

УДК 635.21
ГРНТИ 68.35.49

DOI: 10.24411/1999-6837-2019-14051

Рафальский С.В., канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр.;
E-mail: rnb0676@mail.ru;
Рафальская О.М., канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр.;
E-mail: 89145515151@mail.ru;
Мельникова Т.В., науч. сотр.,
E-mail: tata_melya@mail.ru,
ФГБНУ Всероссийский НИИ сои,
г. Благовещенск, Амурская область, Россия,

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА КАРТОФЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОННОГО ЦИФРОВОГО АНАЛИЗАТОРА «MINI-PAM»

Резюме. В статье приведены результаты оценки селекционных образцов картофеля с использованием анализатора «MINI-PAM» по фотосинтетической активности растений. Наибольшие показатели квантового выхода фотосинтеза (свыше 0,750 ед.) установлены у сортов Витесса, Юбиляр, Розамунда, Красавица Брянщины, Наташа, Розара, входящих в раннеспелую группу созревания. Сорта среднеранней группы спелости Красавчик, Колянис, Камчатка, Емеля, Вулкан имели квантовый выход фотосинтеза растений в пределах от 0,760 до 0,786 ед. У среднепоздних сортов Зольский и Смак отмеченный показатель составлял 0,749 и 0,758 ед. (при максимуме, его составляющем, у растений 0,820 ед.) У сортов картофеля, входящих в первые две группы спелости с величиной коэффициентов вариации (V) соответственно 12,94% и 11,75% и размахом варьирования 0,292 ед. и 0,230 ед., установлена достоверная, тесная прямая корреляционная связь клубневой продуктивности изучаемых сортов с величиной квантового выхода фотосинтеза. Наиболее высокий урожай клубней с 1 га в раннеспелой группе сформирован у сортов Наташа (23,6 т), Розара, Красавица Брянщины (22,8 т), Витесса (22,5 т), Юбиляр (22,4 т), Розамунда (22,2 т). В среднеранней группе максимальная продуктивность посадок от 21,4 до 24,8 т/га отмечена у сортов Вулкан, Камчатка, Емеля, Колянис, Красавчик при средней вариабельности ($V = 11,02\%$). Наиболее высокая урожайность клубней в среднепоздней группе спелости составляла 21,8 и 28,1 т/га у сортов Зольский и Смак. Статистическими анализами зависимости значений урожайности сортов и расчетного выхода крахмала с 1 га, от величины квантового выхода фотосинтеза, характеризующей активность фотосинтезирующей системы растений, установлена его доля влияния в изменении величины результативных признаков. Результаты комплексной оценки сортов картофеля позволяют выделить наиболее перспективные генетические источники с повышенным адаптивно продукционным потенциалом.

Ключевые слова: картофель, сорта, оценка, квантовый выход фотосинтеза, продуктивность, товарность, генетические источники.

UDC 635.21

DOI: 10.24411/1999-6837-2019-14051

S.V. Rafalskiy, Cand. Agr. Sci., Leading Research Worker;

E-mail: rnb0676@mail.ru;

O.M. Rafalskaya, Cand. Agr. Sci., Leading Research Worker;

E-mail: 89145515151@mail.ru;

T.V. Melnikova, Research Worker,

E-mail: tata_melya@mail.ru,

All-Russian Research Institute of Soya,

Blagoveshchensk, Amur region, Russia

COMPLEX ASSESSMENT OF POTATO SOURCE MATERIAL (BASE LINE) USING ELECTRONIC DIGITAL ANALYZER "MINI-PAM»

