

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В СУРОВЫЕ УСЛОВИЯ ГОРНОГО АЛТАЯ

Т. А. Стрельцова, А. А. Оплеухин, Н. А. Окашева

Горно-Алтайский государственный университет, Горно-Алтайск.

Россия, e-mail: tomagorny@yandex.ru

Резюме

В статье проанализированы данные по исследованию экологической изменчивости хозяйствственно-ценных признаков картофеля при интродукции в суровые условия Горного Алтая, полученные в результате многолетнего экологического сортоиспытания в зонах различной высотной поясности Республики Алтай. Был испытан 31 сорт картофеля разных групп спелости. Выделены сорта, наиболее подходящие для выращивания в районах испытания, проявившие высокие показатели продуктивности и стабильность в их проявлении при различных метеорологических условиях. В процессе анализа использованы методы, позволяющие оценить взаимодействие факторов и всех признаков, с последующей оценкой вариации отдельных признаков в зависимости от факторов среды.

Ключевые слова: картофель, экологическое сортоиспытание, низкогорье, среднегорье, высокогорье, биоресурс, изменчивость, адаптивность, хозяйствственно-ценные признаки, варьирование.

RESEARCHING ECOLOGICAL VARIABILITY OF AGRONOMIC TRAITS IN POTATO VARIETIES WHEN THEY ARE INTRODUCED INTO SEVERE ENVIRONMENTS OF THE ALTAI MOUNTAINS

T. A. Streltsova, A. A. Opleukhin & N. A. Okasheva

Gorno-Altaisk State University, Gorno-Altaisk, Russia,

e-mail: tomagorny@yandex.ru

Summary

This article analyzes the data of researching ecological variability of important agronomic traits in potato varieties introduced under the severe climate conditions of the Altai Mountains after several years of environmental variety trials in different altitudinal zones of the Altai Republic. The trials were performed for 31 potato cultivars of various maturity groups. They made it possible to identify varieties most suitable for cultivation in the areas of testing, with high levels of productivity and stable manifestation of this trait under different weather conditions. The analysis was based on the methods suitable for assessing the interaction between factors and all the traits, with consequent evaluation of variations in individual traits under different environmental factors.

Keywords: potato, environmental variety trials, highlands, biological resources, variability, adaptability, varietal traits variation, agronomically important traits.

Введение

Горный Алтай представляет собой регион со сложными условиями для выращивания картофеля. Экологические особенности этого региона имеют выраженный экстремальный характер, что обусловлено широким разнообразием климата горных территорий, входящих в состав региона как по количеству осадков и температурному режиму, так и по характеру почв (Сухова и др., 2007; Стрельцова, 2009; Стрельцова и др., 2014).

Лаборатория экологической генетики и селекции растений Горно-Алтайского госуниверситета в течение многих лет проводит экологические сортиспытания обширных коллекций сортов картофеля, синхронно, в зонах разной высотной поясности. В результате накопился солидный материал по экологической изменчивости хозяйственно-ценных признаков интродуцируемых и вновь созданных высокоадаптивных сортов для выращивания в разнообразных и контрастных климатических условиях горных территорий (Менохов и др., 2008; Оплеухин и др., 2011; Оплеухин и др., 2012; Обухова и др., 2013; Оплеухин и др., 2013; Стрельцова, 2013; Стрельцова и др., 2014). При этом одни и те же сорта в различных по экологическим условиям пунктах по-разному реализуют свой генетический потенциал, а их клонны изменяют количественные и качественные показатели (Киру, 2007; Оплеухин и др., 2011; Оплеухин и др., 2013; Стрельцова и др., 2014).

