

SINTEZA GENOMULUI NOU AL VIȚEI DE VIE, O REALIZARE ÎN PREMIERĂ ÎN CITOGENETICA SPECIEI VITIS VINIFERA L.

Dr.hab. în științe biologice
Ștefan TOPALĂ, profesor cercetător;
dr.hab. în științe agricole
Constantin DADU

The synthesis of new genome of grapevine continued for 137 years. The wakening of synthesis has begun by professor A.P.Wylie (1868 - 1871) in USA. Preliminary synthesis continued for 96 years. For the first time, Professor A. P. Wylie has crossed the species of *Vitis vinifera* L. with *V. rotundifolia* Michx. and created hybrids of F_1 . The author underlined that hybrids are obtained only in the case, when in quality the plant-mother are utilized *Vitis vinifera* L. and plant-father *Vitis rotundifolia* Michx. L.R. Detjen (1919) has crossed again *Vitis rotundifolia* Michx. with *Vitis vinifera* L. and other species of subgenus *Euvitis* and also created hybrids of F_1 . After Patel and Olmo (1955), R. T. Dunstan (1962-1964) by backcrossing N.C. - 6-16 x Black Rose has obtained DRX-55, DRX-58-5, DRX-60-24 and other. We proceeded on synthesizing new genome of vine from 1980. The methods used are backcrosses of "vegetal mule" - DRX-55 ($2n=39$) with Seyve Villard, as well as, initial species, polyploidy forms and many varieties of *V. vinifera*. Since 1983, we have obtained 4 generation of distant hybrids at which regular meiosis and partially or completely restoration of fertility have been. Among the hybrids of F_3 , 4 artificial species were distinguished: *Vitis vinifolia*, *V. rotundifera*, *V. cruceștiana*, *V. nigra*. Only these species are growing on own roots, are blossoming and are fertilizing normally because they contain a new genome equal $n=19$, $2n=38$, but not as at interspecific hybrid *V. vinifera* x *V. rotundifolia* DRX-55 ($2n=39$).

The new grape genome is the basis of solving the world problem of phyloxera. 19th, 20th centuries were dedicated to fight to the phyloxera, which destroyed practically ~ 6 mln ha of vineyard from the Europe during several decades. In consequence of these enormous damages, there took place a drastic break in the world viticulture – transition from own root crop of grape (*Vitis vinifera*L.) to the cultivation of vine engrafted on American parent stock resistant to phyloxera. At present, the synthesis of the new grape genome is, unquestionably, one of supreme scientific and practical accomplishments, proving opportune possibilities of gradual reverse transition – from the technology of the cultivation of the engrafted vine to own root crop of grape.

Key words: distant hybrid, *vinifera*, *rotundifolia*, *vinifolia*, *rotundifera*, *cruceștiana*, *nigra*, backcross, synthesis of new genome, artificial species

Sinteza preliminară a genomului nou al viței de vie a fost inițiată în mod cert în SUA de A.P.Wylie

[21-22], care pentru prima dată a obținut hibridi distanți dintre specia de cultură *Vitis vinifera* L. ($2n=38$, subgenul *Euvitis*) și specia spontană americană – *V. rotundifolia* Michx. ($2n=40$, subgenul *Muscadinia*). Tot în SUA, prin retroîncrucișările hibridilor de F_1 (N.C.-6-15, N.C.6-16) cu soiuri europene și locale, cercetătorul R.T.Dunstan [5-6] a creat hibridii de F_2 , așa numiții DRX-și: DRX-58-5, DRX-55 și al.

Aici se încheie etapa de sinteză preliminară, sau presinteză, a genomului nou al viței de vie, care s-a soldat cu crearea a 2 generații (F_1 și F_2) de hibridi distanți ce conțin în celulele somatice numărul diploid de cromozomi egal cu $2n=39$ (Fig.1), adică câte un set haploid complet ($n=19$ și $n=20$) de la speciile parentale – *V. vinifera* și *V. rotundifolia*, respectiv.

La etapa dată niciun cercetător din lume n-a observat vreun caracter, semn bănuitor – genotipic, fenotipic ori citologic la hibridi, care direct sau indirect ar indica momentul **începerii sintezei autentice a genomului nou al viței de vie**, fiindcă în realitate astfel de simbol sau caracter n-a existat.

