

- высокий (*Juniperus excelsa* M. Bieb.) в горном Крыму // Науковий вісник НЛТУ України. — 2010. — Вип. 20.7. — С. 31–40.
9. Склонная Л. У., Рузузов И. А., Костина В. П. Закономерности формирования семян у древовидных можжевельников в Крыму // Эмбриологические и цитогенетические аспекты высших растений: Сб. деп. статей. — Минск, 1992. — С. 64–77.
10. Mazur Malgorzata, Boratynska Krystyna, Marcysiak Katarzyna, Didukh Yakov, Romo Angel, Kosinski Piotr, Boratynski Adam. Low level of inter-populational differentiation in *Juniperus excelsa* M. Bieb. (*Cupressaceae*) // Dendrobiology. — 2004. — Vol. 52. — P. 39–46.

МІНЛИВІСТЬ НАСІННЕВОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ЯЛІВЦЯ ВИСОКОГО (*JUNIPERUS EXCELSA* ВІЕВ.) У ГІРСЬКОМУ КРИМУ В РІЗНІ РОКИ

Коршиков І. І., Ніколаєва О. В.
Донецький ботанічний сад НАН України

Вивчено мінливість насінневої продуктивності трьох популяцій ялівцю високого (*Juniperus excelsa* Bieb.) у Гірському Криму в 2004–2005 і 2008–2009 рр. Середня

сумарна кількість всіх категорій насіння у шишкоягоді досліджуваних популяцій змінювалася у межах від 3,8 до 9,3 шт. і в середньому складала 5,6 шт. Виявлено, що, незважаючи на досить високий рівень загальної кількості насіння у шишкоягодах *J. excelsa*, у цих популяціях відзначено дуже низький рівень продуктивності повноцінного насіння, який у середньому склав 4,1%. В результаті наших досліджень встановлено, що якість насіння *J. excelsa* неоднорідна не тільки у різних районах зростання, а й в тих самих популяціях у різні роки.

VARIABILITY OF *JUNIPERUS EXCELSA* BIEB. SEED PRODUCTION IN DIFFERENT YEARS IN MOUNTAIN CRIMEA

Korshikov I. I., Nikolaeva A. V.
Donetsk Botanical Gardens, Nat. Acad. Sci. of Ukraine

In 2004–2005 and 2008–2009 variability of seed production of three populations of juniper tall (*Juniperus excelsa* Bieb.) was studied in the Crimean Mountains. The average total number of all types of seeds in the galberries of the populations studied ranged from 3,8 to 9,3 pc. and averaged 5,6 pc. It was found that despite the rather high level of *J. excelsa* total seed galberries marked by very low production of high-grade seed, which averaged 4,1%. As a result, our research found that the quality of *J. excelsa* seeds heterogeneous not only in different areas of growth, but also in the same populations in different years.

УДК 581.6: 633.34: 630*164.8: 631.52

Лаврова Г. Д., Січкара В. І.
Селекційно-генетичний інститут НААН України

ГЕНЕТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЗАБАРВЛЕННЯ ШКІРКИ НАСІННЯ І РУБЧИКА У СОЇ

У статті узагальнено дані щодо формування та успадкування пігментації шкірки насіння і рубчика у сої та зв'язок цих ознак з забарвленням квіток і опушенням. У проведених авторами схрещуваннях характер забарвлення насіння батьківських форм і гібридів контролювався генами Ii^i/i , R/r , T/t , W_1/w_1 та O/o , кожен з яких впливав на кількість і колір пігментів. У потомстві F_1 деяких комбінацій, переважно за участю колекційної лінії К-532, зафіксовано нестабільність локусу Ii^i/i .

Вступ

Більшість сучасних європейських та північно-американських сортів сої мають жовтий колір насіння. Це пояснюється вимогами до сортів харчового використання. Проте в азійській частині світу широко розповсюджена і високо ціниться чорнонасінна соя. Залежно від напрямку використання створюються сорти сої з бажаним забарвленням насіння. Тому важливо знати особливості успадкування кольору пігментації шкірки і рубчика.

Забарвлення шкірки насіння і рубчика у сої також може бути використане за маркер для визначення гібридного потомства при схрещуванні в тих випадках, коли неможливо використати інші широкоживані маркери (колір опушення, квіток або бобів).

