

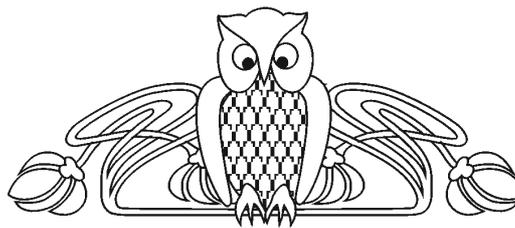


УДК 581.143.6 + 582.5

ОСОБЕННОСТИ КЛОНАЛЬНОГО МИКРОРАЗМНОЖЕНИЯ РЯБИНЫ СОРТА «ГРАНАТНАЯ»

А. С. Решетова, А. С. Кашин

Саратовский государственный университет
E-mail: kashinas2@yandex.ru



Подобран оптимальный вариант стерилизации эксплантов рябины сорта «Гранатная» для введения в культуру *in vitro*. Показано, что оптимальным вариантом среды для клонального микро-размножения является питательная среда WPM с добавлением 1,0 мг/л БАП. При этом спонтанное укоренение регенерантов отмечено только на безгормональных вариантах питательных сред. Установлено, что оптимальным вариантом питательной среды на этапе укоренения является 1/2WPM с добавлением 1,0 мг/л НУК. Получена стабильно размножающаяся культура и достигнут регулярный выход регенерантов.

Ключевые слова: рябина сорта «Гранатная», клональное микро-размножение, укоренение микрочеренков, адаптация регенерантов к нестерильным условиям.

Features of Klonal Micropropagation of the Mountain Ash, Var. «Granatny»

A. S. Reshetova, A. S. Kashin

The optimum variant of explant sterilization of mountain ash var. «Granatnaya» for introduction in culture *in vitro* has been picked up. It is shown that the nutrient medium WPM with addition of 1,0 mg/l of BAP is optimum for klonal mikropropogation, spontaneous regenerating rooting being found only on nutrient media without hormones. It has been established that the optimum variant of the nutrient medium at the stage of rooting is 1/2WPM with addition of 1,0 mg/l of NAA. Steadily propagating culture has been obtained and regular development of regenerants has been reached.

Key words: mountain ash var. «Granatnaya», klonal mikropropagation, rooting of microshanks, adaptation of regenerants or unsterile conditions.

Современные методы биотехнологии, в частности метод культуры изолированных тканей, позволяют осуществлять ускоренное размножение новых форм, сортов и даже единичных экземпляров растений, обладающих хозяйственно-ценными признаками.

Метод культуры изолированных тканей особенно успешно применяется для размножения и оздоровления травянистых видов растений. Значительно труднее регенерируют и размножаются в культуре *in vitro* сорта и формы древесных культур [1]. При этом в питомниках остро стоит проблема разработки и внедрения наиболее

экономичных технологий получения корнесобственных саженцев древесных [2]. Технология микроклонального размножения относится к числу перспективных, а зачастую единственно возможной технологией массового получения таких растений, – в частности, для трудноукореняемых и трудноразмножаемых семенным и вегетативным путём древесных растений. Несмотря на имеющиеся сложности и проблемы, в настоящее время микроклональное размножение широко применяется и для массового размножения многих хозяйственно-ценных плодовых и декоративных видов древесных (вишня, черешня, слива, абрикос, малина, ежевика, сирень и др.) [3–10]. Полученные в результате клонального микро-размножения древесных и кустарниковых форм растения характеризуются высокой побего-образовательной способностью [10].

Однако далеко не все виды древесных и кустарниковых растений успешно размножаются микрочеренкованием. В каждом конкретном случае даже для отдельных сортов или ценных генотипов требуется подбор специфичных условий культивирования для каждого из этапов микро-размножения.

Площадь рябиновых насаждений в России исчисляется примерно 370 тыс. га, но промышленных насаждений этой породы немного [11]. Рябина нетребовательна к условиям произрастания, высокозимостойка, скороплодна, иммунна, высокопродуктивна, декоративна и является хорошим медоносом [11, 12]. Разработка эффективной методики микроклонального размножения позволит в короткие сроки массово получать посадочный материал этой культуры.

