

Приложение 1

К статье Т.А. Гавриленко, А.П. Ермишина «Межвидовая гибридизация картофеля: теоретические и прикладные аспекты»

Дополнительные материалы 1

Разнообразие видов картофеля по уровню пloidности, значениям EBN, геномному составу (представлена современная классификация секции *Petota*, по (Spooner et al., 2014)

Регион	2x (EBN = 1)	2x (EBN = 2)	4x (EBN = 2)	4x (EBN = 4)	6x (EBN = 4)
Дикие виды Северной и Центральной Америки	<u>Геном BB:</u> <i>S. bulbocastanum</i> , <i>S. cardiophyllum</i> , <i>S. ehrenbergii</i> , <i>S. jamesii</i> , <i>S. pinnatisectum</i> , <i>S. stenophyllidium</i> (= <i>S. brachistotrichium</i> , <i>S. nayaritense</i>), <i>S. trifidum</i>	<u>Геном AA:</u> <i>S. verrucosum</i> (= <i>S. macropilosum</i>)	<u>Неизвестный геном:</u> <i>S. agrimonifolium</i> , <i>S. oxycarpum</i> <u>Геном AABB:</u> <i>S. hjertingii</i> (= <i>S. leptosepalum</i> , <i>S. matehualae</i>), <i>S. stoloniferum</i> (= <i>S. fendleri</i> , <i>S. papita</i> , <i>S. polytrichon</i>)		<u>Геном AAAAAA:</u> <i>S. demissum</i> <u>Геном AABBPP:</u> <i>S. hougasii</i> , <i>S. schenckii</i> <u>Геном AAPPPP:</u> <i>S. iopetalum</i> (= <i>S. brachycarpum</i>) <u>Неизвестный геном:</u> <i>S. guerreroense</i>
Дикие виды Южной Америки	<u>Неизвестный геном:</u> <i>S. augustii</i> , <i>S. cajamarquense</i> , <i>S. commersonii</i> , <i>S. dolichocremastrum</i> (= <i>S. chavinense</i> , <i>S. huanuchense</i>), <i>S. humectophilum</i> , <i>S. hypacrarthrum</i> (= <i>S. guzmanguense</i>), <i>S. immite</i> (= <i>S. yamobambense</i>), <i>S. lignicaule</i> , <i>S. malmeanum</i> , <i>S. minutifolium</i> , <i>S. mochiquense</i> (= <i>S. chancayense</i> , <i>S. incahuasinum</i>), <i>S. raquialatum</i> (= <i>S. ingaefolium</i>), <i>S. simplicissimum</i> , <i>S. stipuloideum</i> (= <i>S. circaeifolium</i> , <i>S. capsicibaccatum</i> , <i>S. soestii</i>), <i>S. trinitense</i> , <i>S. wittmackii</i>	<u>Геном AA:</u> <i>S. berthaultii</i> (= <i>S. flavoviridens</i> , <i>S. tarijense</i> , <i>S. × litusinum</i> , <i>S. × trigalense</i> , <i>S. × zudaniense</i>), <i>S. boliviense</i> (= <i>S. astleyi</i> , <i>S. megistacrobium</i> , <i>S. sanctae-rosae</i> , <i>S. toralapanum</i>), <i>S. brevicaule</i> (= <i>S. alandiae</i> , <i>S. avilesii</i> , <i>S. gourlayi</i> , <i>S. hondelmannii</i> , <i>S. hoopesii</i> , <i>S. incamayoense</i> , <i>S. leptophyes</i> , <i>S. oplocense</i> , <i>S. setulosistylum</i> , <i>S. sparsipilum</i> , <i>S. spagazzinii</i> , <i>S. sucrense</i> , <i>S. ugentii</i> , <i>S. virgultorum</i> , <i>S. × subandigena</i>),	<u>Геном PP:</u> <i>S. andreanum</i> (= <i>S. burtonii</i> , <i>S. correllii</i> , <i>S. cyanophyllum</i> , <i>S. paucijugum</i> , <i>S. regularifolium</i> , <i>S. serratoris</i> , <i>S. solisii</i> , <i>S. suffrutescens</i> , <i>S. tuquerrense</i>), <i>S. chiquidenum</i> (= <i>S. aridophilum</i>), <i>S. chomatophilum</i> (= <i>S. huarochiriense</i> , <i>S. jalcae</i> , <i>S. pascoense</i> , <i>S. taulisense</i>), <i>S. piurae</i> <u>Геном A^cA^c:</u> <i>S. laxissimum</i> (= <i>S. neovargasii</i> , <i>S. santolallae</i>), <i>S. limbaniense</i> , <i>S. violaceimarmoratum</i> (= <i>S. multiflorum</i> , <i>S. neovavilovii</i> , <i>S. urubambae</i> , <i>S. villuspetalum</i>)	<u>Геном AAAA:</u> <i>S. acaule</i> <u>Геном A^cA^cPP (AACC- AAPP-AAA^PAP^P)</u> <i>S. colombianum</i> (= <i>S. cacetanum</i> , <i>S. calacalinum</i> , <i>S. jaenense</i> , <i>S. moscopanum</i> , <i>S. nemorosum</i> , <i>S. orocense</i> , <i>S. otites</i> , <i>S. pamplonense</i> , <i>S. subpanduratum</i> , <i>S. paramoense</i> , <i>S. sucubunense</i>) <u>Неизвестный геном:</u> <i>S. × aemulans</i> (= <i>S. × indunii</i>), <i>S. lobbianum</i> , <i>S. nubicola</i>	<u>Геном AAAAAA:</u> <i>S. albicans</i>