Conform cercetărilor [20], din mai mult de 70 de specii spontane și cultivate ale genului *Vitis* L., doar la *Vitis rotundifolia* Michx cu lemn extrem de dens și tare ca la corn, s-a înregistrat cel mai înalt grad de rezistență la filoxeră – 20°, în timp ce la *V. vinifera* L. cu lemnul de densitate mică și fragil, gradul de rezistență către acest dăunător a fost egal cu 0°. Fără a cunoaște aceste rezultate, publicate cu 27 de ani mai târziu, genialul prof. Wylie [22] a determinat vizual absolut precis *cum* și cu *ce* să încrucișeze pentru a iniția etapa de sinteză preliminară a **genomului nou al viței de vie**, concomitent, să așeze piatra de temelie a **creării viței de vie rezistente la filoxeră**.

Actualmente, în virtutea lucrărilor considerate clasice ale savanților ruși, s-a conștientizat că numai prin hibridarea distantă între genurile *Vitis* L. ($2n=38$) și *Muscadinia* ($2n=40$) se pot crea forme care vor rezista filoxerei, aceasta fiind unica metodă din tot arsenalul metodelor de încrucișări care permite **îmbinarea** într-un singur genotip al **cantității și calității** recoltei speciei de cultură *V. vinifera* L. cu **rezistența** la filoxeră a speciei spontane americane – *V. rotundifolia* = *Muscadinia rotundifolia* (Michx.) Small [2,18,19]. În legătură cu aceasta, marele genetician rus N.I.Vavilov a relatat că pentru soluționarea problemelor practice trebuie să se dea atenție cu precădere anume **hibridărilor distante**. În același timp, el considera că strategia geneticii constă în elaborarea căilor de **sinteză a noilor forme** [19].

Material și metoda de cercetare

Investigațiile citologice au fost efectuate în 2005 la descendenții hibridilor de F_5 , F_4 , F_3 și anume: DRX-M₅-720 (104 puieti), DRX-M₅-722 (135 p.), DRX-M₅-723 (60 p.), DRX-M₅-724 (504 p.), DRX-M₅-732 (30 p.), DRX-M₅-735 (48 p.), DRX-M₅-740 (139 p.), DRX-M₅-741 (72 p.), DRX-M₅-745 (4 p.), DRX-M₅-757 (9 p.), DRX-M₃-11, 14, 28,38,39 (134 p.), DRX-M₄-542,546,604 (60 p.). Ca metodă pentru stabilirea numărului de cromozomi în celulele somatice la puieti am utilizat metoda de preparare a preparatelor citologice temporare, colorate cu propion-lacmoid [1].

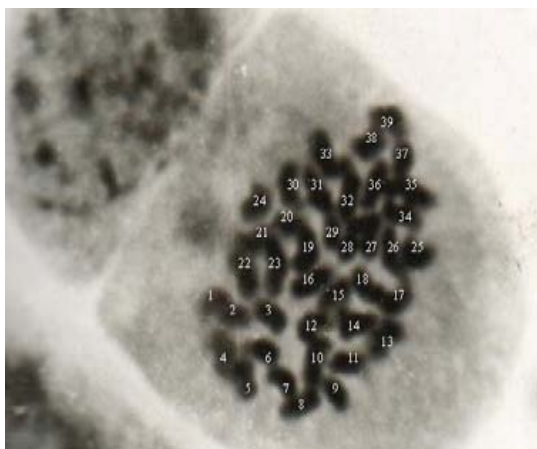


Fig.1. Cromozomii hibridului steril „catâr vegetal”, DRX-55 $2n=39$. M. $\times 2660$



Fig.2. Hibridul distant DRX-55, „catâr vegetal”, care a format 2 boabe în 25 ani

Rezultate și discuții

Sterilitatea absolută a gametofitului masculin și sterilitatea înaltă sau parțială a celui feminin, caracteristică pentru hibridii distanți de F_1 - F_2 , a rămas intactă. Din cauza acestui neajuns esențial ei nu prezentau interes pentru ameliorarea genetică a viței de vie și în majoritatea cazurilor au fost abandonate. Problema-cheie, adică sterilitatea înaltă a

hibridilor, care a împiedicat antrenarea lor în procesul de ameliorare, a fost rezolvată de noi [12,13] prin efectuarea backcrossurilor intensive în condiții *in-situ* cu polen proaspăt colectat în momentul efectuării încrucișărilor sau colectat în anii precedenți și conservat în azot lichid. Anume aceste backcrossuri au impulsat continuarea reacțiilor biochimice de **sinteză autentică a genomului nou al viței de vie** inițiate cu 115 ani în urmă în SUA, la **Institutul Național de Viticultură și Vinificație (INVV)**.