Abstract. The article presents the results of assessment of potato breeding samples by means of the "MINI-PAM" analyzer of photosynthetic activity of plants. The maximum values of the quantum yield of photosynthesis (over 0,750 units) were found in the varieties Vitessa, Jubilyar, Rosamunda, Krasavitza Bryanshchiny, Natasha, Rosara, which were related to the early maturation group. The varieties of the middle-early ripeness group: Krasavchik, Kolyanis, Kamchatka, Emelya, Vulkan had the quantum yield of plant photosynthesis ranging from 0.760 to 0.786 units. The middle-late varieties Zolsky and Smak showed values 0.749 and 0.758 units (at that, maximum of this value in plants amounts to 0.820 units). It was found that potato varieties belonging to the first two groups of ripeness with the coefficients of variation (V) 12.94% and 11.75%, respectively, and the range of variation of 0.292 units and 0.230 units, had a significant, close direct correlation between tuberous productivity of the studied varieties and the quantum yield of photosynthesis. The highest yield of tubers per 1 ha in the early ripening group was produced by the varieties Natasha (23.6 t), Rosara, Krasavitza Bryanshchiny (22.8 t), Vitessa (22.5 t), Jubilyar (22.4 t), Rosamund (22.2 t). In the middle-early group, the maximum productivity from 21.4 to 24.8 t / ha, was registered in the varieties Vulkan, Kamchatka, Emelya, Kolyanis, Krasavchik with average variability (V = 11.02%). The highest yield of tubers in the mid-late ripening group amounted to 21.8 and 28.1 t / ha in the varieties Zolsky and Smak. The dependence between the varieties productivity, estimated yield of starch per 1 ha and the value of quantum yield of photosynthesis, which characterizes the activity of the photosynthetic system of plants, was studied with the help of statistical analysis that determined its (quantum yield) proportion of influence in the change of value of productive traits. The results of a comprehensive assessment of potato varieties allow us to identify the most promising genetic sources with increased adaptive production potential.

Key words: potatoes, varieties, assessment, quantum yield of photosynthesis, productivity, marketability, genetic sources.

Введение. Эффективность картофелеводства на 70 – 80% определяет сортовая составляющая. В этой связи создание новых отечественных сортов картофеля различных групп спелости и направлений использования, обладающих высокой адаптивностью к агроэкологическим условиям регионов возделывания, конкурентоспособных импортным сортам является акту-

альной задачей российской селекции картофеля [1]. Селекционная работа с культурой включает ряд объективно необходимых этапов, в числе которых формирование, поддержание и изучение коллекционных родительских форм, выделение источников и доноров лучших потребительских качеств и подбор родительских пар [2-4].

В растениеводстве в настоящее время широко используются информационные

технологии. Применение компьютерных технологий, в частности, электронного цифрового устройства «MINI-РАМ» позволяет быстрее моделировать процессы селекции, что дает возможность ускорить трудоёмкий и длительный процесс отбора родительских форм и выведения новых с требуемым набором признаков [10]. Руководствуясь вышеотмеченным и принимая во внимание утверждение биохимиков о том, что организация мезоструктуры фотосинтетического аппарата картофеля, интенсивность его физиологических процессов формируются в зависимости от сортовых особенностей культуры и оказывают существенное влияние на величину и качество урожая клубней [5]. Одним из главных процессов, отвечающих за продуктивность растений, является фотосинтез.

В результате ранее проведенных исследований экспериментально установлена сортовая зависимость величины урожая клубней от фотосинтетической активности растений, выраженной квантовым выходом фотосинтеза [6]. В связи с этим целью исследований являлась оценка изучаемых селекционных образцов картофеля по квантовому выходу фотосинтеза растений картофеля и взаимосвязь с ней величины клубневой продуктивности.

Условия, материалы и методы. Исследования проводили на опытном поле ФГБНУ ВНИИ сои в соответствии с методическими разработками по культуре картофеля и методикой полевого опыта [7, 8].

Почва опытного участка луговая черноземовидная, тяжелая по гранулометрическому составу. Содержание гумуса составляет 4,5-4,7%, $pH_{\text{сол.}}$ – 5,2. Содержание аммонийного азота 19-28 мг/кг почвы, нитратного – 30-56 мг/кг почвы, подвижного фосфора 46-49 мг/кг почвы, обменного калия 130-190 мг/кг почвы. Объемная масса почвы составляла 1,04-1,1 г/см³, пористость – 43,8%.

