

4. Голубовский М.Д. Некоторые аспекты взаимодействия генетики и теории эволюции. Методологические и философские проблемы биологии. – Новосибирск: Наука, 1981. – С. 69–92.
5. Голубовский М.Д. Организация генотипа и формы наследственной изменчивости эукариотов // Успехи современной биологии. – Новосибирск: Наука. – 1985. – Т. 100 – С. 323–339.
6. Драгавцев В.А. Алгоритмы эколого-генетической инвентеризации генофонда и методы конструирования сельскохозяйственных растений по урожайности, устойчивости и качеству. – Москва, 2010. – 69 с.
7. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений и проблемы агросферы (теория и практика). В двух томах. – Москва: ООО «Издательство Агрорус», 2004. – 1156 с.
8. Корниенко А.В. Человек, сахароносы, сахарозаменители и натуральные подсластители. – Москва, 2007. – 325 с.
9. Малецкий С.И. Генетика сахарной свеклы. – Новосибирск: Наука, 1984. – 208 с.
10. Новосельцев В.И., Мельников В.М. Конфликтология: учебное пособие. – Воронеж: Российская академия правосудия (Центральный филиал), 2004. – 290 с.
11. Рогов И.А., Антипова Л.В., Шувьева Г.Н. Пищевая биотехнология: в 4 кн. – М.: Колос, 2004. – 440 с.
12. Marilyn Ferguson. Les Enfants du Verseau. – Paris: Calmann-Levy, 1981
13. Le Moigne J. L. La Theorie du Systeme general; Theorie de la modelisation. – Paris: PUF, 1977.
14. Le Moigne J. L. La Theorie du Systeme general. – Monaco, 1983.
15. <http://ekonayka.narod.ru/terra.html>

KORNIENKO A.V.¹, A.K. BUTORINA A.K.¹, A.V. MORGUN A.V.², TRUSH S.G.², MANKO A.A.²

¹ *Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar of RAAS*

Russia, 96030, Voronezh Region, Ramon, e-mail: kornienko@mlkbsl.vsi.ru

² *Institute of Agrarian Sciences of Ukraine root crops*

Ukraine, 20300, Cherkasy region., Uman, st. International, 4

PHENOMENA OF VARIABILITY AND INHERITANCE ARE THE BASE OF LIVING ORGANISM SYSTEMS' EVOLUTION

A new theory and terminology to determine of variability, mutations, and combination variability mechanisms is stated.

Key words: variability, inheritance, mutations, recombinations.

КОРШИКОВ И.И.¹, ТКАЧЕВА Ю.А.¹, ЛАПТЕВА Е.В.², МИЛЬЧЕВСКАЯ Я.Г.¹

¹ *Донецкий ботанический сад НАН Украины*

Украина, 83059, Донецк-59, пр. Ильича, 110, e-mail: dbsgenetics@gmail.com

² *Криворожский ботанический сад НАН Украины*

Украина, 50089, г. Кривой Рог ул. Маршака, 50, e-mail: botgard@ukpost.ua

ЯДЕРНО-ЯДРЫШКОВЫЙ ПОЛИМОРФИЗМ В КРАЕВЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ ЧЕТЫРЕХ ВИДОВ ХВОЙНЫХ

Анализ функционирования ядрышкового организатора (ЯО) – перспективный показатель с точки зрения характеристики эколого-генетического потенциала различных популяций растений [4]. Активность ЯО выражается по его конечному продукту – величине ядрышка. Чем оно крупнее, тем интенсивнее синтез белка, РНК и рибосом в клетке. Увеличение числа ядрышек связывают с усилением функциональной активности клетки, например, при различного рода стрессовых воздействиях. Эти факторы, как правило, активируют деятельность ЯО в клетках растений. Играя важную роль в синтетических процессах, ядрышко обеспечивает вступление

клетки в митоз [1, 4, 6]. Структура и динамика преобразования ядрышка и его компонентов в настоящее время рассматривается как динамичная генетическая система, которая во многом взаимосвязана с процессами клеточного цикла [13].

