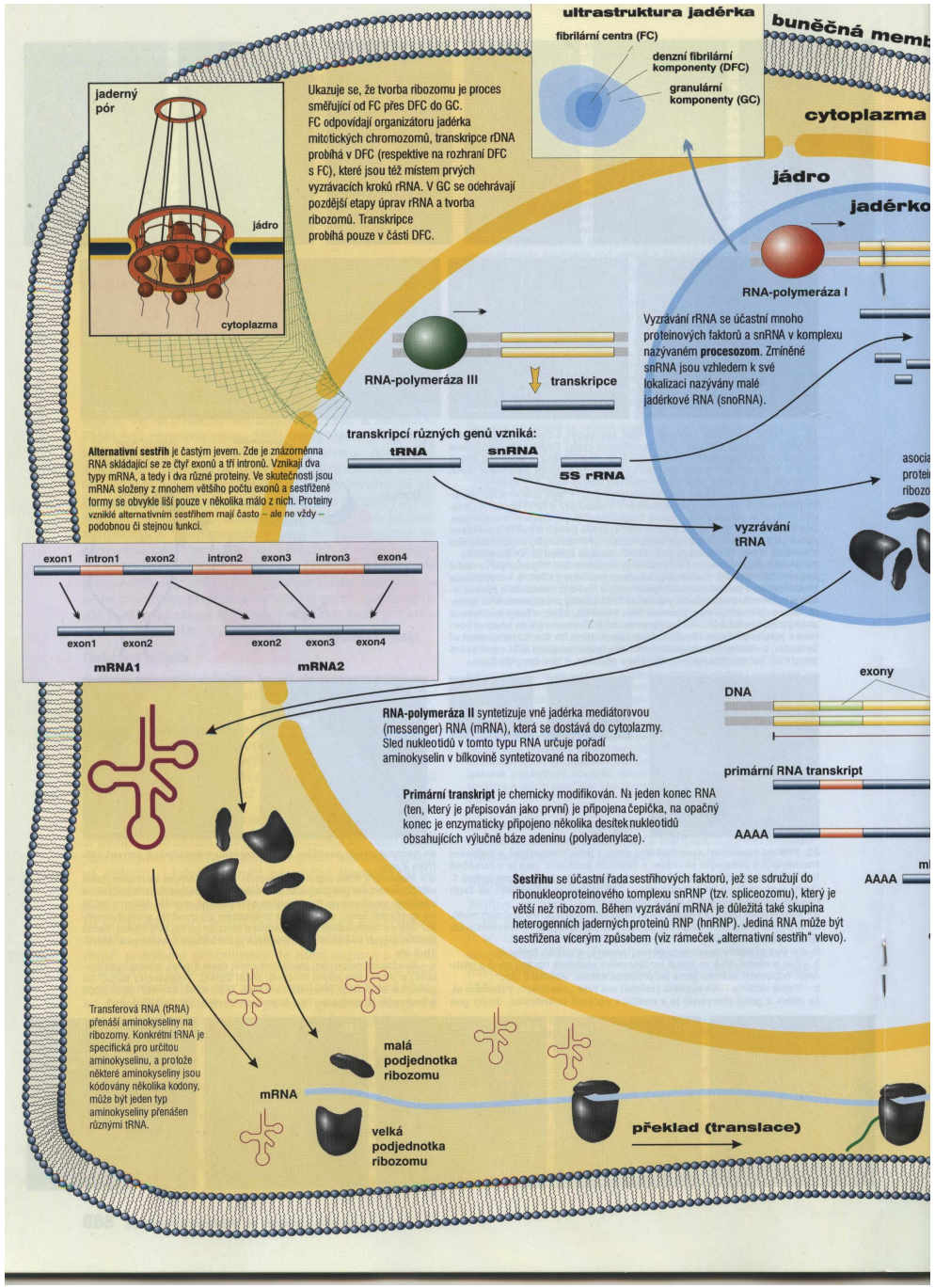
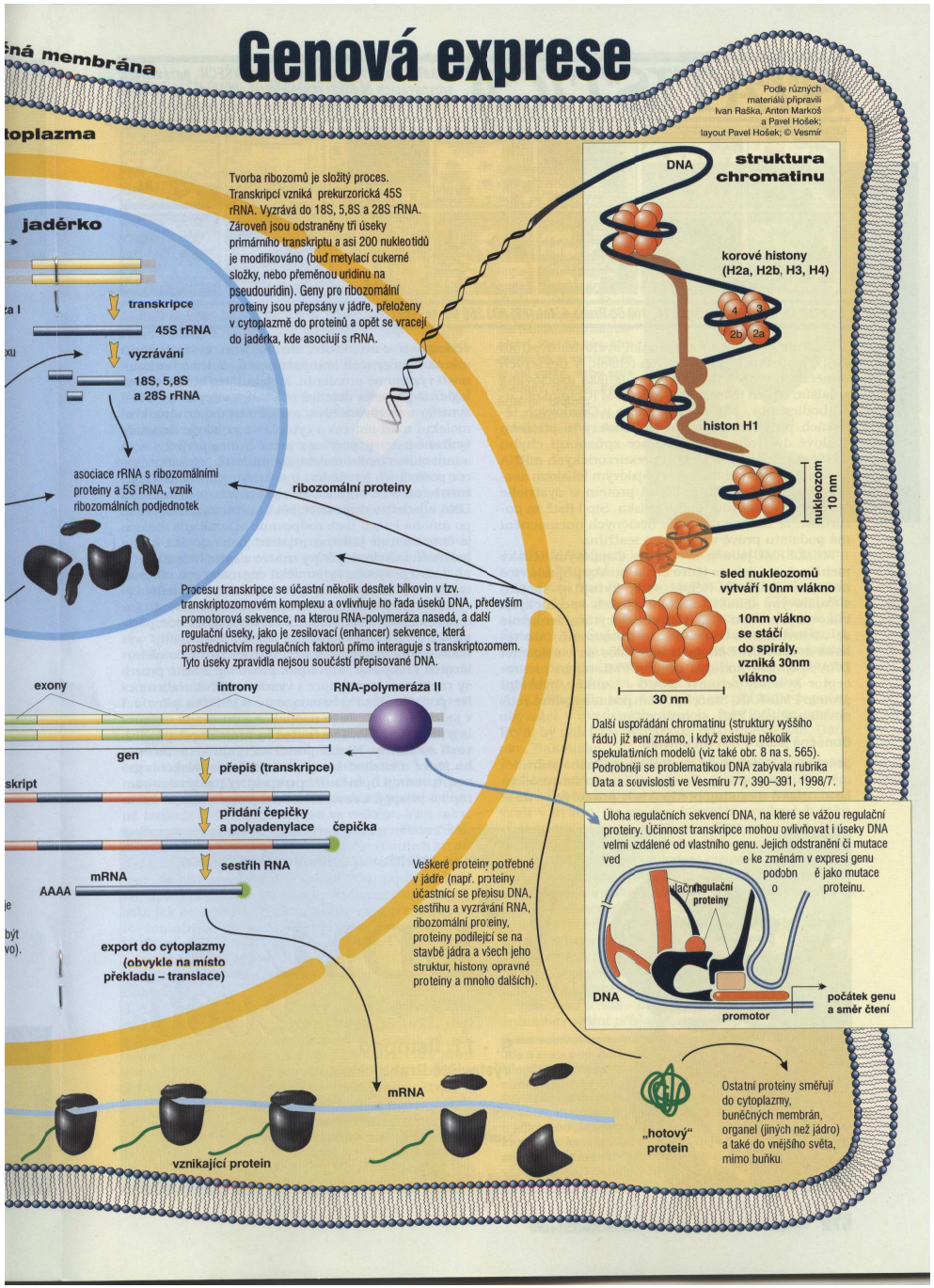

ultrastruktura jadérka
fibrilární centra (FC)
denzní fibrilární komponenty (DFC)
granulární komponenty (GC)
buněčná memb
cytoplazma
jaderný pór
jádro
cytoplazma
Ukazuje se, že tvorba ribozomu je proces směřující od FC přes DFC do GC. FC odpovídají organizátoru jadérka mitotických chromozomů, transkripce rDNA probíhá v DFC (respektive na rozhraní DFC s FC), které jsou též místem prvých vyzrávacích kroků rRNA. V GC se odehrávají pozdější etapy úprav rRNA a tvorba ribozomů. Transkripce probíhá pouze v části DFC.
jádro
jadérko
RNA-polymeráza I
RNA-polymeráza III
transkripce
Vyzrávání rRNA se účastní mnoho proteinových faktorů a snRNA v komplexu nazývaném procesozom. Zmíněné snRNA jsou vzhledem k své lokalizaci nazývány malé jadérkové RNA (snoRNA).
transkripcí různých genů vzniká:
tRNA
snRNA
5S rRNA
Alternativní sestřih je častým jevem. Zde je znázorněna RNA skládající se ze čtyř exonů a tří intronů. Vznikají dva typy mRNA, a tedy i dva různé proteiny. Ve skutečnosti jsou mRNA složeny z mnohem většího počtu exonů a sestřižené formy se obvykle liší pouze v několika málo z nich. Proteiny vzniklé alternativním sestřihem mají často – ale ne vždy – podobnou či stejnou funkci.
exon1 intron1 exon2 intron2 exon3 intron3 exon4
exon1 exon2
exon2 exon3 exon4
mRNA1
mRNA2
vyzrávání tRNA
RNA-polymeráza II syntetizuje vně jadérka mediátorovou (messenger) RNA (mRNA), která se dostává do cytoplazmy. Sled nukleotidů v tomto typu RNA určuje pořadí aminokyselin v bílkovině syntetizované na ribozomech.