Метеорологические условия вегетационного периода 2017 года имели некоторые отклонения от нормы. Количество выпавших осадков по месяцам составило в мае 42

мм, что незначительно больше среднемноголетнего значения; в июне – 77,2; в июле отмечался существенный недостаток влаги в почве (осадков на 38,1 мм меньше нормы), что привело к снижению клубнеобразования картофеля; в августе количество выпавших осадков составило 153,8 мм, что на 50,8 мм выше среднемноголетних показателей. В течение вегетации 2018 года наблюдался неравномерный температурный фон. Превышение значений температуры среднемноголетних показателей с мая по сентябрь составило от 0,8 до 2,7 °С. По влагообеспеченности вегетационный период был крайне неблагоприятным для роста и развития культуры. Недостаточное количество осадков в мае (25,1 мм при норме 39 мм) и первой декаде июня негативно повлияло на появление всходов картофеля. Обильные осадки во второй декаде июня – 142,2 мм способствовали прорастанию клубней картофеля, не взошедших ранее. Поэтому посадки были неравномерными, и часть растений отставала в росте и развитии. Обильные осадки в июле (181,8 мм при норме 73,8 мм) способствовали переувлажнению почвы и вымоканию растений, что на отдельных участках привело к их гибели. В августе и сентябре осадков выпало 61,2 и 53,1 мм, что меньше нормы на 41,8 и 12,9 мм соответственно, что позволило вовремя убрать урожай.

В целом достаточно сложные погодные условия вегетации картофеля в 2017 и 2018 гг. негативно повлияли на клубнеобразование, накопление урожая, формирование его качества, существенно снизив эти показатели.

В качестве объектов исследований использовали сорта картофеля разных групп спелости отечественной и зарубежной селекции. В состав коллекционного питомника входило 16 сортов картофеля, в 4-х кратной повторности. Площадь делянки составляла 14 м². Расчеты коэффициента корреляции проводили по Б.А. Доспехову с использованием компьютерной программы. Исследования проводились в течение вегетационных периодов 2017–2018 гг. Пред-

шественник – яровая пшеница. Агротехника в опытах включала: посадку клубней вручную в гребни с междурядьем 70 см, междурядные рыхления и окучивания культиватором. Борьбу с сорняками осуществляли при помощи прополки в рядке, вручную. Сроки посадки клубней – во второй – третьей декадах мая (15-30 мая). Уборка картофеля осуществлялась при подкопе и сборе вручную с последующим взвешиванием клубней [9].

Определение эффективности первичных процессов фотосинтеза растений картофеля по показателям квантового выхода осуществлялось с помощью переносного анализатора «MINI-PAM» (рис.). Прибор позволяет получать высокоточные данные по плотности квантового потока (quantum flux density) в точке измерения флуоресценции (применяется тот же зажим-держатель листа, который используется при работе с PAM-2500). Инструмент поставляется с

«красным» либо «синим» блоком LED детекции. Качество сигнала доступно при применении опционного 2 мм пластикового оптоволоконного волновода. Он, в частности, может быть присоединен к газообменной кювете, давая возможность проводить параллельно измерения флуоресценции и газообмена (без затенения). Анализатор эффективности фотосинтеза «MINI-PAM» специально разработан для быстрой и достоверной оценки квантового выхода фотохимического преобразования энергии в процессе фотосинтеза. Измерение выхода фотосинтеза производится путем подачи одного насыщенного светового импульса, который на короткое время полностью подавляет фотохимические реакции и обеспечивает максимальный выход. В этот момент происходит регистрация показателей, их отображение на дисплее и сохранение в памяти.