Растения видов рода *Sorbus* L. редко используются в культуре *in vitro*. Лишь у *S. domestica* L. индуцирован эмбриогенез в культуре пыльников *in vitro* [13, 14], а для *Sorbus aucuparia* L. [15, 16], двух культурных сортов *Sorbus alnifolia* (Siebold & Zucc.) K. Koch [17] и *Sorbus torminalis* [L.] Crantz [18] разработаны эффективные способы массового получения посадочного материала



путём клонального микроразмножения с использованием в качестве эксплантов верхушечных и пазушных меристем. Рябина сорта «Гранатная», имеющая гибридную природу, до настоящего времени в культуре *in vitro* не вводилась, хотя перспективность использования метода клонального микроразмножения для массового получения посадочного материала данного сорта очевидна.

Целью работы было введение в культуру *in vitro* и изучение особенностей культивирования рябины обыкновенной сорта «Гранатная», подбор оптимального состава питательных сред и условий культивирования на разных этапах микроразмножения и роста растений, получение стабильно размножающейся культуры и регулярный выход укорененных регенерантов.

Материал и методика

Объектом исследований является рябина сорта «Гранатная». Она имеет гибридную природу. Межродовые гибриды *Crataegus sanguinea* × *Sorbus aucuparia* были получены И. В. Мичуриным в 1925 г. Лучшее из гибридных растений, давшее на пятый год жизни крупные граненые плоды темно-красного гранатного цвета, было признано сортом, которому присвоили имя «Гранатная». Иногда его называют Мичуринская гранатная. За рубежом сорт известен как *Ivan's belle* [19].

Рябина сорта «Гранатная» – поливитаминное растение. Ее плоды содержат до 30 мг/% витамина С, 12 мг/% каротина, а также витамины В₂, В₉, К, Р, Е, пектины, макро- и микроэлементы. Внешне представляет собой дерево высотой до 3–4 м, весьма похожее на рябину обыкновенную (*S. aucuparia*). Живет до 20–25 лет. Зимостойка. Побеги хорошо вызревают и обычно не повреждаются ни солнечными ожогами, ни морозами, ни заморозками. Светолюбива, хотя и мирится с некоторым затенением. Несмотря на то что данный сорт рано начинает вегетацию, цветет он поздно, поэтому цветки почти никогда не повреждаются возвратными заморозками [20].

В качестве эксплантов использовали апикальные и пазушные почки с верхней части побегов.

Стерилизацию проводили путём обработки слабым раствором перманганата калия в течение 20 мин, затем – раствором синтетического моющего средства «Domestos» – 20 мин. После этого выдерживали в 3% растворе «Фундазола» 15 мин, промывали проточной водой 40 мин. Обрабатывали 70% этиловым спиртом; после чего экспланты выдерживались в 10% растворе «Лизоформина» в течение 15 мин и трехкратно промывались стерильной водой. При такой схеме стерилизации 53.3% высаженных эксплантов спустя 1 месяц

культивирования были стерильными, 26.6% из них приступили к дальнейшему росту и развитию и впоследствии успешно размножились.

Стерильные экспланты высаживали на питательную среду Мурасиге-Скуга (MS) [21] с добавлением 0.5 мг/л 6-бензил-аминопурина. Культивировали при температуре 24±1 °С и 16-часовом фотопериоде. По мере развития эксплантов (рис. 1) их переносили на свежую питательную среду. Пассажи производили через каждые 3–5 недель в зависимости от состояния культуры и интенсивности размножения.