Материалы и методы

Испытания проводили синхронно в зоне предгорья (полигон Майма), среднегорья (полигон Усть-Кокса) и высокогорья (полигоны Саратан и Малый Яломан). Пункты испытания имели существенные отличия по климатическим и почвенным условиям. Кроме того, годы испытаний значительно различались по метеорологическим условиям. В таблице приведена краткая характеристика почвенно-климатических и экологических условий проведения экспериментов в разных по высотной поясности пунктах испытания. Объектами исследования была коллекция из 31 сибирских и европейских генотипов картофеля разных групп спелости, испытанная в условиях разных экосистем горных территорий Республики Алтай: *ранние* – ‘Агата’ и ‘Артемис’ (Нидерланды), ‘Антонина’ и ‘Юбилиар’ (СибНИИСХиТ), ‘Белуха’, ‘Горец’, ‘Сувенир Горного Алтая’ (ГАГУ), ‘Любава’ (КемНИИСХ), ‘Пушкинец’ (СП ГАУ), ‘Радуга’ (Южно-Урал. НИИСХ) ‘Удача’ (ВНИИКХ); *среднеранние* – ‘Елизавета’, ‘Невский’ и ‘Рождественский’ (СЗНИИСХ), ‘Лина’ (СибНИИРС), ‘Томич’, ‘Памяти Рогачева’ (СибНИИСХиТ), ‘Сентябрь’ (СибНИИСХ), ‘Свитанок Киевский’ (Украина), ‘Удалец’ и ‘Тулеевский’ (КемНИИСХ); *среднеспелые* и *среднепоздние* – ‘Аспия’ (ВНИИКХ), ‘Кетский’ и ‘Накра’ (КемНИИСХ и СибНИИСХиТ), ‘Монастырский’ (ГАГУ), ‘Никулинский’ (СЗНИИСХ), ‘Самара’, ‘Балабай’, ‘Спиридон’ (Южно-Урал. НИИСХ), ‘Супериор’ (США), №

241 (ГАГУ и СибНИИРС) (Стрельцова, 2009; Стрельцова и др., 2010; Стрельцова и др., 2014).

При проведении экспериментов использовали отечественные и зарубежные методики исследования экологической и генотипической изменчивости количественных и других признаков. Изучение экологической изменчивости элементов продуктивности картофеля в зависимости от вертикальной зональности проводили путем экспедиционных, полевых и лабораторных исследований согласно «Методическим указаниям по экологическому сортоиспытанию картофеля» (1982), с привлечением и других современных методик (Методические рекомендации по проведению исследований с картофелем, 2002; Стрельцова и др., 2014).

Полевые опыты размещали синхронно по вертикальной зональности (площадь делянок 7,5 м, повторность 4-кратная, размещение реномизированное). В течение трех лет (2006–2008 гг.) оценивали изменчивость следующих признаков: масса клубней с куста, число клубней с куста, средняя масса 1 клубня (крупность), высота растений, число стеблей на 1 куст, содержание крахмала, сухого вещества, аскорбиновой кислоты, нитратов, иммунность и др.

Краткие сведения о пунктах испытания

Показатель	Майма низкогорье	Усть-Кокса среднегорье	Улаган высо- когорье
<i>Удаленность от Горно-Алтайска, км</i>	18	430	480
<i>Высота над уровнем моря, м</i>	350	1050	2050
<i>Сумма активных температур >10°C /дней</i>	2182/135	1550/107	1150/86
<i>Число дней безморозного периода,</i>	120	95	62
<i>Количество осадков, мм:</i> а) годовое б) за вегетационный период	658 382	517 280	337 242
<i>Почвы</i>	горный луговой чернозем, оподзоленный	горный луговой чернозем, выщелоченный	горно- бурые лесные

При статистической обработке использовали иерархический дисперсионный анализ, модель с фиксированными факторами, метод главных компонент, факторный анализ (варимакс нормализованный), корреляционный

анализ, реализованные в ППП: STATISTICA, SNEDECOR, EXCEL (Сорокин, 2004; Ефимов и др., 2008; Оплеухин и др., 2013; Оплеухин и др., 2014). Биохимический анализ был проведен в технологической лаборатории СИБНИИРС СО РАСХН (Стрельцова и др., 2008).