În baza hibridului distant „catâr vegetal” DRX-55 (Fig.2) cu $2n=39$ dintre speciile *V.vinifera* x *V.rotundifolia*, în 1982 în condiții *in-situ* s-a efectuat prima retroîncrucișare cu Aramon x *V.riparia*. Astfel, au fost creați primii 32 de hibridi distanți indigeni în Republica Moldova. În 1984 au fost efectuate 15 combinații de retroîncrucișări ale hibridului DRX-55 cu Seyve Villarii, speciile inițiale, formele poliploide și varietăți de *V.vinifera*. Ca rezultat al backcrossurilor au fost creați 412 hibridi distanți indigeni, care au constituit convențional generația F_3 sau populația hibridă BC_2 .

Pentru prima dată, fenomenul de sinteză a fost revelat în 1987 la hibridii parțial fertili de F_3 (adică după 119 ani din momentul inițierii), la care s-a depistat apariția grăunciorilor de polen normali după mărime și formă aidoma grăunciorilor de polen la soiurile standarde europene: Aligote, Cabernet, Chasselas etc. (Fig.6, comparați cu Fig. 5, 7) [12,13].

Acest fenomen indica startul reglării diviziunii reducționale în gametofitele masculin și feminin sau începutul normalizării meiozei în sfera masculină și cea feminină, care duce inevitabil la restabilirea fertilității complete a hibridilor distanți de viță de vie.

Așadar, **sinteza propriu-zisă a genomului nou al viței de vie** de la bun început a fost realizată în condiții *in-situ* la INVV, iar în condiții *ex-situ* la Grădina Botanică a AȘM (I.) și INVV. Prezența grăunciorilor de polen normali în sacii polenici, de rând cu cei sterili (Fig.6 c,d), demonstrează că anume aici, în momentul dat, a demarat și a decurs etapa finală, de încheiere a **procesului propriu-zis de sinteză a genomului nou**, fapt ce s-a produs și în condiții *ex-situ* sub interacțiunea factorilor interni și externi. În a.1987, la hibridii de F_3 care au intrat pe rod, s-a impulsat procesul de **sinteză a genomului nou** al viței de vie prin efectuarea în condiții *ex-situ* a 2 combinații de retroîncrucișare cu polen proaspăt colectat de la 2 hibridi Seyve Villari: DRX-M₃90 x S.V.20-366 și DRX-M₃-232 x S.V.12-309. Astfel, ca rezultat al acestor 2 foarte reușite retroîncrucișări s-a creat o populație nouă de hibridi distanți în număr de peste 200, care au constituit convențional generația F_4 sau progenitura BC_3 .

De la un număr restrâns de retroîncrucișări cu hibridii de F_4 în calitate de plantă mamă, ♀ iar ca plantă tată ♂- diferite soiuri europene, s-au creat ~ 80 de plante convenționale de generația F_5 , sau progenitura BC_4 , constituită din plante de la încrucișări, precum și puiți obținuți din semințe colectate de la polenizarea liberă a florilor, preponderent de la formele cu fertilitatea restabilită complet.

Generația de hibridi distanți amestecată F_5 s-a plantat în 2001 pe lotul experimental al INVV. Unii din hibridii acestei generații în 2003 au înflorit și, judecând după mărimea și forma normală a grăunciorilor de polen, similară cu cea a soiurilor bisexuate standarde de viță de vie (Fig.7), constatăm că meioza decurge fără dereglări, iar fertilitatea la hibridii de F_5 s-a restabilit completamente. Aceste date experimentale sunt o dovadă incontestabilă a **finalizării procesului de sinteză a genomului nou** la hibridii de F_5 în condiții naturale și stingerea reacțiilor biochimice complexe în nucleele celulelor-mamă a polenului și celulelor-mamă a ovulelor tratat sub interacțiunea factorilor interni și externi.