Характер забарвлення квіток, гіпокотилу, опушення, шкірки насіння і рубчика у сої залежить від утворення і розподілу антоціанових пігментів та флавоноїдів у тканинах відповідних органів рослини. Синтез цих сполук у насінній шкірці контролюється головним чином п'ятьма локусами: I , T , W_1 , R та O [1], які взаємодіють між собою. На відміну від інших видів, де наявність пігменту є звичайно домінантним фенотипом, у сої домінує відсутність антоціанових пігментів у шкірці насіння внаслідок дії гена інгібітора I . Локус I (інгібітор) має 4 алелі (I — i^i — i^k — i), які визначають наявність або відсутність пігментів у шкірці насіння, а також їх розподіл по поверхні насінини. Генотип I характеризується жовтим (за наявності G — зеленим) забарвленням шкірки насіння зі світлим (сірим або жовтим, в залежності від наявності домінантного гена R або рецесивної його r алелі) рубчиком. Сорти, що є гомозиготними за рецесивними алелями (ii), мають повністю пігментоване насіння. За наявності алелі i^i пігментація обмежується рубчиком і невеликою ділянкою безпосередньо навколо нього; алель i^k викликає сидлоподібну пігментацію, яка поширюється на рубчик і приблизно половину насінини з обох боків. У генотипах I та i^i на шкірці насіння можуть виникати чорні або коричневі плями, величина і форма яких дуже варіює за сортами, роками і навіть у межах насіння однієї рослини. Колір пігментації контролює локус R . За присутності домінантної алелі R повністю

пігментоване насіння має чорний колір, також чорним є забарвлення рубчика і сидлоподібної плями у генотипів i^i та i^k . У гомозиготному стані рецесивної алелі (rr) пігментація має коричневий колір. На відтінок коричневого кольору впливає також ген O , який у гомозиготному рецесивному стані в присутності домінантного гена T (руде опушення), зумовлює червоно-коричневе забарвлення шкірки насіння [2, 3].

Деякі автори вважають, що за формування червоно-коричневого забарвлення відповідає не окремий ген O , а алель r^o , рецесивна стосовно R і домінантна до r [4, 5]. Гени T (колір опушення) і W_1 (колір квітки) виявляють плейотропний ефект на забарвлення шкірки насіння і рубчика [6,7]. Сорти з рудим опушенням (T) мають чорну (TR), коричневу (TrO) або червоно-коричневу (Tro) пігментацію шкірки насіння і рубчика. Сорти з сірим опушенням (t) мають неповністю чорне (чорно-коричневе) (tR) або світло-коричневе (тьмяно-жовте) (tr) забарвлення насіння. На інтенсивність пігментації шкірки насіння у сортів із сірим опушенням впливають гени W_1 і w_1 (фіолетове і біле забарвлення квіток). Так, незалежно від наявності гена R , пігментація насінневої шкірки і рубчика у генотипів як tRw_1 , так і trw_1 буде світло-коричневою (за наявності алелей i^i , i^k , i) або жовтою (у присутності I).

Американські дослідники R. G. Palmer і T. C. Kilen (1987) [1] підсумували фенотиповий прояв вищевказаних генів у характері пігментації насіння 64 генотипів сої і встановили їх взаємодію (табл. 1).

Ці фенотипи найчастіше трапляються у сучасних сортів, переважна більшість з яких є жовто-насінними у зв'язку з комерційними вимогами, які ставляться до насіння сої, що йде на харчові цілі. Проте у сої відомі і деякі інші типи забарвлення насіння, наприклад, чорна стрічкоподібна пігментація на коричневій шкірці (r^m) [8] або коричнева крапчаста пігментація чорної шкірки насіння (F) [9], успадкування яких ще не було вивчене так досконально через їх відсутність у комерційних сортів. Є дані про світло-червоно-коричневе забарвлення шкірки насіння у лінії T 236, що має білі квітки і сіре опушення [10]. Дослідники припускають, що у цієї форми наявна ще одна алель локусу T — $t-r$, яка

взаємодіє з геном *R*, утворюючи незвичну пігментацію шкірки насіння [11].

1. Фенотиповий прояв взаємодії генів забарвлення шкірки насіння і рубчика у 64 генотипів сої [1]

Генотип	Колір повністю пігментованої шкірки і рубчика	Жовте забарвлення шкірки насіння		
		Колір сідлоподібної плями і рубчика	Колір рубчика	
			<i>i</i>	<i>i^k</i>
<i>TR</i>	чорний	чорний	чорний	сірий
<i>TrO</i>	коричневий	коричневий	коричневий	жовтий
<i>Tro</i>	червоно-коричневий	червоно-коричневий	червоно-коричневий	жовтий
<i>tRW₁</i>	чорно-коричневий	чорно-коричневий	чорно-коричневий	сірий
<i>tRw₁</i>	світло-коричневий	світло-коричневий	світло-коричневий	жовтий
<i>tr</i>	світло-коричневий	світло-коричневий	світло-коричневий	жовтий

Забарвлення шкірки насіння і рубчика залежить від наявності у них антоціанових пігментів та флавонолів. Чорне та чорно-коричневе (неповністю чорне) забарвлення формується за рахунок антоціанідинів та проантоціанідинів [12, 13], тоді як у коричневих та світло-коричневих насінних шкірках синтезуються тільки проантоціанідини [13]. Зі шкірок дозрілого насіння чорного кольору (генотипу *iRT*) були виділені пігменти дельфінідин-3-моноглюкозид і ціанідин-3-моноглюкозид, а зі шкірок насіння чорно-коричневого кольору (*iRt*) — переважно дельфінідин-3-моноглюкозид. Коричневе (*irT*) та світло-коричневе (*irt*) забарвлення формується в процесі дозрівання насіння набагато пізніше, ніж чорне [14]. У шкірці недозрілого чорного (*iRT*) та коричневого (*irT*) насіння міститься значна кількість проантоціанідину, в той час як шкірка чорно-коричневого (*iRt*) та світло-коричневого (*irt*) насіння містить пропеларгонідин [13]. У шкірці червоно-коричневого кольору міститься переважно пеларгонідин [11].