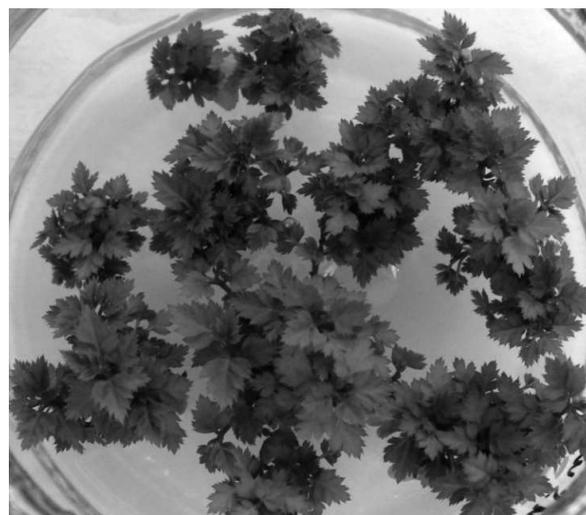


Рис. 1. Конгломераты микропобегов рябины сорта «Гранатная» на питательной среде после 4 недель культивирования перед первым пассированием

После получения достаточного количества микропобегов часть из них использовали для определения интенсивности (коэффициента) размножения и особенностей роста микропобегов последующих пассажей в зависимости от варианта питательной среды, на которой производилось культивирование. На каждый из 14 вариантов питательной среды, различавшихся как базовым составом, так и составом фитогормонов (табл. 1), высаживали по 30 микропобегов и культивировали на ней в течение 4 недель. Использовали два варианта базового состава питательной среды: MS и WPM [22]. При этом во все варианты среды добавляли одинаковое количество витаминов и сахарозы (20 г/л). Варьируемыми компонентами сред были либо концентрация фитогормона БАП, либо, – в случае базовой среды WPM, сочетание этого гормона с другими фитогормонами нескольких уровней концентрации.

На следующем этапе исследований подбирали оптимальный вариант питательной среды для укоренения полученных микропобегов. С этой



Таблица 1

Некоторые параметры роста и развития микророботов рябины сорта «Гранатная» на этапе размножения после 4 недель культивирования на средах различного состава

№	Вариант питательной среды	Параметр							Спонтанное укоренение, %
		Число побегов, шт.	Длина побега, мм	Диаметр каллуса, мм	Жизнеспособность, 0–5 баллов	Коэффициент размножения	Жизнеспособность, 0–5 баллов		
1	Безгормональная	3.5±1.4	7.8±0.6	2.0±0.3	4.7±0.2	1.5±0.2	4.7±0.2	1.5±0.2	16.7
2	БАП 0.5 мг/л	8.3±1.3	11.3±0.3	4.0±0.4	3.7±0.3	7.1±0.9	3.7±0.3	7.1±0.9	0
3	БАП 1.0 мг/л	11.4±1.6	10.3±0.3	4.3±0.5	5.0±0.1	6.0±0.7	5.0±0.1	6.0±0.7	0
4	БАП 2.0 мг/л	13.9±1.3	9.4±0.2	4.0±0.8	4.5±0.1	10.1±1.1	4.5±0.1	10.1±1.1	0
5	БАП 3.0 мг/л	10.0±0.9	6.3±0.1	2.2±0.5	2.9±0.4	3.9±0.5	2.9±0.4	3.9±0.5	0
6	Безгормональная	1.3±0.1	11.7±0.8	1.3±0.3	4.8±0.1	1.6±0.1	4.8±0.1	1.6±0.1	20.0
7	БАП 0.5 мг/л	9.1±0.8	14.4±0.5	5.2±0.4	4.7±0.1	4.6±0.6	4.7±0.1	4.6±0.6	0
8	БАП 1.0 мг/л	15.7±1.8	13.1±0.2	5.8±0.4	4.9±0.1	8.7±1.0	4.9±0.1	8.7±1.0	0
9	БАП 2.0 мг/л	10.5±0.9	6.7±0.1	3.7±0.4	4.9±0.1	3.8±0.3	4.9±0.1	3.8±0.3	0
10	БАП 3.0 мг/л	12.4±1.2	7.2±0.1	6.2±0.7	4.3±0.1	3.5±0.6	4.3±0.1	3.5±0.6	0
11	WRM БАП 0.5 мг/л КН 0.1 мг/л	6.6±0.5	6.7±0.4	2.6±0.5	4.2±0.1	2.8±1.1	4.2±0.1	2.8±1.1	0
12	БАП 0.5 мг/л ИУК 0.1 мг/л	8.3±0.8	7.3±0.2	2.8±0.4	4.4±0.1	1.8±0.5	4.4±0.1	1.8±0.5	0
13	БАП 0.5 мг/л НУК 0.1 мг/л	6.9±1.1	7.5±0.2	3.3±0.4	4.5±0.1	2.3±0.2	4.5±0.1	2.3±0.2	0
14	БАП 0.5 мг/л ИМК 0.1 мг/л	7.0±0.1	8.9±0.3	3.7±0.5	4.7±0.1	3.8±0.4	4.7±0.1	3.8±0.4	0