Așadar, pentru prima dată în lume, s-a realizat **sinteza genomului nou al viței de vie - n=19**, care-i constituit din cromozomii genomului speciei de cultură *Vitis vinifera* - n=19 și cromozomii genomului speciei spontane americane *V. rotundifolia* - n=20, valoarea căruia rezidă în imunitatea absolută la boli și vătămători, inclusiv la filoxeră. Sub acțiunea backcrossurilor bine planificate și efectuate cu polen proaspăt colectat, în primul rând, s-a impulsionat **sinteza speciilor sintetice** [9], iar în al doilea rând, s-a forțat **eliminarea** în citoplasmă a **cromozomului impar al 39-lea, „buclucaș”**, care era cauza tuturor dereglărilor (perturbațiilor) în meioza ambelor gametofite – feminin și masculin – adică a sterilității absolute a polenului și fertilității nule la hibridii de F_1 , F_2 chiar și la mai mult de $\frac{1}{2}$ din hibridii de F_3 . Mecanismul **eliminării** cromozomului impar a constat în efectuarea backcrossurilor cu polen proaspăt mai întâi în condiții *in-situ*, apoi *ex-situ*, care au inhibat mișcarea acestuia în anafază de la ecuator spre un pol al celulei, forțând astfel eliminarea lui în citoplasmă. Totodată, cromozomul impar era cauza **incapacității de a fructifica și forma bobii cu semințe** în condiții *ex-situ* și *in-situ* la hibridii de F_1 , F_2 , de asemenea la mai bine de $\frac{1}{2}$ din descendenții de F_3 și la unii hibridi din F_4 .

Hibridii cu numărul impar de cromozomi în celulele somatice **îs sterili, nu fructifică** și, după Горюнов [7], sunt numiți „catări vegetali” prin analogie cu catării care există pe Terra ~ 4000 ani (atestați în Biblie: Ezra, 2.66: „aveau 736 de cai, **245 de catări**), dar nu dau urmași, nu se reproduc tot din cauza **sterilității**, deși șeptelul acestora numără peste 3-4 mln. Cauza adevărată a sterilității catărului

[14], zebroidului, „catărilor vegetali” rezidă în cromozomii impari (63,53,39) și în lipsa concordanței, corespunderii dintre cromozomii formelor parentale în general din motivul structurii interne diferite a acestora, fapt indicat și de Thompson [11] pag.7: „Similarly in hybrids between the horse and zebra and *Drosophyla melanogaster* and *D. Simulans* **sterility** is due to pre-meiotic disturbances”, adică perturbații în prefaza I a meiozei. Deși sterilitatea organelor genitale ale catărilor a fost observată de-a lungul a 4 milenii, adevărata cauză a fenomenului rămânea necunoscută și a fost scoasă în vileag [11,12,15] pe calea extrapolării datelor cu privire la sterilitatea polenului și a oosferilor de pe „catărul vegetal” pe catării ca atare [14], adică prin analogia dintre aceste diverse organisme de diferit gen, cu mult înainte de stabilirea numărului de cromozomi la genul *Equus* L.[8]

Sinteza genomului nou al viței de vie s-a efectuat pe o durată de timp care a inclus secolele XIX-XXI – perioadă istorică relativ mică. Actualmente putem constata că sinteza este definitivă, completă și ireversibilă [13,16]. Astfel, în procesul unic de **sinteza a genomului nou** al viței de vie a fost reconstituit setul haploid cu genele localizate într-acesta [10] din cromozomii a două specii a genului *Vitis* – de cultură și spontană, delimitând decurgerea a 4 etape principale și anume:

1) etapa de **sinteza preliminară**, efectuată de savanții americani [21,22,3,4,5,6], care ia start cu crearea **hibridilor distanți de F_1** dintre *V. vinifera* și *V. rotundifolia*; etapa se finalizează cu crearea DRX-ilor de R.Dunstan [5,6]: DRX-58-5, DRX-60-24, DRX-55 și al., ce conțin în celulele somatice numărul diploid de cromozomi egal cu $2n=39$;