Таким чином, на даний час відомо, що тип пігментів, від яких залежить забарвлення насіння, визначають гени *R/r*, *T/t* і *W₁/w₁*. Аallel *T* кодує фермент флавоноїд 3'-гідроксилазу, який бере участь у дигідроксилюванні кільця В, що веде до утворення ціанідин-3-глюкозиду [12, 14]. Аallel *W₁* зумовлює синтез ферменту флавоноїд 3'5'-гідроксилази, що бере участь у процесі формування дельфінідин-3-глюкозиду

шляхом тригідроксилювання кільця В. Ген *T* не бере участі в утворенні дельфінідину, але в його присутності синтез цього пігменту посилюється [12]. На даний час не визначено, який саме фермент кодується геном *R*, але висувують припущення, що ця аallel пов'язана з перетворенням лейкоантоціанідину в антоціанідин [15].

Домінантні алелі *I* та *iⁱ* локусу *I/iⁱ/i^k/i* спричиняють «мовчання» (silencing) дев'яти генів *CHS*, що кодує фермент халконсинтазу. Цей фермент необхідний для біосинтезу тетрагідроксилхалкону (або нарінгенінхалкону) — сполуки, що є попередником флавонолів і антоціанідинів. «Вимикаючи» гени халконсинтази, алелі *I* та *iⁱ* переривають синтез пігментів, що забарвлюють шкірку насіння, в результаті чого вона стає безбарвною або набуває світло-жовтого кольору. Проте в інших частинах рослини (квітка, гіпокотиль, опушення) експресія генів халконсинтази не переривається, що говорить про тканинну специфічність дії генів *I* та *iⁱ* [16]. Рослини з генотипом *I* або *iⁱ* виробляють в локусі *CHS* так звану si-РНК (від англ. Short interfering RNA), тобто короткі фрагменти РНК, що перешкоджають експресії гена. Ця si-РНК накопичується в шкірці насіння генотипів *I* та *iⁱ*, але повністю відсутня в пігментованій насінній шкірці (*ii*) та в сім'ядолях всіх генотипів [17].

Загалом, відомий на даний час шлях біосинтезу антоціанідинів можна зобразити наступною схемою (рис.) [15, 18].