Примечания. Здесь и далее MS – среда Murashige, Scoog (1962); WPM – среда Lloyd, McSown (1980); БАП – 6-бензиламинопурин; КН – кинетин; ИУК – в-индоллил-3-уксусная кислота; ИМК – в-индоллил-3-масляная кислота.



целью было апробировано 15 вариантов питательной среды, различающихся базовым составом (1/2 MS или S WPM) и составом фитогормонов (табл. 2). Так же как на предыдущем этапе исследования на каждый вариант среды высаживали по 30 микропобегов и культивировали на ней в течение 4 недель, затем анализировали.

Результаты и их обсуждение

При подборе оптимального состава питательной среды для размножения рябины сорта «Гранатная» методом микрочеренкования учитывались не только число побегов, сформировавшихся на каждом из приступивших к росту и развитию экспланте, и коэффициент размножения (число сформировавшихся побегов на 1 эксплант), но и морфометрические параметры сформировавшихся микропобегов (длина побега) (рис. 2) или

других продуктов развития эксплантов (диаметр каллуса). Также оценивалось общее состояние сформировавшихся микрочеренков и их жизнеспособность (жизненность) по пятибалльной шкале. При этом на ноль баллов оценивали полностью некротизировавшие в ходе культивирования побеги; 1 балл – побеги, большей частью некротизировавшие, но имеющие хотя бы одну зеленую почку, способную развиваться; 2 балла – побеги зеленые на 30–40%; 3 балла – растение в целом жизнеспособное, но имеющее отдельные некротизирующие или гипероводненные (витрифицированные) побеги; 4 балла – хорошо развитые растения с незначительными признаками некроза или гипероводнения; 5 баллов – хорошо развитые, с не менее чем 2–3 листочками, зеленые побеги при полном отсутствии у них признаков витрификации и некроза.



Рис. 2. Микропобеги рябины сорта «Гранатная» на стадии размножения

Среди 14 вариантов питательных сред двух базовых составов максимальное число побегов на каждый из приступивших к росту и развитию эксплант и наиболее высокий коэффициент размножения были получены в двух вариантах – на питательной среде MS с добавлением 2.0 мг/л БАП и на среде WPM с добавлением 1.0 мг/л БАП. Очевидно, что на среде WPM достижение аналогичного результата возможно при меньшей (в 2 раза) концентрации фитогормона, что более экономично. При этом максимальная длина побегов имела место также на среде WPM при концентрациях гормона БАП 0.5 и 1.0 мг/л.

На среде MS наблюдалось несколько меньшее образование каллуса при равных концентрациях БАП. Однако это не являлось основополагающим фактором при выборе оптимального состава питательной среды, так как образующийся

каллус не мешал развитию микропобегов и не причинял значительных неудобств при последующей работе с культурой.

Наиболее высокой жизнеспособностью обладали растения, культивируемые на среде MS с добавлением 1.0 мг/л БАП и на среде WPM с добавлением 1.0 или 2.0 мг/л БАП.

Спонтанное укоренение растений было отмечено только на безгормональных вариантах питательных сред.

В вариантах эксперимента, где БАП использовался в сочетании с другими фитогормонами (кинетин, ИУК, НУК, ИМК) все показатели оказались более низкими, на основании чего был сделан вывод о нецелесообразности их применения.