DNA
exony
primární RNA transkript
AAAA
Primární transkript je chemicky modifikován. Na jeden konec RNA (ten, který je přepisován jako první) je připojena čepička, na opačný konec je enzymaticky připojeno několika desítek nukleotidů obsahujících výlučně báze adeninu (polyadenylace).
Sestřihu se účastní řada sestřihových faktorů, jež se sdružují do ribonukleoproteinového komplexu snRNP (tzv. spliceozomu), který je větší než ribozom. Během vyzrávání mRNA je důležitá také skupina heterogenních jaderných proteinů RNP (hnRNP). Jediná RNA může být sestřižena vícerým způsobem (viz rámeček „alternativní sestřih" vlevo).
Transferová RNA (tRNA) přenáší aminokyseliny na ribozomy. Konkrétní tRNA je specifická pro určitou aminokyselinu, a protože některé aminokyseliny jsou kódovány několika kodony, může být jeden typ aminokyseliny přenášen různými tRNA.
malá podjednotka ribozomu
mRNA
velká podjednotka ribozomu
překlad (translace)


Genová exprese
Podle různých materiálů připravili Ivan Raška, Anton Markoš a Pavel Hošek; layout Pavel Hošek; © Vesmír
ná membrána
oplazma
jadérko
transkripce
45S rRNA
vyzrávání
18S, 5,8S a 28S rRNA
asociace rRNA s ribozomálními proteiny a 5S rRNA, vznik ribozomálních podjednotek
ribozomální proteiny
Tvorba ribozomů je složitý proces. Transkripcí vzniká prekurzorická 45S rRNA. Vyzrává do 18S, 5,8S a 28S rRNA. Zároveň jsou odstraněny tři úseky primárního transkriptu a asi 200 nukleotidů je modifikováno (buď metylací cukerné složky, nebo přeměnou uridinu na pseudouridin). Geny pro ribozomální proteiny jsou přepsány v jádře, přeloženy v cytoplazmě do proteinů a opět se vracejí do jadérka, kde asociují s rRNA.
Procesu transkripce se účastní několik desítek bílkovin v tzv. transkriptozomovém komplexu a ovlivňuje ho řada úseků DNA, především promotorová sekvence, na kterou RNA-polymeráza nasedá, a další regulační úseky, jako je zesilovací (enhancer) sekvence, která prostřednictvím regulačních faktorů přímo interaguje s transkriptozomem. Tyto úseky zpravidla nejsou součástí přepisované DNA.
exony
introny
RNA-polymeráza II
gen
přepis (transkripce)
skript
přidání čepičky a polyadenylace
čepička
sestřih RNA
mRNA
AAAA
export do cytoplazmy (obvykle na místo překladu – translace)
Veškeré proteiny potřebné v jádře (např. proteiny účastnící se přepisu DNA, sestřihu a vyzrávání RNA, ribozomální proteiny, proteiny podílející se na stavbě jádra a všech jeho struktur, histony opravné proteiny a mnoho dalších).
mRNA
vznikající protein
„hotový" protein
Ostatní proteiny směřují do cytoplazmy, buněčných membrán, organel (jiných než jádro) a také do vnějšího světa, mimo buňku.
struktura chromatinu
DNA
korové histony (H2a, H2b, H3, H4)
histon H1
nukleozom 10 nm
sled nukleozomů vytváří 10nm vlákno
10nm vlákno se stáčí do spirály, vzniká 30nm vlákno
30 nm
Další uspořádání chromatinu (struktury vyššího řádu) již není známo, i když existuje několik spekulativních modelů (viz také obr. 8 na s. 565). Podrobněji se problematikou DNA zabývala rubrika Data a souvislosti ve Vesmíru 77, 390–391, 1998/7.
Úloha regulačních sekvencí DNA, na které se vážou regulační proteiny. Účinnost transkripce mohou ovlivňovat i úseky DNA velmi vzdálené od vlastního genu. Jejich odstranění či mutace ved e ke změnám v expresi genu podobn ě jako mutace o proteinu.
regulační proteiny
DNA
promotor
počátek genu a směr čtení