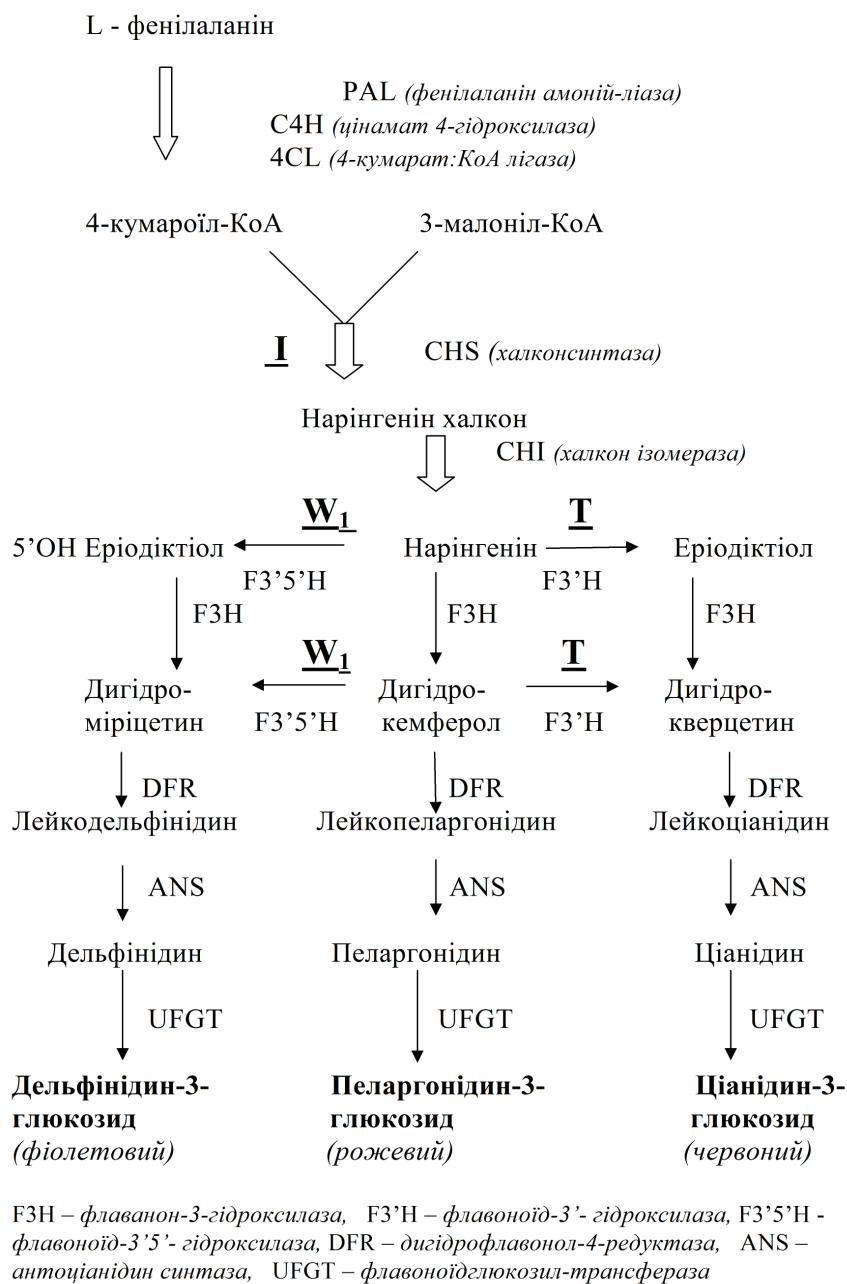


Рис. Метаболізм антоціанінів (за [15, 18])

Матеріали та методи досліджень

У Селекційно-генетичному інституті для створення вихідного матеріалу для селекції сої використовується як штучна гібридизація, так і природне переапилення великого набору сортів. Тому знання закономірностей успадкування маркерних ознак є для нас дуже важливим. У комбінаціях схрещування для визначення особливостей

успадкування забарвлення шкірки насіння і рубчика ми використовували спеціально підібрані за контрастними ознаками колекційні сортозразки різного еколого-географічного походження. Схрещування батьківських форм проводили без кастрації. Для визначення гібридних рослин використовували, головним чином, забарвлення квіток і опушення. Враховуючи невелику

чисельність рослин в F_2 , обчислення χ^2 здійснювали із застосуванням поправки Йейтса.

Результати та обговорення

При схрещуванні жовтонасінних сортів з різним кольором рубчика (жовтий з чорним, жовтий з коричневим, чорний з коричневим) в F_2 одержували широкий спектр їх забарвлення з великою кількістю перехідних відтінків (табл. 2).

Це свідчить про неповне домінування в парі R/r при формуванні кольору рубчика та ділянки навколо нього (а також на пігментованих плямах, які виникають на жовтій шкірці насіння) і про окремих кількісний внесок кожної з алелей у парах I/i , T/t та W_1/w_1 у формування інтенсивності пігментації. У тих комбінаціях, де батьківські форми різнились за 4 парами відповідальних за пігментацію насіння генів (генотип F_1 — $I^i Rr Tt W_1 w_1$), в F_2 спостерігали розщеплення за кольором рубчика на 9 фенотипових класів, а саме:

- 44/256 — рубчик сірий (генотипи $I- RRT-$, $IIRrT-$, $IIR- ttW_1-$),
- 63/256 — рубчик сіро-коричневий ($I- RrW_1-$),
- 16/256 — рубчик темно-сірий ($Ii^2 RRT$),
- 57/256 — рубчик жовтий ($I- rrT-$ та $R- ttw_1 w_1$),
- 12/256 — рубчик світло-сіро-коричневий ($Ii^2 RrW_1-$),
- 7/256 — рубчик світло-коричневий ($i^i i^i rrtt$),
- 36/256 — рубчик чорний (грифельний) ($i^i i^i R- T$),
- 9/256 — рубчик чорно-коричневий ($i^i i^i R- tt$),
- 12/256 — рубчик коричневий ($i^i i^i rrT- W_1-$).

Цьому співвідношенню з високою достовірністю відповідало розщеплення в потомстві F_2 від схрещування сортів Дельта ($Irrttw_1 w_1$) і Свіфт ($i^i i^i RRTTW_1 W_1$) ($\chi^2=1,587$; $0,95 < P < 0,98$) (див. табл. 2). Схоже співвідношення фенотипів F_2 отримали і в комбінації Чернівецька 8 (білі квіти, сіре опушення, жовте насіння) ($IIRRttw_1 w_1$) × С 14/58 (фіолетові квіти руде опушення) ($i^i i^i rrTTW_1 W_1$) ($\chi^2=1,316$; $0,95 < P < 0,98$). При зменшенні кількості генів, за якими розрізнялись батьківські сорти, спектр забарвлення шкірки насіння і рубчика в F_2 відповідно звужувався. Якщо батьківські сорти різнились за 3 парами генів ($I^i Rr Ttw_1 w_1$) в F_2 спостерігали

розщеплення на 8 фенотипових класів за забарвленням рубчика. Генотип F_1 — $I^i rr Tt W_1 w_1$ давав розщеплення на 5 класів. Так само 5 класів спостерігали в F_2 , якщо F_1 різнився за 2 генами ($I^i i^i rr Tt W_1 W_1$), а $IIRr Ttw_1 w_1$ розщеплювався на 3 фенотипові групи.