Таким образом, из результатов анализа всей совокупности параметров роста и развития сле-



Таблица 2

Некоторые параметры роста и развития регенерантов рябины сорта «Гранатная» на этапе укоренения после 4 недель культивирования на средах различного состава

№ п/п	Вариант питательной среды	Параметр							
		Длина побега, мм	Число корней, шт.	Длина корней, мм	Размер каллуса, мм	Жизнеспособность, 0-5 баллов	Частота ризогенеза, %	В том числе с корнями второго порядка	
1	Безгормональная	11.6±0.6	3.0±0.6	7.2±1.5	2.6±0.4	4.8±0.1	10.0	0.0	
2		18.5±1.0	2.6±0.4	10.0±1.0	1.1±0.3	4.8±0.1	56.7	0.0	
3		17.0±0.9	3.7±0.5	8.1±0.6	2.8±0.4	4.8±0.1	70.0	0.0	
4		1/2MS	20.8±1.2	4.3±0.6	7.2±0.3	1.1±0.4	4.8±0.1	60.0	0.0
5			18.4±1.1	3.8±0.5	12.6±1.2	1.2±0.3	4.4±0.1	83.0	20.0
6			18.3±1.2	4.0±0.6	12.0±1.2	2.9±0.5	4.7±0.1	90.0	22.2
7		ИМК1,0 мг/л	15.4±0.9	5.5±0.6	7.0±0.3	2.8±0.4	4.9±0.1	83.3	8.0
8	WPM безгормональная	16.4±1.0	2.2±0.5	7.1±0.7	0.5±0.2	5.0±0.0	50.0	0.0	
9		16.9±1.1	3.1±0.6	10.9±1.3	1.4±0.3	4.4±0.2	33.3	0.0	
10	1/2WPM	15.5±0.8	3.8±0.5	12.5±1.1	2.3±0.4	4.7±0.1	73.3	9.1	
11		16.9±1.2	4.5±0.8	11.2±1.2	2.5±0.4	4.7±0.1	68.0	5.9	
12		14.1±0.9	4.8±0.6	13.5±1.4	2.5±0.3	4.5±0.1	76.7	27.0	
13	ИМК1,0 мг/л	12.8±1.0	6.0±0.6	6.6±0.3	0.9±0.4	4.9±0.1	100.0	0.0	
14		12.7±0.7	7.0±0.8	14.7±0.6	1.7±0.5	4.7±0.1	90.0	11.1	
15		13.8±0.7	4.9±0.6	10.8±0.6	3.1±0.3	4.8±0.1	83.3	8.0	



дует, что оптимальным вариантом среды для культивирования рябины сорта «Гранатная» на этапе микроразмножения является питательная среда WPM с добавлением 1.0 мг/л БАП. Среда MS с добавлением 1.0 мг/л БАП была в этом отношении менее эффективна.

Полученные для рябины сорта «Гранатная» результаты анализа эффективности состава питательной среды на этапе микроразмножения отличаются от аналогичных результатов успешного микроразмножения двух сортов рябины ольхолистной (*S. alnifolia*). Лучшие показатели на этапе микрочеренкования для этих сортов были отмечены, напротив, на среде MS с добавлением 1.0 мг/л БАП [17].

На следующем этапе исследования подбирали оптимальный состав питательной среды для укоренения микропобегов (рис. 3). В качестве основы использовались питательные среды MS и WPM с вдвое уменьшенным содержанием солей и уменьшенным содержанием сахарозы до 10 мг/л (см. табл. 2). Без добавления гормонов частота ризогенеза была очень низкой (около 10% на среде 1/2 MS и 33.3% на среде 1/2 WPM). Частота ризогенеза, равная 100%, наблюдалась на среде 1/2 WPM с добавлением 1 мг/л ИУК. Высокий процент укореняемости (90%) наблюдался и при использовании фитогормона НУК в концентрации 1.0 мг/л, независимо от варианта среды, взятого за основу (1/2 MS или S WPM). При этом наиболее высокой жизненностью обладали растения, культивируемые на среде 1/2 MS с добавлением 1 мг/л ИМК, а также на среде S WPM с добавлением 1.0 мг/л ИУК.