Количественные показатели ядрышек и ядерно-ядрышковое соотношение давно используются в популяционном анализе растений, в решении вопросов их эволюции и филогении [3, 4, 5]. Ядерно-ядрышковое соотношение является хорошим показателем активности белоксинтезирующей системы клетки [12]. У семенного потомства популяций растений цитогене-

тические показатели, как правило, опосредованно связаны с почвенно-климатическими условиями их мест произрастания [2].

Материал и методы.

Объектом исследований были представители четырех видов семейства Pinaceae Lindl. из краевых популяций. Семена сосны крымской (*Pinus pallasiana* D. Don) собраны с 40 деревьев, возрастом от 80 до 100 лет в природной популяции Горного Крыма (район пгт Никита). В Кременецком холмогорье (Тернопольская область) с 30 растений 40-летнего возраста собраны семена сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). В исследовании использовали одну из «островных» изолированных популяций ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.) в Украинском Полесье (Ростаньское лесничество, Волынская область). Семена собраны с 38 деревьев возрастом 65 – 75 лет. Семена сосны пицундской (*Pinus brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba) получены из Пицунды.

Результаты и обсуждение.

У четырех исследуемых видов хвойных в интерфазных клетках корешков семян ядрышки

Цель работы – сравнительный анализ ядерно-ядрышкового полиморфизма у четырех видов хвойных в их краевых популяциях.

Анализ проводили на временных препаратах меристематических тканей корешков проростков семян. Семена проращивали в чашках Петри на влажной фильтровальной бумаге в термостате при температуре 23–25°C. Корешки длиной 1,0–1,5 см фиксировали в уксусном этаноле (1:3). Для окрашивания ядрышек применяли 50 % раствор азотнокислого серебра [7]. Давленные препараты готовили по стандартной методике. Просмотр микропрепаратов осуществляли с помощью микроскопа Primo Star (Carl Zeiss) при увеличении 40x10. Для фотографирования препаратов применяли цифровую камеру Canon PowerShot A620. Промеры осуществляли на цифровых снимках с помощью программного обеспечения Axio Vision Rel. 4.7.

хорошо проявлялись при окраске их AgNO₃ (рис.).

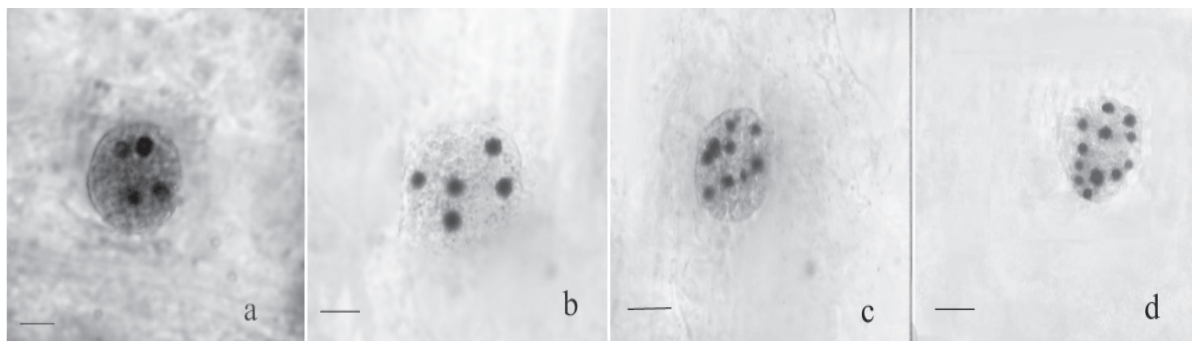


Рис. Ядрышки в интерфазных клетках корневой меристемы семян четырех видов хвойных: а – *Pinus sylvestris* L., б – *Pinus pallasiana* D. Don, в – *Pinus brutia* var. *pityusa* (Steven) Silba, д – *Picea abies* (L.) Karst. Увеличение: 40x10

Четыре вида хвойных отличались по диапазонам варибельности клеток с минимальным и максимальным количеством ядрышек (табл. 1). Наибольший предел варьирования – 1 – 13 ядрышек выявлен в интерфазных ядрах клеток проростков *P. brutia* var. *pityusa*, а наименьший в клетках *P. sylvestris* – 2 – 9.