При схрещуванні сортів з жовтою і чорною, жовтою і коричневою шкіркою насіння в F_1 домінувало жовте забарвлення. Чорний колір (R) домінував над коричневим (rO) та червоно-коричневим (ro). У потомстві F_2 сортів з повністю забарвленим насінням ми також спостерігали різні відтінки коричневого та червоно-коричневого кольору, що свідчить про вплив більше ніж одного гена на формування коричневого забарвлення (табл. 3).

У деяких комбінаціях спостерігали значні відхилення від очікуваних в F_1 і F_2 фенотипів. Так, при схрещуванні колекційних форм К-3025 (білі квітки, світло-руде опушення, чорне насіння, підвид напівкультурний) і К-3776 (фіолетові квітки, руде опушення, жовте насіння з коричневим рубчиком) в F_1 замість очікуваного жовтого забарвлення насінної шкірки отримали чорне, причому в потомстві F_2 було 29 рослин з чорним насінням і лише 2 — з жовтим, замість очікуваного розщеплення 12 з жовтим насінням: 3 з чорним: 1 з коричневим.

У комбінації Taisho Shiroge (фіолетові квітки, сіре опушення, жовте насіння з жовтим рубчиком) × Чорнобура (фіолетові квітки, руде опушення, коричневе насіння) рослина F_1 мала жовте насіння з коричневою пігментацією і жовтим рубчиком. Проте в F_2 не виявили рослин з коричневим насінням. Все насіння було жовтим і у потомстві F_3 . Особливо багато відхилень було зафіксовано в потомстві від схрещування колекційного зразка К-532 з Далекого сходу Росії, що має чорне насіння з крапчастою коричневою пігментацією (RRF/f), фіолетові квітки, світло-руде забарвлення і належить до китайського підвиду. Так, при схрещуванні К-532 з сортом К-4937 з червоно-коричневим насінням у 1998 одержали 2 рослини F_1 з чорним насінням і крапчастою коричневою пігментацією, відповідно до очікуваного генотипу ($iiRrOoF/f$), тоді як у 2002 році одержано ще 2 рослини F_1 , однак обидві з жовтим насінням і чорно-коричневою крапчастою пігментацією,

2. Успадкування забарвлення рубчика у деяких жовтонасінних гібридів сої

Батьківські форми, їх фенотипи і генотипи	Фенотип і генотип F_1	Розщеплення в F_2 за забарвленням рубчика	Очікуване співвідношення	χ^2	P
Дельга (білі квітки, сіре опушення, жовте насіння, жовтий рубчик $Irrttw_1 w_1$) × Свіфт (фіолетові квітки, руде опушення, жовте насіння, чорний рубчик $i^iRRTTW_1 W_1$)	Жовта шкірка насіння з сіро-коричневим рубчиком $IiRrTtW_1 w_1$	2 з сірим рубчиком, 1 з сіро-коричневим, 2 з жовтим, 0 з темно-сірим, 0 зі світло-сіро-коричневим, 3 з чорним, 1 з коричневим, 0 з чорно-коричневим, 0 зі світло-коричневим	44:63:55:16:12:36:12:9:9	1,587	0,95–0,98
Чернівецька 8 (білі квітки, сіре опушення, жовте насіння, жовтий рубчик $Irrttw_1 w_1$) × С 14/58 (фіолетові квітки, руде опушення, жовте насіння, коричневий рубчик $i^iRRTTW_1 W_1$)	Жовта шкірка насіння з сіро-коричневим рубчиком $IiRrTtW_1 w_1$	2 з сірим рубчиком, 5 з сіро-коричневим, 2 з жовтим, 3 з темно-сірим, 2 зі світло-сіро-коричневим, 0 з чорним, 1 з коричневим, 0 з чорно-коричневим, 0 зі світло-коричневим	44:63:55:16:12:36:12:9:9	1,316	0,95–0,98
Дельга ($Irrttw_1 w_1$) × Одеська 150 (білі квітки, руде опушення, жовте насіння, чорний рубчик $i^iRRRTtW_1 w_1$)	Жовта шкірка насіння зі світло-сірим рубчиком $IiRrTtW_1 w_1$	2 з сірим рубчиком, 2 з сіро-коричневим, 7 з жовтим, 0 з темно-сірим, 4 зі світло-сіро-коричневим, 1 з чорним, 1 з коричневим, 0 зі світло-коричневим	7:10:19:4:6:9:3:6	4,278	0,70–0,80
Дельга ($Irrttw_1 w_1$) × С 14/58 ($i^iRRTTW_1 W_1$)	Жовта шкірка насіння з дуже світло-коричневим рубчиком $Ii^iRrTtW_1 w_1$	9 з жовтим рубчиком, 4 з дуже світло-коричневим, 3 зі світло-коричневим, 0 з коричневим, 0 з темно-коричневим	40:8:4:9:3	4,844	0,30–0,50
Vinton 81 (фіолетові квітки, сіре опушення, жовте насіння з жовтим рубчиком $IrrttW_1 W_1$) × Ольга (фіолетові квітки, руде опушення, жовте насіння з коричневим рубчиком $i^iRRTTW_1 W_1$)	Жовта шкірка насіння з дуже світло-коричневим рубчиком $Ii^iRrTtW_1 W_1$	2 з жовтим рубчиком, 13 з дуже світло-коричневим, 5 зі світло-коричневим, 6 з коричневим, 1 з темно-коричневим	3:9:1:2:1	7,531	0,10–0,20
Дельга ($Irrttw_1 w_1$) × Отупато (білі квітки, руде опушення, жовте насіння з сірим рубчиком $IrrrTTW_1 w_1$)	Жовта шкірка насіння з сірим рубчиком $IiRrTtW_1 w_1$	14 з сірим рубчиком, 10 з сіро-коричневим, 0 зі світло-сіро-коричневим, 5 з жовтим	5:4:2:5	3,588	0,10–0,20
Дельга ($Irrttw_1 w_1$) × Васильківська (фіолетові квітки, руде опушення, жовте насіння, темно-коричневий рубчик $i^iRRTTW_1 W_1$)	Жовта шкірка насіння з жовтим рубчиком $Ii^iRrTtW_1 w_1$	12 з жовтим рубчиком, 8 з дуже світло-коричневим, 0 зі світло-коричневим, 8 з коричневим, 3 з темно-коричневим 21 з жовтим та дуже світло-коричневим рубчиком (II та I ⁱ), 11 з коричневими рубчиками різних відтінків (i ⁱ)	40:8:4:9:3	6,521	0,05–0,10
			3:1	1,041	0,30–0,50