Рис. 3. Укорененные регенеранты рябины сорта «Гранатная», готовые к высадке в грунт

На следующем этапе полученные укорененные регенеранты адаптировались к нестерильным условиям (рис. 4). Для этого растения высаживались в смесь земли, песка и торфа в соотношении 3:1:1. Предварительно субстрат проливался раствором «Фитоспорина». Адаптацию регенерантов к тепличным условиям производили при 23–24 °С и 16-часовом фотопериоде. Сосуды с высаженными регенерантами помещали в герметично закрытые полиэтиленовые пакеты. Со второго дня после высадки регенерантов полиэтиленовые пакеты приоткрывали на несколько часов в день, с каждым днем увеличивая время экспозиции с целью адаптации растений. Через 2–3 недели после высадки регенерантов сосуды с ними полностью освобождали от полиэтиленовых пакетов. К этому времени регенеранты адаптировались к нестерильным условиям и давали прирост. Выживаемость регенерантов составила 85.1±3.8%.



Рис. 4. Регенеранты рябины сорта «Гранатная», адаптированные к тепличным условиям

Что касается длины побега, то она в целом была больше при культивировании на всех вариантах с основой 1/2 MS. Однако этот показатель не является определяющим для дальнейшей приживаемости растений при адаптации их к нестерильным условиям. Более важной характеристикой регенерантов является степень развития корневой системы. У растений-регенерантов, выращенных в условиях почти 100% влажности воздуха, устьица широко открыты. В течение первых суток после высадки в грунт устьица также остаются открытыми, что приводит к потере растениями большого количества воды, а дополнительные корешки



увеличивают поглотительную способность и препятствуют пересыханию регенерантов [23].

Максимально развитая корневая система наблюдалась у растений, культивируемых на питательной среде S WPM с добавлением 1.0 мг/л НУК (максимальное число и длина корней). Несмотря на то что доля растений с корнями второго порядка была в этом случае не самой большой (11.1%), с учетом всех показателей (число и длина корней, высокий процент ризогенеза, относительно небольшой диаметр каллуса) этот вариант питательной среды оптимален для культивирования рябины сорта «Гранатная» на этапе укоренения. Максимально разветвленная корневая система развивалась на питательной среде S WPM с добавлением 0.5 мг/л ИМК (27%). Однако в этом случае наблюдался относительно низкий процент укореняемости регенерантов (76.7%). В случае 100% ризогенеза (1/2WPM с добавлением 1.0 мг/л ИУК) корневая система полученных регенерантов была недостаточно развитой – полностью отсутствовало боковое ветвление корней и, хотя количество их было достаточным (6.0 ± 0.6 шт.), длина составляла всего 6–7 мм.

Таким образом, в ходе проведенных исследований рябина сорта «Гранатная» была успешно введена в культуру *in vitro*; были изучены особенности ее культивирования на разных этапах размножения; установлено, что оптимальным вариантом питательной среды на этапе микро-размножения является питательная среда WPM с добавлением 1.0 мг/л БАП, на этапе укоренения – S WPM с добавлением 1.0 мг/л НУК; получена стабильно размножающаяся культура и регулярный выход регенерантов.