Исследуемые виды отличались по структуре распределения клеток с разным числом ядрышек. Так, например, у *P. abies* и *P. sylvestris* преобладали клетки с 4 – 7 ядрышками, на которые приходилось соответственно 91% и 91,9% от общего числа исследованных клеток. У средиземноморских видов – *P. pallasiana* и *P. brutia* var. *pityusa* доминировали клетки с 3 – 7 и 5 – 9

ядрышками, на долю которых приходилось 92,1% и 84,2% соответственно. Следует отметить, что у *P. brutia* var. *pityusa* 10,8% клеток имели 10 – 13 ядрышек, в то время как у остальных видов таких клеток было не больше 0,4%. У трех видов – *P. abies*, *P. pallasiana* и *P. sylvestris* среднее количество ядрышек в одном ядре варьировало в близких пределах 5,2 – 5,4, заметно большим оно было у *P. brutia* var. *pityusa* – 7,3.

Различия в функциональной активности ЯО проявляются в кариологической дифференциации и в адаптивных возможностях растений. Гены, контролирующие синтез рРНК выявляются цитологически, как правило, в виде вторичных перетяжек хромосом. Ядрышко представля-

ет собой морфологическое выражение активности ЯО, а само ядрышко и ядрышковые структуры доступны для количественного и качественного анализа [5, 6]. У кукурузы ЯО – это функционально активный локус и за формирование ядрышка отвечают не все рДНК копии, а лишь

три функциональные зоны. Все они взаимосвязаны и могут взаимозаменяться. С параметрами клеточного цикла строго соотносится функционирование ЯО и формирование ядрышка. Максимальная транскрипционная активность ЯО приходится на премейотическую интерфазу [8].

Таблица 1. Частота встречаемости интерфазных ядер с различным числом ядрышек в клетках корневой меристемы семян четырех видов хвойных

Выборка	Частота встречаемости ядер с разным количеством ядрышек, % количество ядрышек в 1 ядре													Среднее количество ядрышек в ядре
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
<i>Picea abies</i> (L.) Karst.	0	0,1	4,8	18,4	35,9	23,3	13,4	3,4	0,3	0,4	0	0	0	5,4±0,04
<i>Pinus pallasiana</i> D. Don	0,3	2,3	10,7	18,9	23,6	28,1	10,8	3,3	1,6	0,3	0,1	0	0	5,2±0,05
<i>Pinus sylvestris</i> L.	0	0,5	4,7	17,6	28,8	29,5	16	2,7	0,2	0	0	0	0	5,4±0,04
<i>Pinus brutia</i> var. <i>pityusa</i> (Steven) Silba	0,1	0,3	0,8	3,8	11,5	16,4	25,1	18	13,2	5,7	4,1	0,8	0,2	7,3±0,04