Рис. Анализатор MINI-PAM

Анализатор MINI-PAM предназначен прежде всего для работы без подсоединения к компьютеру, но также он может управляться непосредственно компьютером с помощью специального программного обеспечения WinControl. Все данные,

записанные в режиме полевой работы, сохраняются в памяти прибора (до 4000 наборов данных) и могут быть легко перенесены в компьютер для анализа и обработки с помощью программного обеспечения WinControl. Анализатор MINI-PAM позво-

ляет получать информацию о фотосинтетической активности растений в условиях естественной освещенности (Rapid Light Curves).

Исследования проводили на 10 растениях отдельных кустов в четырехкратной повторности в период формирования максимальной площади листовой поверхности (период цветения).

Результаты и их обсуждения. Повышенная фотосинтетическая активность растений, выраженная показателями квантового выхода фотосинтеза в условиях инсоляции периодов вегетации 2017–2018 гг. с величиной свыше 0,750 ед. (при максимуме его, составляющем у растений 0,820 ед.), из 25 номеров, входящих в раннеспелую группу, установлена у сортов картофеля

Витесса, Юбиляр, Розамунда, Красавица Брянщины, Наташа, Розара (табл. 1). Среднеранние сорта Красавчик, Колянис, Камчатка, Емеля, Вулкан из всей совокупности выборки, включающей 22 сорта, имели квантовый выход фотосинтеза растений в пределах 0,760-0,786 ед. Из 8 изучаемых сортов максимальные его значения, которые составили 0,749 ед. и 0,758 ед., определены у растений среднепоздних сортов Зольский и Смак. При этом квантовый выход фотосинтеза у раннеспелого стандарта Удача составил 0,570 ед., среднераннего – Невский – 0,562 ед., то есть значительно ниже сортов, отмеченных по этим группам. Остальные сорта картофеля имели величину данного показателя на уровне 0,510 – 0,725 ед.

Таблица 1

Оценка сортов картофеля по комплексу хозяйственно полезных признаков и квантовому выходу фотосинтеза, 2017–2018 гг.

Сорт	Квантовый выход фотосинтеза растений, ед.	Урожайность, т/га	Товарность, %	Выход крахмала, т/га
Раннеспелая группа				
Удача (st)	0,570	19,6	97,4	2,66
Витесса	0,760	22,5	96,8	3,14
Юбиляр	0,764	22,4	96,4	3,48
Розамунда	0,765	22,2	96,4	3,47
Красавица Брянщины	0,763	22,8	95,7	3,00
Наташа	0,776	23,6	97,3	4,05
Розара	0,766	22,8	98,0	3,25
Среднеранняя группа				
Невский (st)	0,562	19,6	97,2	2,48
Красавчик	0,786	24,8	96,4	3,72
Колянис	0,780	24,7	97,1	3,94
Камчатка	0,755	21,7	96,7	2,63
Емеля	0,763	22,7	97,5	3,23
Вулкан	0,760	21,4	97,8	3,28
Среднепоздняя группа				
Луговской(st)	0,623	19,6	97,0	3,02
Зольский	0,749	21,8	96,0	3,76
Смак	0,758	28,1	95,3	3,25
НСР ₀₅ , т/га	1,2	0,87		

При средней изменчивости признака у сортов, входящих в первые две группы спелости с величиной коэффициентов вариации (V) соответственно 12,94% и 11,75% и размахом варьирования 0,292 ед. и

0,263 ед., установлена достоверная тесная прямая корреляционная связь клубневой продуктивности изучаемых сортов с величиной квантового выхода фотосинтеза. Коэффициенты корреляции (R) составляли

соответственно $R = 0,943$ при $R_{\text{крит.}} = 0,367$ – в первом случае и $R = 0,857$ при $R_{\text{крит.}} = 0,532$ – во втором, при тесной прямой линейной связи.

В среднепоздней группе сортов при незначительной вариабельности признака ($V = 4,34\%$) с размахом варьирования $0,072$ ед. при $R = 0,808$, в связи с недостаточной (малой) выборкой значений показателей зависимость статистически недостоверна.