3. Успадкування забарвлення шкірки насіння і рубчика у гібридів сої від схрещування сортів з жовтим, чорним та коричневим насінням

Батьківські форми, їх фенотипи і генотипи	Фенотип і генотип F_1	Розщеплення в F_2 за забарвленням шкірки насіння і рубчика	Очікуване співвідношення	χ^2	P
Taisho Shirage (фіолетові квітки, сіре опушення, жовте насіння, жовтий рубчик $IrrOOnW_1W_1 \times \text{Noir 2}$ (білі квітки, руде опушення, чорне насіння, чорний рубчик $iRRooTtu_1u_1$)	Жовта шкірка насіння з чорно-коричневими плямами і чорним рубчиком $iRrOoTtW_1W_1$	8 з жовтим насінням і сірим рубчиком, 4 з жовтим насінням і сіро-коричневим рубчиком, 5 з жовтим насінням і темно-сірим рубчиком, 2 з жовтим насінням і жовтим рубчиком, 4 з жовтим насінням і світло-коричневим рубчиком, 2 з жовтим насінням і світло-сіро-коричневим рубчиком, 5 з чорним насінням, 0 з чорно-коричневим, 5 з коричневим, 1 зі світло-коричневим насінням 27 з жовтим насінням, 5 з чорним, 6 з коричневим	192:45:19	2,854	0,20–0,30
Taisho Shirage ($IrrOOnW_1W_1 \times K-4937$ (фіолетові квітки, руде опушення, червоно-коричневе насіння з червоно-коричневим рубчиком $iirraoTTW_1W_1$)	Жовта шкірка насіння з коричневими плямами і світло-коричневим рубчиком $IrrOoTtW_1W_1$	10 з жовтим насінням, 4 з коричневим, 3 з червоно-коричневим	12:3:1	2,383	0,30–0,50
Parker (білі квітки, сіре опушення, жовте насіння, світло-коричневий рубчик $IrrOOnu_1u_1 \times K-4937$ ($iirraoTTW_1W_1$))	Жовта шкірка насіння з коричневим рубчиком і червоно-коричневими плямами $IrrOoTtW_1W_1$	73 з жовтим насінням, 13 з коричневим, 5 зі світло-коричневим, 7 з червоно-коричневим насінням	192:36:16:12	0,850	0,80×0,90
ms1 Tonica \times Tokyo (фіолетові квітки, сіре опушення, світло-коричневе насіння і рубчик ($iirrOOnW_1W_1 \times K-4937$ ($iirraoTTW_1W_1$)))	Коричневе насіння з коричневим рубчиком $iirrOoTtW_1W_1$	Серед рослин з рудим опушенням: 123 з коричневим насінням, 45 з червоно-коричневим насінням; серед рослин з сірим опушенням: 14 зі світло-коричневим насінням, 5 з червоно-коричневим, 34 зі світло-червоно-коричневим насінням	9:3:1:1:2	0,332	0,95–0,98
ms1 Tonica \times Tokyo ($iirrOOnW_1W_1 \times \text{Слава}$ (фіолетові квітки, руде опушення, жовте насіння з чорним рубчиком ($i^iRrROOoTTW_1W_1$)))	Жовта шкірка насіння з сіро-коричневими плямами і чорним рубчиком $i^iRrOoTtW_1W_1$	Серед рослин з рудим опушенням: 30 з жовтим насінням і чорним рубчиком, 8 з жовтим насінням і коричневим рубчиком, 9 з чорним насінням, 23 з коричневим насінням; серед рослин з сірим опушенням: 12 з жовтим насінням і чорно-коричневим рубчиком, 9 з жовтим насінням і сіро-коричневим рубчиком, 3 з чорно-коричневим насінням, 1 зі світло-коричневим насінням 59 з жовтим насінням, 11 з чорним (чорно-коричневим) насінням, 4 з коричневим	27:9:9:3:9:3:3:1	8,326	0,30–0,50
ms1 Tonica \times Tokyo ($iirrOOnW_1W_1 \times \text{Noir 2}$ ($iRRooTtu_1u_1$)))	Чорне насіння і рубчик $iirrOoTtW_1W_1$	11 з чорним насінням, 1 з чорно-коричневим ($Rrtt$), 3 з сіро-коричневим ($Rrtt$), 2 з темно-коричневим ($rrWt-T$), 1 з коричневим ($rrwt/wT$), 0 зі світло-коричневим насінням ($rrtt$)	36:3:6:9:3:7	1,742	0,80–0,90
[ms1 Tonica \times Tokyo] \times K-4937 (фіолетові квітки, сіре опушення, чорно-коричневе насіння і рубчик ($iRRooTtu_1u_1 \times \text{Чорнобура}$ (фіолетові квітки, руде опушення, коричневе насіння, коричневий рубчик $iirrOoTtW_1W_1$)))	Чорне насіння з чорним рубчиком з червонуватим відтінком $iirrOoTtW_1W_1$	18 рослин з чорним насінням, 5 з чорно-коричневим, 11 з коричневим, 3 зі світло-коричневим	9:3:3:1	2,455	0,30–0,50