В интерфазных клетках древесных растений обычно присутствуют 1 – 2 ядрышка, однако у хвойных ядрышек значительно больше. Например, в клетках *P. sylvestris* количество ядрышек варьирует от 1 до 12, хотя в экологически благоприятных условиях их число ограничивается 3 – 6 [10]. В сравнительных исследованиях показано, что *P. sylvestris* и филогенетически близкая к ней сосна меловая (*P. sylvestris* L. var. *cretacea* Kalenicz. ex Kom.) отличались по количественному полиморфизму ядрышек в клетках корешков их семян. У *P. sylvestris* 83,7% клеток имели 3 – 6 ядрышек, а у *P. sylvestris* var. *cretacea* доля таких клеток в четырех популяциях варьировала от 47,5% до 76,1%. Во всех популяциях этого таксона доля клеток с 7 – 8 ядрышками была в 3,7 – 12 раз больше, чем в популяции *P. sylvestris*. Эти отличия объясняются разным уровнем метаболической активности у этих видов сосны и как проявление своеобразного механизма адаптации *P. sylvestris* var. *cretacea* к специфическим эдафическим условиям произрастания [3]. В неблагоприятных условиях, например, на болотах у *P. sylvestris* отмечено повышенное количество ядрышкообразующих хромосом [9]. Увеличение количества ядрышек на ядро возможно при полиплоидии, а также анеуплоидии, однако удвоение набора хромосом не ведет к автоматическому удвоению суммарного

объема ядрышек [1, 6].

Изучаемые нами *P. abies* и *P. pallasiana* имели наиболее крупные ядра в интерфазных клетках, в среднем соответственно – 199,5 мкм² и 192,6 мкм² (табл. 2). Наименьшие ядра – в среднем 170,9 мкм² выявлены в клетках *P. sylvestris*, однако у этого вида как и у *P. brutia* var. *pityusa* обнаружены самые крупные ядрышки. Средняя площадь ядрышек у этих двух видов была в 1,7 и 2,1 раза больше, чем у *P. abies* и *P. pallasiana*. Так как у *P. abies* наиболее крупные ядра и наименее мелкие ядрышки, то соответственно наибольшим оказалось ядерно-ядрышковое соотношение – 12,7. Наименьшим это соотношение было у *P. sylvestris* – 4,0 и у *P. brutia* var. *pityusa* – 4,5.

Ядерно-ядрышковое соотношение, как показано в популяционных исследованиях его изменения в клетках меристемы корня и эпидермиса трех видов рода *Actaea* L. имеет определенное значение для каждого вида. При этом выявлено, что активность ЯО в эпидермисе зависит от его возраста и особенностей эколого-климатических условий. В стареющих тканях листьев растений отмечено снижение ядрышкового материала [5]. Уменьшение ядерно-ядрышкового соотношения обычно следствие возрастающего объема ядрышка в ядре, что напрямую связывают с усилением биосинтетиче-

ских процессов в клетке [4, 12]. У высокопродуктивных гибридов свеклы (*Beta vulgaris* L.)

прослеживается тенденция к увеличению размеров ядрышек [11].

Таблица 2. Средняя площадь ядра и ядрышек, а также ядерно-ядрышковое соотношение в интерфазных клетках корешков проростков семян четырех видов хвойных

Выборка	Средняя площадь 1 ядра, мкм ²	Средняя площадь яд- рышек в 1 ядре, мкм ²	Ядерно-ядрышковое соотношение
	M±m		
<i>Picea abies</i> (L.) Karst.	199,5±13,6	22,1±5,3	12,7±0,7
<i>Pinus pallasiana</i> D. Don	192,6±10,2	28,6±1,4	7,2±0,4
<i>Pinus sylvestris</i> L.	170,9±3,9	46,5±2,1	4,0±0,2
<i>Pinus brutia</i> var. <i>pityusa</i> (Steven) Silba	184,3±7,7	47,2±2,3	4,5±0,2

Заключение

Таким образом, исследуемые виды хвойных отличались по активности ЯО в клетках корневой меристемы семян краевых популяций. Установленные отличия можно рассматривать

как норму реакции ядрышковой активности в их потомстве на природно-климатические условия краевой части их ареалов и цитогенетический показатель – их межвидовой дифференциации.