При анализе полной совокупности выборки, учитывающей значения показателей сортов всех групп спелости, статистически подтверждается достоверность прямой корреляционной зависимости с $R = 0,887$ величины урожая клубней с 1 га у изучаемых сортов (при $R_{\text{крит.}} = 0,288$) от их фотосинтетической активности.

В целом в связи с недостаточной увлажненностью почвы при формировании и наливе клубней, вызванной отсутствием осадков в этот период, урожайность раннеспелых сортов была значительно ниже их потенциальной клубневой продуктивности и составляла $19,6$ до $23,6$ т/га при коэффициенте ее вариации $V = 10,35\%$. Наиболее высокий урожай клубней с 1 га в этой группе был сформирован у сортов Наташа ($23,6$ т), Розара, Красавица Брянщины ($22,8$ т), Витесса ($22,5$ т), Юбиляр ($22,4$ т), Розамунда ($22,2$ т). Повышенной товарностью клубней ($97,4$ – $98,7\%$) при невысокой вариабельности признака ($V = 1,11\%$) отличались сорта Одиссей, Розара, Каменский, Лина, Фреско, Снегирь.

В среднеранней группе максимальная продуктивность посадок была установлена у сортов Вулкан, Камчатка, Емеля, Колянис, Красавчик, которая колебалась от $21,4$ до $24,8$ т/га. Отмеченные сорта обладали также повышенной товарностью клубней ($96,4$ – $97,8\%$). Следует отметить очень незначительную изменчивость признаков при $V = 9,97\%$ по урожайности и $V = 0,75\%$ по показателю товарности.

При средней вариабельности ($V = 11,02\%$) наиболее высокая урожайность клубней у среднепозднего картофеля, которая соответственно составляла $21,8$ и $28,1$ т/га, была определена у сортов Зольский, Смак.

Повышенная крахмалистость клубней с содержанием в них крахмала в пределах 16 – 19% отмечена у раннеспелых сортов: Розамунда ($16,0\%$), Памяти Рогачева ($17,0\%$), Наташа ($17,3\%$), среднеранних: Кетский ($17,1\%$), Алим ($17,4\%$), Валесинка ($18,5\%$), Лазарь ($18,6\%$).

В среднепоздней группе высокие значения отмеченного показателя установлены у сортов Чайка, Мустанг, Алладин, крахмалистость клубней которых составляла от $18,0$ до $20,0\%$.

Расчётный выход крахмала с единицы площади возделывания у изучаемых сортов составлял от $1,52$ до $4,05$ т/га. В раннеспелой группе максимальная его величина установлена у сортов Наташа – $4,05$ т/га, Юбиляр – $3,48$ т/га.

В среднеранней группе спелости наибольшая крахмальная продуктивность посадок с 1 га достигнута у сортов Колянис – $3,94$ т, Красавчик – $3,72$ т, Вулкан – $3,28$ т. В среднепоздней – у сортов Зольский – $3,76$ т, Смак – $3,25$ т.

Статистическими анализами зависимостей значений результативных признаков, в частности, урожайности сортов и расчетного выхода крахмала с 1 га, от величины рассматриваемого факториального признака, которым является квантовый выход фотосинтеза, характеризующий активность фотосинтезирующей системы растений, установлена доля влияния последнего в изменении величины результативных признаков.

Совпадение вариаций значений клубневой продуктивности изучаемых раннеспелых сортов с величиной квантового выхода фотосинтеза растений установлено в $88,4\%$ всех случаев, на что указывают величины коэффициентов детерминации, приведенных в таблице 2.

Таблица 2

Взаимосвязь показателя квантового выхода фотосинтеза (x) с урожайностью и выходом крахмала (y, т/га) по культуре картофеля 2017 – 2018 гг.