2) etapa de **sinteza autentică a genomului nou** al viței de vie, care ia start cu efectuarea retroîncrucișărilor *in-situ*: DRX-55 x (Aramon x *V. riparia*), apoi continuă cu backcrossurile cu speciile parentale, hibridii Seyve Villari, formele poliploide și varietățile de *V. vinifera* L. Ca rezultat a fost creată o populație nouă de hibridi distanți indigeni (F_3) în număr de 412 forme unice. **Impulsionarea procesului de sinteză a genomului nou**, concomitent cu a **procesului de sinteză a speciilor sintetice de viță de vie** [9,13,16,17], s-a produs în condiții *ex-situ* prin efectuarea a 2 backcrossuri: DRX- M_3 -90 x S.V.20-366 și DRX- M_3 -232 x S.V.12-309. Astfel, a fost creată convențional generația F_4 , care include mai mult de 200 de hibridi indigeni;

3) în baza hibridilor de F_4 au fost create ~ 80 plante hibride de F_5 , de la încrucișări cu destinație specială: DRX- M_4 -510 x Moldova (28 puiți), DRX- M_4 -520 x GM-325-58 (11 p.), DRX- M_4 -520 x Cristal (28 p.), precum și puiți obținuți din semințe

de la polenizarea liberă a florilor, colectate exclusiv la hibridii cu fertilitatea restabilită deplin.

4) în F_5 în condiții *ex-situ* s-au efectuat cele mai importante evenimente din ciclul lung al **sintezei genomului nou și sintezogenezei speciilor sintetice** de viță de vie. În primul rând, aici s-a **finalizat** și s-a **stins** treptat **procesul de sintezogeneză** speciilor **sintetice** de viță de vie [9] sub interacțiunea factorilor interni și externi; în al doilea rând, aici s-a **finisat sinteza genomului nou** [13,16] al viței de vie prin **eliminarea definitivă și ireversibilă** în citoplasmă a cromozomului al 39-lea impar, numit «buclucaș» sau „intrigant”, fapt ce atestă numărarea directă a cromozomilor în celulele somatice – $n=19$, $2n=38$ (Fig.3) la **speciile sintetice** propriu-zise (Fig.4), cât și la restul descendenților din F_5 ; în al treilea rând, la hibridii de F_5 s-a stabilit decurgerea meiozei fără dereglări în ambele gametofite, dacă concluzionăm după mărimea și forma normală a grăunciorilor de polen (Fig.6B,r;7c) formarea strugurilor compacte cu bobii cu semințe, de densitate normală (Fig.8) ca și la soiurile bisexuate de *V.vinifera* L.; în final, aici s-a realizat apogeul **sintezogenezei** – restabilirea **fertilității**, adică **însușirii fundamentale** a plantei de a **rodii, fructifica și a produce noi generații**, reflectată în refacerea funcției vitale a organelor reproductive, care cuprinde **integral mecanismul de reproducere și menținere a însăși speciei**. Acestea sunt etapele de transformare radicală a hibridului steril de selecție americană – DRX-55, „catâr vegetal” în **specii sintetice** [9,13,15,16,17], care-s **exponenții genomului nou** și îmbină armonios într-un singur genotip calitatea recoltei cu rezistența la boli, vătămători, inclusiv filoxera.



Fig.3. Cromozomii genomului nou al viței de vie – $n=19, 2n=38$. $M \times 1760$.



Fig.4. Struguri la hibridul DRX- M_5 -757 ori specie sintetică *Vitis rotundifera* Dad.

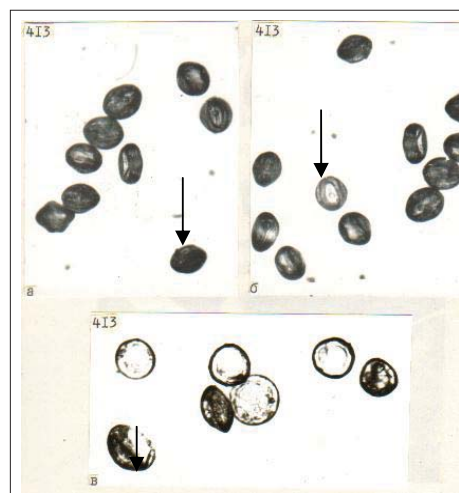


Fig.5. Grăunciori de polen sterili la hibridii distanți de F_1 - F_2 : DRX-55, DRX-58-5, N.C.6-15. $M \times 650$.