Литература

1. Бондарь Л.М., Частоколенко Л.В., Баранова В.А. Популяционный анализ активности ядрышкового организатора у растений *Vicia cracca* L. // Генетика. – 1987. – Т. 23, № 2. – С. 317–324.
2. Буторина А.К., Черкашина О.Н., Чернодубов А.И. и др. Изменчивость цитологических показателей семян сосны обыкновенной уникального Хреновского бора // – Генетика. – 2005. – Т. 41, № 6. – С. 778–783.
3. Буторина А.К., Мозгалина И.Г. Особенности цитогенетических показателей сосны меловой и сосны обыкновенной // Экология. – 2004. – № 3. – С. 185–189.
4. Дуброва Н.А. Изучение дифференциальной активности ядрышковых организаторов хромосом у дикорастущих растений сем. *Ranunculaceae* // Цитология и генетика. – 1986. – № 4. – С. 302–303.
5. Дуброва Н.А., Малахова Л.А. Изучение полиморфизма ядрышкообразующих хромосом у видов рода *Actaea* L. (*Ranunculaceae* Juss.) // Цитология и генетика. – 1980. – № 5. – С. 3–8.
6. Кикнадзе И.И. Функциональная организация хромосом – Л.: Наука. Ленингр. отд, 1972. – 211 с.
7. Муратова Е.Н. Методики окрашивания ядрышек для кариологического анализа хвойных // Ботан. журн. – 1995. – Т. 80, № 2. – С. 82–86.
8. Похмельных Г.А., Шумный В.К. Функциональная и мутационная изменчивость гетерохроматического района ядрышкового организатора у кукурузы (изменчивость гетерохроматинового района ЯО) // Генетика. – 2009. – Т. 45, № 5. – С. 631–641.
9. Седельникова Т.С., Муратова Е.Н., Ефремов С.П. Кариологические особенности видов хвойных на болотах и суходолах Западной Сибири // Сиб. ботан. журн. – 2000. – Т. 2, № 1. – С. 73–80.
10. Черкашина О.Н. Цитогенетический мониторинг насаждений сосны обыкновенной в условиях Хреновского и Усманского боров : автореф. на соискание уч. степени канд. биол. наук: специальность 03.00.16 «Экология». – Воронеж, 2007. – 22 с.
11. Чугункова Т.В. Цитогенетические особенности свеклы при инбридинге и гетерозисе // Физиология и биохимия культ. растений. – 2006. – Т. 38, № 2. – С. 153–159.
12. Шахбазов В.Г., Шестопалова Н.Г. Некоторые особенности ядрышка и ядра в клетках гибридного лука // Докл. АН СССР. – 1971. – Т. 196, № 5. – С. 1207–1208.
13. Raska I., Shaw P.J., Cmarco D. New insight into nucleolar architecture and activity // Int. Rev. Cytol. – 2006. – Vol. 255. – P. 177–235.

KORSHIKOV I.I.¹, ТКАЧОВА YU.A.¹, LAPTEVA H.V.², MILCHEVSKA YA.H.¹

¹Donetsk Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine
Ukraine, 110 Pr. Illicha, 83059 Donetsk, e-mail: dbsgenetics@gmail.com

²Krivoi Rig Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine
Ukraine, 50 St. Marshaka, 50089 Krivoy Rig, e-mail: botgard@ukpost.ua

THE NUCLEUS-NUCLEOLUS POLYMORPHISM IN SEEDS OF MARGINAL POPULATIONS OF FOUR CONIFER SPECIES

Aims. Comparative analysis of nucleus-nucleolus polymorphism in marginal populations of four conifer spe-

cies. **Methods.** Nucleoli staining with AgNO₃ in interphase cells of seedlings. **Results.** The narrowest range of variability of the nuclei number in an interphase cell (2 – 9) is characteristic of the species with a wide range – *Pinus sylvestris* L., and the widest range of this variability is characteristic of *P. brutia* var. *pityusa* (1 – 13), as well as the highest number of nucleoli in a nucleus (7,3). These species had also the lowest nucleus-nucleolus ratio (4 – 4,5), which is notably lower than its values in *P. pallasiana* in Crimea (7,2), and *Picea abies* in Ukrainian Polesye (12,7). **Conclusions.** The studied conifer species differed significantly by the activity of nuclear organizer.