які розщеплювались в F_2 за забарвленням шкірки насіння на жовте, чорне, чорне з крапчастою пігментацією і коричневе.

У комбінації К-532×Гунь-лінь (старий китайський сорт з білими квітками, рудим рідким опушенням і чорним насінням з крапчастою коричневою пігментацією) з 5 рослин F_1 тільки одна мала очікуване чорне з точками насіння, решта 4 мали жовте забарвлення насінної шкірки з чорно-коричневими плямами і чорним або сірим рубчиком. При розщепленні в F_2 , крім жовтого і чорного, з'явилося також коричневе і червоно-коричнєве насіння. У комбінації К-532×Noir 2 (чорне насіння) насіння рослини F_1 також мало жовте забарвлення, так само як і 2 з 6 рослин F_1 від схрещування К-532 з сортом Чорнобура. В усіх цих випадках спостерігалась зміна алелі i на i^i або I , крім комбінації К-3025×К-3776, де, очевидно, мала місце зміна i^i на i , що спричинило повністю забарвлений фенотип шкірки насіння. Подальше розщеплення в F_2 підтверджує спадковий характер цих змін, тобто, при схрещуванні батьківських форм проявлялись мутації в локусі $I-i^i-i$, що очевидно зумовило появу неочікуваних фенотипів в F_1 і F_2 .

Висновки

Таким чином, у досліджених нами сортів сої забарвлення шкірки насіння і рубчика формувалося переважно під контролем генів $I/i^i/i$, R/r , T/t , W_1/w_1 та O/o . Чим більшою кількістю пар вказаних генів відрізнялись між собою батьківські форми, тим ширшим був спектр пігментації рубчика і шкірки насіння у гібридів F_2 . У гетерозиготних рослин пігментація мала проміжні відтінки (сіро-коричневий, чорно-коричневий) та різну інтенсивність забарвлення, що свідчать про кількісний внесок кожної алелі у синтез пігментів, що визначають колір шкірки насіння і рубчика.

У деяких комбінаціях схрещування, головним чином за участю лінії К-532, в F_1 були виявлені мутації алелі i в i^i або I . Очевидно на нестабільність локусу $I-i^i-i$ в цьому випадку вплинула зміна генетичного оточення внаслідок перекомбінування генів під час гібридизації.

Перелік посилань

1. Palmer R. G., Kilen T. C. Qualitative genetics // Soybeans: Improvement, Production and Uses, Ed. 2.

American Society of Agronomy. — Madison, WI.: J. R. Wilcox, 1987. — P. 135–209.