Продолжение таблицы

Регион	2x (EBN = 1)	2x (EBN = 2)	4x (EBN = 2)	4x (EBN = 4)	6x (EBN = 4)
<p>Дикie виды Южной Америки</p>		<p><i>S. candolleianum</i> (=<i>S. abancayense</i>, <i>S. achacachense</i>, <i>S. amayanum</i>, <i>S. ambosinum</i>, <i>S. ancoripae</i>, <i>S. antacochense</i>, <i>S. aymaraesense</i>, <i>S. bill-hookeri</i>, <i>S. bukasovii</i>, <i>S. canasense</i>, <i>S. chillonanum</i>, <i>S. coelestispetalum</i>, <i>S. hapalosum</i>, <i>S. huancavelicae</i>, <i>S. longiusculus</i>, <i>S. marinasense</i>, <i>S. multidissectum</i>, <i>S. orophilum</i>, <i>S. ortegae</i>, <i>S. pampasense</i>, <i>S. puchupuchense</i>, <i>S. sarasarae</i>, <i>S. sawyer</i>, <i>S. saxatile</i>, <i>S. sicuanum</i>, <i>S. tapojense</i>, <i>S. tarapatanum</i>, <i>S. x mollepujroense</i>),</p> <p><i>S. chacoense</i> (=<i>S. arnezii</i>, <i>S. calvescens</i>, <i>S. yungasense</i>),</p> <p><i>S. gandarillasii</i>, <i>S. kurtzianum</i> (=<i>S. ruiz-lealii</i>),</p> <p><i>S. microdontum</i>, <i>S. multiinterruptum</i> (=<i>S. chrysoflorum</i>, <i>S. moniliforme</i>),</p> <p><i>S. raphanifolium</i> (=<i>S. hawkesii</i>),</p> <p><i>S. vernei</i></p>	<p>Неизвестный геном: <i>S. acroglossum</i>, <i>S. albornozii</i>, <i>S. amayanum</i>, <i>S. anamatophilum</i> (=<i>S. peloquinianum</i>), <i>S. ayacuchense</i>, <i>S. x blanco-galdosii</i>, <i>S. buesii</i>, <i>S. cantense</i>, <i>S. chilliasense</i>, <i>S. contumazaense</i>, <i>S. x doddsii</i>, <i>S. hastiforme</i>, <i>S. huancabambense</i>, <i>S. incasicum</i>, <i>S. infundibuliforme</i>, <i>S. medians</i> (=<i>S. arahuayum</i>, <i>S. sandemanii</i>, <i>S. tacnaense</i>, <i>S. weberbaueri</i>), <i>S. neovavilovii</i>, <i>S. olmosense</i>, <i>S. paucissectum</i>, <i>S. pillahuatense</i>, <i>S. rhomboideilanceolatum</i>, <i>S. sogarandinum</i>, <i>S. venturii</i></p>		
<p>Культурные виды Южной Америки</p>		<p><u>Геном AA:</u> <i>S. tuberosum</i> Andigenum Group diploids (=<i>S. parvicorollatum</i>, <i>S. phureja</i>, <i>S. stenotomum</i>),</p> <p><i>S. ajanhuiri</i></p>		<p><u>Геном AAAA:</u> <i>S. tuberosum</i> L. Andigenum Group tetraploids, Chilotanum Group</p>	