Группа спелости сортов	Показатель	n	r	Уравнение линейной регрессии
$r_{критич.} = 0,367$				
Раннеспелые	урожайность	29	0,884	$y = 16,68x + 9,44$
	выход крахмала	29	0,501	$y = 3,25x + 0,75$
$r_{критич.} = 0,532$				
Среднеранние	урожайность	14	0,732	$y = 17,39x + 9,25$
	выход крахмала	14	0,465	$y = 378x + 0,50$
$r_{критич.} = 0,878$				
Среднепоздние	урожайность	5	0,651	$y = 29,50x - 0,57$
	выход крахмала	5	-	-
$r_{критич.} = 0,288$				
Вся совокупность	урожайность	48	0,784	$y = 16,70x + 9,42$
	выход крахмала	48	0,484	$y = 3,75x + 0,49$

Степень сопряженности в вариации величин отмеченных признаков в выборках по среднеранней и среднепоздней группах спелости сортов картофеля составляла соответственно 73,2 и более 65%.

При рассмотрении совокупности величин всей выборки данных (вне зависимости от группы спелости) установлено, что доля изменчивости урожайности сортов на 78,4% определялась изменчивостью показателей активности фотосинтеза растений.

Аналогичная функциональная связь признаков и сопряженность в вариации их величин отмечены при анализе зависимости величины крахмальной продуктивности посадок картофеля от значений показателей фотосинтетической активности растений, произрастающих в них, которая проиллюстрирована в таблице 2 величиной коэффициентов детерминации. В ней же приведены уравнения линейных регрессий, по-

казывающие величину изменения результативных признаков от вариации значения факториального признака.

Заключение. В результате комплексной оценки современного сортимента картофеля с использованием электронного цифрового анализатора «MINI-РАМ» установлена достоверная тесная прямая корреляционная связь клубневой продуктивности изучаемых сортов с величиной квантового выхода фотосинтеза. Коэффициенты корреляции (R) составляли, соответственно, $R = 0,943$ при $R_{крит.} = 0,367$ – в первом случае и $R = 0,857$ при $R_{крит.} = 0,532$ – во втором, при тесной прямой линейной связи. Оценка селекционного материала по признаку фотосинтетической активности растений позволяет из всей совокупности изучаемой выборки выделить наиболее перспективные генетические источники с повышенным адаптивно-продукционным потенциалом для селекции по заданным направлениям.

Список литературы

1. Симаков, Е.А. Стратегия развития селекции и семеноводства картофеля на период 2020 года / Е.А. Симаков, Е.В. Анисимов, Г.И. Филипов // Картофель и овощи. – 2010. – № 8. – С. 2–4.
2. Журавлева, Е.В. Аспекты организации селекции и семеноводства картофеля в России – проблемы и возможные пути их решения / Е.В. Журавлева, А.А. Кабунин, И.В. Кабунина // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – №10. – С. 5–10.
3. Киселев, Е.П. Создание сортов картофеля для энергосберегающей ширококормной технологии возделывания картофеля на Дальнем Востоке / Е.П. Киселев // Дальневосточный аграрный вестник. – 2018. – № 3(47). – С. 25–35.

4. Костина, Л.И. Сорты картофеля для селекции на хозяйственно ценные признаки /Л.И. Костина, О.С. Косарева // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. - 2015. – № 176(1). – С. 79–83.
5. Беляева, А.О. Мезоструктура фотосинтетического аппарата разных сортов картофеля / А.О. Беляева, С.А. Солдатов, Г.А. Карпова [и др.] // Естественные науки. Биология. – 2017. – №1(17). – С. 50–57.
6. Рафальский, С.В. Оценка сортов картофеля по показателям фотосинтетической деятельности растений в условиях Приамурья / С.В. Рафальский, Т.В. Мельникова // Тенденции развития агрофизики от актуальных проблем земледелия и растениеводства к технологиям будущего : материалы международной научной конференции, посвященной 85-летию Агрофизического НИИ (Санкт-Петербург, 27–29 сент. 2017 г.). – Санкт-Петербург : ФГБНУ АФИ, 2017. – С. 360–362.
7. Методика исследований по культуре картофеля / Отд. растениеводства и селекции Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В.И. Ленина, НИИ картофельного хозяйства; редкол.: Н.А. Андрияшина [и др.], Москва, 1967. – 225 с.
8. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – Москва : Издательство ВО «Агропромиздат», 1985. – С. 268–285.
9. Система земледелия Амурской области / Отв. ред. П.В. Тихончук. – Благовещенск: Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2016. – 570 с.
10. Devaux A., Kromann P., Ortiz O. Potatoes for sustainable global food security. *Potato Res.* 2014. – № 57 (3-4). – P. 185–199. DOI 10.1007/s11540-014-9265-1.