2. Owen F. V. Inheritance studies in soybeans. III. Seed coat color and summary of all other mendelian characters thus far reported // Genetics. — 1928. — Vol. 13. — P. 50–79.
3. Palmer R. G., Stelly D. M. Reference diagrams of seed coat colors and patterns for use as genetic markers in crosses // Soybean Genetics Newsletter. — 1979. — Vol. 6. — P. 55–57.
4. Williams L. F. The inheritance of certain black and brown pigments in the soybean // Genetics. — 1952. — Vol. 37. — P. 208–215.
5. Михайлов В. Г. Наследование черного и коричневого пигментов на коже семян у гибридов сои // Научно-технич. бюлл. ВНИИ растениеводства. — 1985. — № 153. — С. 26–29.
6. Stewart R. T. Inheritance of certain seed coat colors in soybeans // J. Agr. Res. — 1930. — Vol. 40. — P. 829–854.
7. Woodworth C. M. Inheritance of cotyledon, seed coat, hilum and pubescence colors in soybeans // Genetics. — 1921. — Vol. 6. — P. 487–553.
8. Weiss M. G. Genetics linkage in soybeans. Linkage groups II and III // Crop Sci. — 1970. — Vol. 10. — P. 300–303.
9. Buzzell R. I. Flecked pigmentation on soybean seed coats // Soybean Genetics Newsletter. — 1985. — Vol. 12. — P. 29–31.
10. Taylor B. H. Environmental and chemical evaluation of variations in hilum and seed coat colors in soybeans: M. S. thesis. — Univ. Arkansas. Fayetteville, AR, 1976.
11. Seo Y. W., Specht J. E., Graef G. L., Graybosch R. A. Inheritance of red-buff seed coat in soybean // Crop Sci. — 1993. — Vol. 33. — P. 754–758.
12. Buzzell R. I., Buttery B. R., MacTavish D. C. Biochemical genetics of black pigmentation of soybean seed // J. Hered. — 1987. — Vol. 78. — P. 53–54.
13. Todd J. J., Vodkin L. O. Pigmented soybean (*Glycine max*) seed coats accumulate proanthocyanidins during development // Plant Physiol. — 1993. — Vol. 102. — P. 663–670.
14. Zabala G., Vodkin L. O. Cloning of the pleiotropic T locus in soybean and two recessive alleles that differentially affect structure and expression of the encoded flavonoid 3'-hydroxylase // Genetics. — 2003. — Vol. 163. — P. 295–309.
15. Zabala G., Vodkin L. O. A rearrangement resulting in small tandem repeats in the $F_3'5'$ gene of white flower

- genotypes is associated with the soybean W_1 locus// Crop Sci.— 2007.— Vol. 47.— P. 113–124.
16. Tuteja J. H., Clough S. J., Chan W. C., Vodkin L. O. Tissue-specific gene silencing mediated by a naturally occurring chalcone synthase gene cluster in *Glycine max*// Plant Cell.— 2004.— Vol. 16.— P. 819–835.
 17. Tuteja J. H., Zabala G., Varala K., Hudson M., Vodkin L. O. Endogenous, tissue-specific short interfering RNAs silence the chalcone synthase gene family in *Glycine max* seed coats// Plant Cell.— 2009.— Vol. 21.— P. 3063–3077.
 18. Iwashina T., Githiri S. M., Benitez E. R., Takemura T., Kitajima J., Takahashi R. Analysis of flavonoids in flower petals of soybean near-isogenic lines for flower and pubescence color genes// J. Hered.— 2007.— Vol. 98 (3).— P. 250–257.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КОЖИЦЫ СЕМЯН И РУБЧИКА У СОИ

Лаврова Г. Д., Сичкар В. И.
Селекционно-генетический институт НААН Украины

УДК 581.143: 634.13

Опалко О. А., Кучер Н. М.
Національний дендропарк «Софіївка» НАН України

СЕЗОННА ДИНАМІКА ПОСТТРАВМАТИЧНОЇ РЕГЕНЕРАЦІЙНОЇ ЗДАТНОСТІ СОРТІВ ГРУШІ

Для вивчення здатності сортів груші до посттравматичної регенерації виконано експериментальне пошкодження однорічних пагонів (приростів минулого року) з наступним моніторингом калюсогенезу. Показано, що встановлені при цьому дати сприятливих для калюсогенезу періодів можуть бути використані для оптимізації строків вегетативного розмноження.

Вступ

Груша — друга за значенням після яблуні плодова зерняткова культура в Україні [7, 8].

Обсуждаются современные представления о формировании и наследовании пигментации кожуры семян и рубчика у сои и о связи этих признаков с окраской цветков и опушением. В проведенных авторами скрещиваниях характер окраски семян родительских форм и гибридов зависел от действия генов I/i , R/r , T/t , W_1/w_1 и O/o , каждый аллель которых влиял на количество и цвет пигментов. В потомстве F_1 в некоторых комбинациях, преимущественно с участием коллекционного образца К-532, зафиксирована нестабильность локуса I/i .

GENETIC FEATURES OF FORMING OF SEED COAT AND HILUM COLOR SOYBEAN

Lavrova G. D., Sichkar V. I.
The Plant breeding and genetics institute of the NAAS of Ukraine

The article presents a review of current investigations of soybean seed coat and hilum color development, inheritance and their connection with flower and pubescence pigmentation. In the crosses the authors had made, seed coat and hilum color of parental and hybrid forms was determined by the genes I/i , R/r , T/t , W_1/w_1 and O/o . Every allele influenced the amount and the type of pigments. Instability of I/i locus among the progeny of some crosses, mainly with a collection line K-532, was observed.

Вона була введена в культуру майже одночасно з яблунею, потрапила в Україну за часів Київської Русі і у XII–XVII ст. мала навіть більше