Окончание таблицы

Регион	Виды с неизвестными значениями EBN
Дикие виды Северной и Центральной Америки	2x: <i>S. clarum</i> , <i>S. hintonii</i> , <i>S. lesteri</i> , <i>S. × michoacanum</i> , <i>S. morelliforme</i> , <i>S. polyadenium</i> , <i>S. × sambucinum</i> , <i>S. tarnii</i> 3x: <i>S. × vallis-mexici</i> 4x: <i>S. woodsonii</i> 5x: <i>S. × edinense</i>
Дикие виды Центральной и Южной Америки	2x: <i>S. acroscopicum</i> (= <i>S. lopez-camarenae</i>), <i>S. burkartii</i> (= <i>S. irosinum</i>), <i>S. gracilifrons</i> , <i>S. maglia</i> , <i>S. neocardenasii</i> , <i>S. neorossii</i> , <i>S. okadae</i> , <i>S. × rechei</i> , <i>S. salasianum</i> , <i>S. scabrifolium</i> 3x: <i>S. × brucheri</i> (= <i>S. × viirsoii</i>), <i>S. × neoweberbaueri</i> 4x: <i>S. bombycinum</i> , <i>S. flahaultii</i> (= <i>S. neovalenzuelae</i>), <i>S. garcia-barrigae</i> (= <i>S. donachui</i>), <i>S. longiconicum</i>
Культурные виды Южной Америки	3x: <i>S. juzepczukii</i> 5x: <i>S. curtilobum</i>

Примечание. В скобках указаны номенклатурные синонимы по (Spooner et al., 2014). Названия видов третичного генного пула выделены серой заливкой. Геномные формулы приведены в соответствии с результатами современных исследований по молекулярной цитогенетике и секвенированию однокопийных ядерных генов (Spooner et al., 2014). «Неизвестный геном» – виды не участвовали в этих исследованиях.

Дополнительные материалы 2

а. Примеры вовлечения в селекцию генофонда диких тетраплоидных видов картофеля, основанные на манипуляции с уровнем ploидности

Дикий вид	Схема интрогрессии	Литературный источник
<i>S. acaule</i> ($2n = 4x$, EBN = 2)	4x acl – 8x acl 8x acl × 4x tbr = 6x AT 6x AT × 4x tbr = 5x AT...	Lamm, 1953
	4x acl (2n яйцеклетки) × 4x tbr = 6x AT 6x AT × 4x tbr = 5x AT...	Camadro, Espinillo, 1991
	4x acl × 2x tbr = 3x AT 3x AT – 6x AT 6x AT × 4x tbr = 5x AT...	Watanabe et al., 1992
<i>S. stoloniferum</i> , (= <i>S. fendleri</i> , <i>S. polytrichon</i> , <i>S. papita</i> , <i>S. hijertingii</i> ($2n = 4x$, EBN = 2)	4x sto (fen, hjt, plt, pta) × 2x tbr = 3x ST 4x tbr × 3x ST (2n пыльца) = 5x ST...	Adiwilaga, Brown, 1991

б. Примеры вовлечения в селекцию генофонда диких видов картофеля третичного генного пула ($2n = 2x$, EBN = 1), основанные на применении видов-посредников

Дикий вид	Виды-посредники	Схема интрогрессии	Литературный источник
<i>S. bulbocastanum</i>	<i>S. acaule</i> , <i>S. phureja</i>	4x acl × 2x blb = 3x AB 3x AB – 6x AB 6x AB × 2x phu = 4x ABP 4x ABP × 4x tbr = 4x ABPT	Hermesen, 1994
	<i>S. verrucosum</i> , <i>S. stoloniferum</i>	2x ver × 2x blb = 2x VB 2x VB – 4x VB 4x VB × 4x sto = 4x VBS 4x VBS × 2x tbr = 3x VBST 3x VBST – 6x VBST 6x VBST × 4x tbr = 5x VBST...	Hermesen, 1994
	<i>S. acaule</i> , <i>S. phureja</i> , <i>S. demissum</i>	4x acl × 2x blb = 3xAB 3x AB(2n яйцеклетки) × 2x phu = 4x ABP 4x ABP × 6x dms = 5x ABPD 5x ABPD × 4x tbr = 4x ABPDT...	Підгаецький, 1981
<i>S. commersonii</i>	2x <i>S. tuberosum</i> × <i>S. phureja</i>	2x cmm – 4x cmm 4x cmm × 2x (tbr×phu) = 3x CT/P 3x CT/P(2n яйцеклетки) × 4x tbr = 5x CT/PT 5x CT/PT × 4x tbr = 4x CTP...	Carpato et al., 1997
<i>S. commersonii</i> , <i>S. cardiophyllum</i>	<i>S. verrucosum</i>	2x ver × 2x cmm (cph) = 2x VC 2x VC × 2x tbr = 2x VCT...	Janski, Hamernik, 2009
<i>S. bulbocastanum</i> , <i>S. pinnatisectum</i> , <i>S. polyadenium</i> , <i>S. circeaifolium</i> , <i>S. commersonii</i>	<i>S. verrucosum</i>	2x ver × 2x blb (pnt, pld, crc, cmm) = 2x VB 2x VB × 2x tbr = 2x VBT...	Yermishin et al., 2014