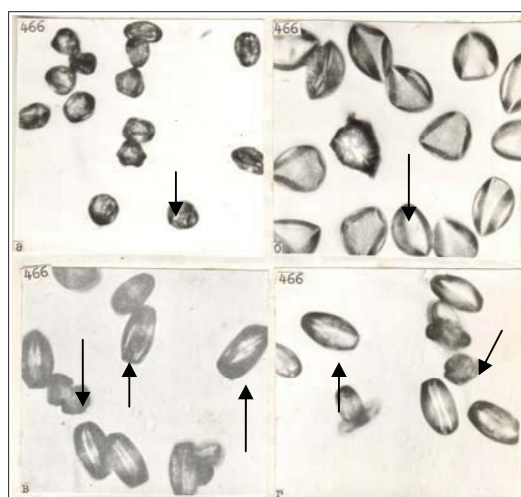


Fig.6. Grăunciori de polen la hibridii F_3 sterili și parțial fertili: a-DRX- M_3 -205; DRX-90; DRX-138; DRX- M_3 -7. Săgețile indică în sus – grăunciori viabili, îndreptate în jos – grăunciori sterili. $M. \times 650$.

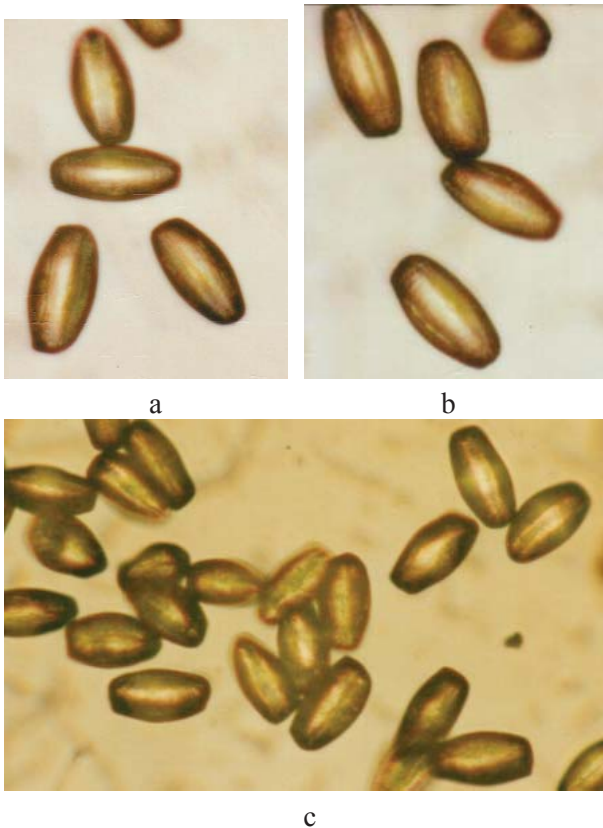


Fig.7. Grăunciori de polen fertil la specii naturale și sintetice de viță de vie: a- specie naturală *Vitis vinifera* L., b- specie naturală *Vitis silvestris* Gmel.; c- specie sintetică –*Vitis rotundifera* Dad. M. 650.

Concluzii

1. Pentru prima dată s-a sintetizat **genomul nou** al viței de vie – **n=19** din cromozomii genomului speciei de cultură *V.vinifera* - **n=19** și cromozomii genomului speciei spontane americane, rezistentă la filoxeră *V.rotundifolia* – **n=20**; (după cum se pare, în raport de cromozomi **9vv + 10 vr**, însă apartenența mai precisă a cromozomilor va fi stabilită, folosind metode de colorare diferențiată a acestora, cât și alte metode contemporane de investigare (v. Fig.1,3).

2. În premieră, cromozomul impar, cel 39, numit „buclucaș” ori intrigant (pentru că anume el era cauza sterilității joase a hibridilor, practic egală cu 0) sub presiunea backcrossurilor cu hibridii Seyve Villari, a fost eliminat din cariotip în citoplasma pe parcursul a trei generații – E 3, E 4, E5.

3. Între hibridii de F_5 au fost depistate **specii sintetice artificiale** de viță de vie: *V.vinifolia* Top., *V.rotundifera* Dad., *V.cruceștiana* Top., *V.nigra* Top. și al., care-s **exponenții** genomului nou al viței de vie și îmbină reușit calitatea și cantitatea recoltei speciei *V.vinifera* L. cu rezistența speciei *V.rotundifolia* Michx.