Результаты и обсуждение

Наиболее важным признаком для оценки биологического ресурса сортов является продуктивность – масса клубней (г) с 1 куста, так как она – количественно характеризует выход продукта, получаемого в результате возделывания культуры (Стрельцова и др., 2014). Изменчивость данного признака в зависимости от влияния метеоусловий и комплекса годовых факторов в пунктах испытания показана на рисунке 1.

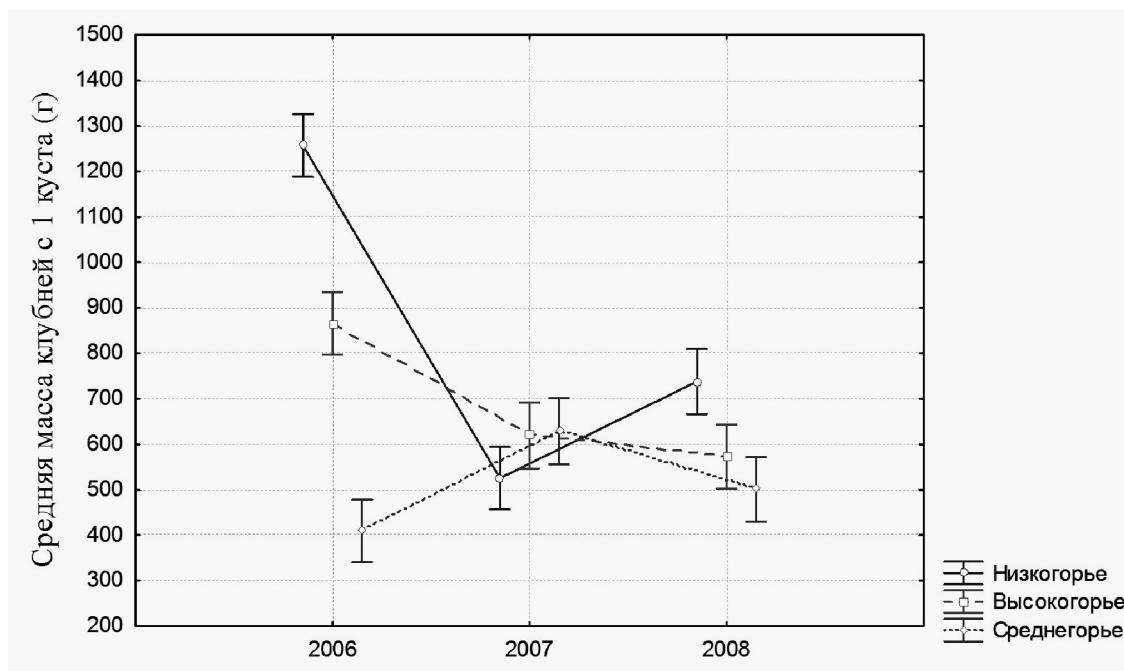
Наибольшая продуктивность в целом за три года имела место в условиях низкогорья, кроме 2007 года, а наименьшая – в условиях среднегорья. Более экстремальным годом был 2006, когда наблюдалось существенное отличие между пунктами наблюдений по метеорологическим условиям. В высокогорье и низкогорье регистрировали наибольшую за все годы продуктивность, в то время как в среднегорье общая масса клубней с 1 куста была наименьшей в течение всех трех лет. Данная разница, как следует из показателей слагаемых элементов продуктивности, обусловлена меньшим числом клубней с 1 куста, а не их массой.

Рассмотрим усредненные данные за трехлетний период по продуктивности сортов разных групп спелости по каждому пункту испытания.

В низкогорье среди *ранних* сортов наиболее продуктивными были сорта: ‘Любава’ (980 г), ‘Артемис’ (988 г), ‘Горец’ (960 г) и ‘Белуха’ (1021 г). Однако по годам изменчивость этих сортов была довольно высокой (стандартное отклонение составило от 521 до 676). Самыми стабильными сортами, по проявлению признака в разных метеорологических условиях по годам, были ‘Сувенир Горного Алтая’ ($s = 205$) при средней продуктивности (X_0) 740 г и голландский сорт ‘Агата’ ($s = 267$, $X_0 = 738$ г).