Key words: nucleolus, four conifer species, seedlings.

МИХАЛЬСЬКА Л.М., РЯЗАНОВА М.Є, ШВАРТАУ В.В.

Інститут фізіології рослин і генетики Національної академії наук України, 03022, м. Київ, вул. Васильківська, 31/17, e-mail: Mykhalskaya_L@ukr.net

ВПЛИВ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ НА АКТИВНІСТЬ ГЕРБІЦИДУ АКСІАЛ У ПОСІВАХ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

Серед хлібних злаків за своєю значимістю пшениця посідає перше місце, оскільки її харчова цінність та висока екологічна пластичність, що робить її придатною для вирощування у найрізноманітніших кліматичних умовах, є неперевершеними. Ця культура вирощується практично в усіх країнах, які мають достатньо розвинуте сільськогосподарське виробництво, і являє основу харчового раціону переважної частини людства. В Україні озима пшениця займає перше місце за посівними площами та є головною продовольчою культурою [1]. Важливою складовою високих рівнів урожаїв є застосування мікроелементів у позакореновому підживленні. При цьому, системи позакоренового підживлення інтегруються в системи захисту рослин від бур'янів, шкідників та хвороб. Застосування композицій елементів живлення з гербіцидами може як посилювати ефективність засвоєння поживних елементів та дію засобів захисту, так і, у багатьох випадках, різко знижувати ефективність препаратів, часом до прямих проявів фітотокси-

чності на культурних рослинах [6-8].

Серед найбільш відомих обмежень необхідно зазначити зниження фітотоксичності похідних 2,4-Д, бензойної кислоти, гліфосату та інших препаратів з фосфометилгліцином при застосуванні з двовалентними катіонами [3, 4].

Мідь, марганець та цинк є редокс-активними перехідними металами, необхідними для росту і розвитку рослин. Мідь відіграє важливу роль у метаболізмі клітинної стінки, окислювальному фосфорилуванні, мобілізації заліза та біогенезі молібдену [8]. Марганець бере участь у переносі електронів у фото системі II, а цинк впливає на проникність мембран і стабілізує клітинні компоненти та системи [2]. Тому є важливим визначення можливості застосування цих мікроелементів з пестицидами.

Таким чином, метою нашої роботи було дослідити вплив мікродобрив, що містять мідь, цинк та марганець на активність гербіциду Аксиал, а також їх сумісний вплив на урожайність високоінтенсивних сортів озимої пшениці.

Матеріали та методи

Польові та виробничі дослідження проводили на посівах озимої пшениці у ТОВ «Агросервіс» м. Жашків Черкаської області (ділянки площею 1 га) та Дослідного сільськогосподарського виробництва Інституту фізіології рослин і генетики НАН України (ДСВ ІФРГ НАНУ), смт. Глеваха Васильківського р-ну Київської обл. Залікова площа ділянок 10 м², повторність – 6-10 кратна. Контролем слугували варіанти без обробки та фон N90P60K60S10.

Досліди у ДСВ ІФРГ НАНУ проводили на темно-сірому опідзоленому ґрунті, піщано-легкосуглинковому за механічним складом, у

ТОВ «Агросервіс» – на типових чорноземах.

Вегетаційний сезон 2012 року відрізнявся тривалими високими температурами. Влітку температура піднімалася до 42 °С. У зоні досліджень за вегетаційний період сума активних температур (більше +10 °С) становила близько 2600-2900 °С. Опадів протягом року випадало від 530 до 650 мм., а за літній період у середньому 180-220 мм.

Дослідження проводили на виробничих посівах озимої пшениці сорту Смуглянка. Насіння протруювали Селест Топ 312,5 FS т.к.с. з монокалійфосфатом. Рослини обробляли фунгіци-