Примечание. 2x, 3x, 4x, 5x, 6x, 8x – ploидность гибридов; трехбуквенные коды названий видов: acl – *S. acaule*, blb – *S. bulbocastanum*, cmm – *S. commersonii*, cph – *S. cardiophyllum*, crc – *S. circeaifolium*, dms – *S. demissum*, fen – *S. fendleri*, hjt – *S. hijertingii*, phu – *S. phureja*, pld – *S. polyadenium*, plt – *S. polytrichon*, pnt – *S. pinnatisectum*, pta – *S. papita*, sto – *S. stoloniferum*, tbr – *S. tuberosum*, ver – *S. verrucosum*. Буквы А, В, С, D, P, S, T, V – предложенные авторами указанных работ обозначения представленности в геномах гибридов генетического материала соответствующих родительских видов. Многоточие в конце схемы – продолжение беккроссирования с культурным картофелем.

Дополнительные материалы 3

Примеры успешного использования соматической гибридизации картофеля в исследованиях по интрогрессии генетического материала диких видов в селекционный генофонд

Межвидовые комбинации слияния протопластов	Наследуемые целевые признаки диких видов	Получено потомство F ₂ , BC...	Ген, QTL картирован на хромосоме	Результат для селекции	Литературный источник
Соматическая гибридизация <i>S. tuberosum</i> с дикими видами третичного генного пула (EBN = 1)					
<i>S. tuberosum</i> (+) <i>S. bulbocastanum</i>	Устойчивость к нематодe – <i>Meloidogyne chitwoodi</i>	SH-BC ₁ -BC ₂	<i>RMc1</i> (XI)	2	Austin et al., 1993; Brown et al., 1995, 1996, 2006
	Устойчивость к фитофторозу	SH-BC ₁ -BC ₂	<i>RB</i> (VIII)	3	Helgeson et al., 1998; Song et al., 2003; Naess et al., 2000, 2001
<i>S. tuberosum</i> (+) <i>S. tarnii</i>	Устойчивость к YBK и фитофторозу	SH-BC ₁ -BC ₄		2	Thieme et al., 2008, 2009
<i>S. tuberosum</i> (+) <i>S. cardiophyllum</i>	Устойчивость к YBK, фитофторозу и к насекомым (<i>Leptinotarsa decemlineata</i>)	SH-F ₂ -BC ₁		1	Thieme et al., 2010
<i>S. tuberosum</i> (+) <i>S. commersonii</i>	Холодостойкость, устойчивость к кратковременным заморозкам	SH-BC ₁		1	Chen et al., 1999
	Устойчивость к <i>Erwinia carotovora</i>	SH-BC ₁		1	Carputo et al., 2000
	Устойчивость к <i>Ralstonia solanacearum</i>	SH-BC ₁		1	Laferriere et al., 1999
Соматическая гибридизация <i>S. tuberosum</i> с не клубненосными видами – представителями других секций рода <i>Solanum</i>					
<i>S. tuberosum</i> (+) <i>S. brevidens</i>	Устойчивость к ВСЛК и к <i>Erwinia carotovora</i>			4	Austin et al., 1993; Kim et al., 2013
	Устойчивость к <i>Erwinia carotovora</i>	SH-BC ₁ -BC ₃	Замещенные линии с хромосомой VIII <i>S. brevidens</i>	2	Helgeson et al., 1993; McGrath et al., 2002; Tek et al., 2004
<i>S. tuberosum</i> (+) <i>S. etuberosum</i>	Устойчивость к ВСЛК	SH-BC ₁ -BC ₂ -BC ₃ -BC ₄	<i>Rlretb</i> (IV)	2	Novy et al., 2002, 2007; Kelley et al., 2009; Kuhl et al., 2016
	Устойчивость к YBK	SH-BC ₁ -BC ₂ -BC ₃		1	Gavrilenko et al., 2003
<i>S. tuberosum</i> (+) <i>S. nigrum</i>	Устойчивость к фитофторозу	SH-BC ₁ -BC ₂		1	Horsman et al., 2001
Перенос цитоплазматических детерминант, контролирующих ЦМС, от диких видов вторичного генного пула (EBN = 2)					
<i>S. tuberosum</i> (+) <i>S. stoloniferum</i>	ЦМС	Асимметричные SH			Perl et al., 1990

Примечание. 1 – созданы интрогрессивные формы BC гибридов с целевыми признаками диких видов; 2 – созданы доноры целевых признаков с единичными чужеродными хромосомами или с хромосомными сегментами диких видов; 3 – ген(ы) (QTL) диких видов идентифицирован(ы), клонирован(ы), получены трансгенные растения; 4 – созданы сорта.