Reference

1. Simakov, E.A., Anisimov, E.V., Filipov, G.I. Strategiya razvitiya seleksii i semenovodstva kartofelya na period 2020 goda (Development Strategy of Potato Breeding and Seed Production for the Year 2020), *Kartofel' i ovoshchi*, 2010, No 8, PP. 2–4.
2. Zhuravleva, E.V., Kabunin, A.A., Kabunina, I.V. Aspekty organizatsii seleksii i semenovodstva kartofelya v Rossii – problemy i vozmozhnye puti ikh resheniya (Aspects of Potato Breeding and Seed Production in Russia - Problems and Possible Solutions), *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2018, No 10, PP. 5–10.
3. Kiselev, E.P. Sozdanie sortov kartofelya dlya energosberegayushchei shirokoryadnoi tekhnologii vozdel'yvaniya kartofelya na Dal'nem Vostoke (Creation of Potato Varieties for Energy-Saving Wide-Row Potato Cultivation Technology in the Far East), *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*, 2018, No 3(47), PP. 25–35.
4. Kostina, L.I., Kosareva, O.S. Sorta kartofelya dlya seleksii na khozyaistvenno tsennyye priznaki (Varieties of Potato Intended for Selection of Economically Valuable Traits), *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii*, 2015, No 176(1), PP. 79–83.
5. Belyaeva, A.O., Soldatov, S.A., Karpova, G.A. [i dr.] Mesostruktura fotosinteticheskogo apparata raznykh sortov kartofelya (Mesostructure of Photosynthetic Apparatus of Different Potato Varieties), *Estestvennye nauki. Biologiya*, 2017, No 1(17), PP. 50–57.
6. Rafal'skii, S.V., Mel'nikova, T.V. Otsenka sortov kartofelya po pokazatelyam fotosinteticheskoi deyatel'nosti rastenii v usloviyakh Priamur'ya (Assessment of Potato Varieties using Indices of Photosynthetic Activity of Plants in the Amur Region), *Tendentsii razvitiya agrofiziki ot aktual'nykh problem zemledeliya i rastenievodstva k tekhnologiyam budushchego, materialy mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii, posvyashchennoi 85-letiyu Agrofizicheskogo NII (Sankt-Peterburg, 27–29 sent. 2017 g.)*, Sankt-Peterburg, FGBNU AFI, 2017, PP. 360–362.
7. Metodika issledovaniy po kul'ture kartofelya (Methods of Research into Potato Culture), *Otd. rastenievodstva i seleksii Vsesoyuz. akad. s.-kh. nauk im. V.I. Lenina, NII kartofel'nogo khozyaistva*, redkol.: N.A. Andryushina [i dr.], Moskva, 1967, 225 p.
8. Dosp'ekhov, B.A. Metodika polevogo opyta (Methods of Field Experiment), Moskva, Izdatel'stvo VO «Агропромиздат», 1985, PP. 268–285.
9. Sistema zemledeliya Amurskoi oblasti (System of Farming in the Amur Region), *otv. red. P.V. Tikhonchuk, Blagoveshchensk, Izd-vo Dal'nevostochnogo GAU*, 2016, 570 p.
10. Devaux, A., Kromann, P., Ortiz, O. Potatoes for sustainable global food security. *Potato Res.*, 2014, No 57 (3-4), PP. 185–199, DOI 10.1007/s11540-014-9265-1.