4. În baza hibridului DRX-55 a fost **sintetizată** o specie nouă de cultură de tipul *V.vinifera* L. (v.Fig.2,4), similară cu cea care s-a cultivat pe rădăcini proprii până la apariția filoxerei (1868), dar

se deosebește **principal** de aceasta prin origine **hibridogenă** și **rezistență** înaltă la filoxeră.

5. Sinteza genomului nou al viței de vie, care-i asigură calitatea superioară și rezistența viței de vie, a permis în premieră confirmarea pe exemplul speciei *Vitis vinifera* L. a veridicității teoriei cromozomale de ereditare a lui Thomas Morgan, Laureat al Premiului Nobel (1933).

Bibliografie

- Каптарь С.Г. Ускоренный пропионо-лактоидный метод приготовления и окрашивания временных цитологических препаратов для подсчета хромосом у растений // Цитология и генетика, 1967, I, 4.- С.87-90.
- Карпеченко Г.Д. Теория отдаленной гибридизации.- В кн.: Теоритические основы селекции растений, 1935. М.-Л., I.
- Detjen L. R. The limits in hybridization of *Vitis rotundifolia* with related sps and genera North Carolina Agric. Sta. Tech. Bull., 1919, 17.-P.1-25.
- Detjen L.R. Some F_1 hybrids of *Vitis rotundifolia* with related species and genera. - North Carolina Agric.Exp.Sta. Tech.Bull.-N.18.-1919b.-P.1-50.
- Dunstan R. T. Some fertile hybrids of bunch and Muscadine grapes - J. Heredity, 1962, 53. -299-303.
- Dunstan R. T. Hybridization of *Euvitis* x *V.rotundifolia*: Backcrosses to Muscadine. –Amer. Soc. Horticult. Sci. 1964.-84.-P.-238-242.
- Горюнов Д. В. К истории проблемы отдаленной гибридизации // Отдаленная гибридизация растений. – М.: 1960.- С. .80-97.
- Графодатский А.С., Раджабли С.И. Хромосомы сельскохозяйственных и лабораторных Млекопитающих. Атлас. Издательство «Наука», Сибирское отделение.-1988.-102 с.
- Завадский К.М. Види видообразование. Издательство «Наука» Ленинградское отделение. -1968. -404 с.
- Ригер Р., Михаэлис А. Генетический и цитогенетический словарь. Москва, 1967.560с.
- Thompson W.P. The causes of hybrid sterility and compatibility. Presidential Address. // Transactions of the Royal Society of Canada. Sect. V.-Ser. III,-V. XXXIV, p.1-13.
- Топалэ Ш. Г. Полиплоидия у винограда. - Кишинев, 1983. - 215с.
- Топалэ Ш.Г. Кариология, полиплоидия и отдаленная гибридизация винограда.- Кишинэу, 2008.-507 с.
- Топалă Ş. Sinteza genomului nou al viței de vie în știința moldavă.- INTELECTUS.-2008, N2.-p.97-104.
- Топалэ Ш.Г. Сколько хромосом у мула? Исследование стерильности растений и животных сулит большие перспективы в селекции.-Агр.Молдовой, № 9,20 08,с.32.
- Топалă Ş., Dadu C., Maria Istrati. Etapele de bază ale sintezei genomului nou al viței de vie. - Aspecte inovative în viticul. și vinific. Chișinău – 2005, p. 15-20.
- Топалă Ş.,Dadu C. Sinteza genomului nou al viței de vie s-a efectuat în R.Moldova pentru prima dată în lume // Agric. Moldovei, -C. 2006, Nr 5-6, p.27-29.
- Цинин Н.В. Полиплоидия и вид.-Бюл. ГБС АН СССР, 1977, выпуск 104.-С.80-82.
- Вавилов Н.И. Избранные произведения в 2-х томах. Том I. Селекция как наука. Л.1967.-С.328-342.
- Вавилов Н.И. Генетика на службе социал. земледел. М.-Л., Сельхозгиз, 1932, с.46
- Виаля П.,Раваз Л. Американская виноградная лоза. Ее приспособление, культура, прививка, питание, ч. I. Тифлис, 1895, с.1-34.
- Wylie A. P. The gardener's monthly. – 1868, N 10. – P.153-155.
- Wylie A. P. Hybridization of *Rotundifolia* grapes. Amer. Pomol. Soc. Proc. 1871, N13.-P. 113-116.