Список литературы

1. Ромаданова Н. В., Вечерко Н. А., Жумабеков Е. Ж. Сохранение генофонда яблони в коллекции *in vitro* // Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира : материалы II Всерос. науч.-практ. конф., Волгоград, 19–21 августа 2008 г. Белгород : Изд-во БелГУ, 2008. С. 128–132.
2. Княженцева Л. К., Калашишникова Е. А. Разработка технологии клонального микро-размножения тетраплоидных кленов // Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира : материалы II Всерос. науч.-практ. конф., Волгоград, 19–21 августа 2008 г. Белгород : Изд-во БелГУ, 2008. С. 183–185.
3. Пат. 2080060 Российская Федерация, А01Н4/00, С12Н5/00. Способ клонального микро-размножения смородины и антиоксидант для клонального микро-размножения смородины / Атрощенко Г. П. ; опубл. 27.05.1997.
4. Пат. 94014499 Российская Федерация, А01Н4/00. Способ клонального микро-размножения селекционного посадочного материала березы карельской / Ветчинникова Л. В., Николаева Н. Н., Бумагина З. Д. ; опубл. 27.03.1997.
5. Пат. 2128430 Российская Федерация, А01Н4/00. Питательная среда для микроклонального размножения черешни / Фардзинова И. М. ; опубл. 10.04.1999 а.
6. Пат. 2141524 Российская Федерация, А01Н4/00, С12Н5/04. Питательная среда для микроклонального размножения груши / Фардзинова И. М. ; опубл. 20.11.1999б.
7. Пат. 2198505 Российская Федерация, А01Н4/00, С12Н5/04. Питательная среда для регенерации растений абрикоса из незрелых зародышей / Фардзинова И. М. опубл. 20.02.2003.
8. Озеровский А. В. Микроклональное размножение селекционных форм ремонтантной малины с использованием новых регуляторов роста : дис. ... канд. биол. наук. Брянск, 2007. 123 с.
9. Майорова Ю. А. Оптимизация этапов клонального микро-размножения гибридов вишни на основе применения новых биологически активных веществ : дис. ... канд. биол. наук. Краснодар, 2009. 133 с.
10. Высоцкий В. А. Биотехнологические приемы в решении задач современного садоводства // Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира : материалы Всерос. науч.-практ. конф. Волгоград, 24–25 августа 2006 г. Волгоград : Издатель, 2006. С. 6–11.
11. Плодовые и ягодные культуры России : каталог. Воронеж : Кварта, 2001. 304 с.
12. Маевский П. Ф. Флора средней полосы европейской части России. М., 2006. 600 с.
13. Arrillaga I., Marzo T., Segura Ju. Embryo Culture of *Fraxinus ornus* and *Sorbus domestica* Removes Seed Dormancy // Hortscience. 1992. Vol. 27(4). P. 371.
14. Arrillaga I., Lerma V., Pürez-Bermúdez P., Segura Ju. Callus and Somatic Embryogenesis from Cultured Anthers of Service Tree (*Sorbus domestica* L.) // Hortscience. 1995. Vol. 30(5). P. 1078–1079.
15. Chalupa V. *In vitro* propagation of willows (*Salix spp.*), European mountain ash (*Sorbus aucuparia* L.) and black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) // Biol. Plant. 1983. Vol. 25. P. 305–307.
16. Chalupa V. Effect of benzylaminopurine and thidiazuron on *in vitro* shoot proliferation of *Tilia cordata* Mill., *Sorbus aucuparia* L. and *Robinia pseudoacacia* L. // Biol. Plant. 1987. Vol. 29. P. 425–429.
17. Kyung Ku Shim, Ha Y.M., Lee J. B., Byun K. O., Youn Y., Noh E. R., Park H. R. New Cultivars of Korean Mountain Ash (*Sorbus alnifolia*) and its Mass Propagation *in Vitro* // Hortscience. 1997. Vol. 32(3). P. 481.
18. Malá J., Máchová P., Cvrčková H., Karady M., Novák O., Mikulník J., Hauserová E., Greplová J., Strnad M., Doležal K. Micropropagation of wild service tree (*Sorbus torminalis* [L.] Crantz) : the regulative role of different aromatic cytokinins during organogenesis // J. of Plant Growth Regulation. 2009. Vol. 28, № 4. P. 341–348.



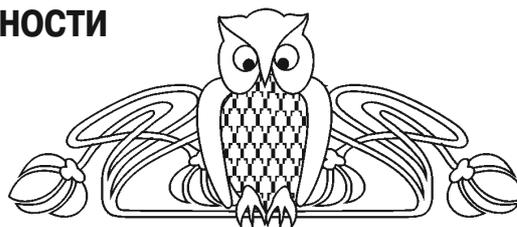
19. Старостин В. А. Рябина Гранатная // Сад и огород. 2010. № 6. С. 20–22.
20. Ганичкина О. А., Ганичкин А. В. Энциклопедия садово-огорода. М.: Эксмо, 2004. 704 с.
21. Murashige T., Scoog F. A revised medium for rapid growth and bicassays with tobacco tissue cultures // *Physiol. Plant.* 1962. Vol. 15. P. 473–497.
22. Lloyd G., McCown B. Commercially feasible micro-propagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot-tip culture // *Comb. Proc. Intl. Prop. Soc.* 1980. Vol. 30. P. 421–427.
23. Катаева Н. В. Особенности микроразмножения трудноукореняемых сортов яблони // С.-х. биотехнология. 1986. № 4. С. 18–22.

УДК 633.11: 581.4

ФОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДУКТИВНОСТИ КОЛОСА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

С. А. Степанов, В. Д. Сигнаевский,
М. Ю. Касаткин, М. В. Ивлева

Саратовский государственный университет
E-mail: hanin-hariton@yandex.ru



Проанализировано формирование элементов продуктивности колоса пшеницы разных сортов. Предлагается использовать для оценки потенциальной урожайности сорта морфогенетический индекс продуктивности.

Ключевые слова: пшеница, колос, морфогенез, индекс продуктивности.

Formation of Elements of Efficiency of the Spike Spring Soft Wheat

S. A. Stepanov, V. D. Signaevski,
M. Yu. Kasatkin, M. V. Ivleva

Formation of elements efficiency of an spike wheat of different cultivar is analysed. It is offered to use for an estimation of potential productivity of a cultivar morphogenetic an efficiency index.

Key words: wheat, spike, morphogenesis, efficiency index.

Пшеница наряду с рисом и кукурузой является одним из важнейших злаков, составляющих основу питания людей. Предполагается, что основные производители зерна (США, Канада, Китай, Индия, Россия и Австралия) в будущем столкнутся с определенными трудностями производства яровой пшеницы вследствие повышения температуры и низкой влагообеспеченности в период вегетации этой культуры.

Анализ наблюдений за ходом важнейших метеорологических факторов в условиях Саратова, где с 1911 г. была начата селекция яровой пшеницы, свидетельствует о явной тенденции к общему потеплению климата и увеличению годовой суммы осадков, преимущественно в осенне-зимний период. Тенденция этих изменений дает основание полагать, что и в будущем

вероятность повторения всех типов засух, в том числе и жестких, может возрасти [1]. Одним из средств решения данной проблемы является создание новых сортов, более устойчивых к жаре и недостатку влаги.

Сорта пшеницы в производстве существуют в полевых популяциях, где наблюдаются специфические особенности морфогенеза растений [2]. Многообразие реализации морфогенеза у отдельных растений в популяции приводит к формированию в ней нескольких морфофизиологических типов растений, отражающих присущую сортам генетическую и эпигенетическую гетерогенность в пределах единого сортового генофонда [3].

За 100 лет существования селекционной станции, в настоящее время НИИСХ Юго-Востока, саратовскими селекционерами созданы многие уникальные сорта яровой мягкой пшеницы, однако сравнительного анализа особенностей реализации морфогенеза колоса у разных сортов до сих пор проведено не было. В задачи наших исследований входило: 1) оценить развитие элементов продуктивности колоса у сортов яровой мягкой пшеницы; 2) выявить степень сбалансированности развития элементов продуктивности колоса; 3) разработать морфогенетический критерий оценки продуктивности сортов пшеницы. Исследования проводились в полевых условиях селекционного севооборота НИИСХ Юго-Востока в 2011 г. Объектами изучения были 33 сорта, полученные в разные годы учёными лаборатории селекции и семеноводства яровой мягкой пшеницы, лаборатории генетики и