В среднегорье среди *ранних* сортов наиболее продуктивными были: ‘Пушкинец’ (680 г), ‘Горец’ (672 г), ‘Белуха’ (631 г). Стандартное отклонение составило у сорта ‘Пушкинец’ 225, у сорта ‘Горец’ – 188 и сорта ‘Белуха’ – 103. Самыми стабильными сортами были ‘Сувенир Горного Алтая’ ($s = 34$) при средней продуктивности 496 г и ‘Артемис’ ($s = 54$, $X_0 = 435$ г).

В высокогорье наиболее продуктивными были *ранние* сорта ‘Удача’ (946 г) и ‘Любава’ (917 г), при стандартном отклонении 231 и 210, соответственно. На третьем месте по показателю продуктивности оказался сорт ‘Белуха’ (778 г), который отличался большой стабильностью ($s = 83$). У сорта ‘Радуга’ этот показатель был меньше ($s = 62$), однако, продуктивность данного сорта также была наименьшей – 494 г.



Вертикальные столбцы равны 0,95 доверительных интервалов

Рис. 1. Изменчивость средней массы клубней с 1 куста (г) всех испытуемых сортов в зависимости от условий вегетации и пункта испытаний

В низкогорье среди *среднеранних* сортов наиболее продуктивными были: ‘Невский’ (1268 г), ‘Елизавета’ (1012 г) и ‘Тулеевский’ (962 г). В динамике изменчивость была довольно высокой у сорта ‘Невский’, стандартное отклонение составило 1039 г (‘Елизавета’ – 460, ‘Тулеевский’ – 197). Наиболее стабильным сортом, по проявлению признака в разных метеорологических условиях по годам, оказался ‘Свитанок киевский’ ($s = 155$) при средней продуктивности 626 г. Таким образом, в низкогорье наиболее стабильным с высокой продуктивностью был сорт картофеля ‘Тулеевский’.

В среднегорье среди *среднеранних* сортов наиболее продуктивными были сорта: ‘Елизавета’ (633 г), ‘Сентябрь’ (630 г), ‘Тулеевский’ (628 г). Стандартное отклонение у сорта ‘Елизавета’ составило 209 г, у сорта ‘Сентябрь’ – 289 и у сорта ‘Тулеевский’ – 181. При этом наибольшую стабильность в проявлении признака продуктивности в разные годы и в разных метеорологических условиях показал сорт ‘Рождественский’ ($s=37$) при средней продуктивности 463 г.

В высокогорье наибольшая продуктивность выявлена у *среднеранних* сортов: ‘Лина’ (793 г), ‘Томич’ (733 г) и ‘Невский’ (774 г), при стандартном отклонении 39, 158 и 416 соответственно. Четвертым по эффективности был сорт ‘Сентябрь’ (692 г) и отличался наибольшей стабильностью ($s = 25$), у сорта

‘Лина’ данный показатель был несколько выше ($s = 39$) при наивысшей средней массе клубней с 1 куста.

Среди *среднеспелых и среднепоздних* сортов в *низкогорье* наибольшей продуктивностью выделились сорта ‘Монастырский’ (1132 г) и ‘Кетский’ (1104). Однако в трехлетней динамике изменчивость была довольно высокой (стандартное отклонение у сорта ‘Монастырский’ составило 842, у ‘Кетского’ – 835). Наибольшую стабильность проявил сорт ‘Никулинский’ ($s = 132$) при средней продуктивности 776 г.

В *среднегорье* среди *среднеспелых и среднепоздних* сортов наиболее продуктивными были ‘Кетский’ (633 г) и № 241 (597 г). Стандартное отклонение составило у сорта ‘Кетский’ 209 и № 241 – 199. Самым стабильным сортом по проявлению признака в разные годы снова был сорт ‘Никулинский’ ($s = 36$) при средней продуктивности 501 г.

В *высокогорье* наиболее продуктивными были *среднеспелые* сорта: ‘Кетский’ (807 г), ‘Самара’ (780 г) и ‘Спиридон’ (740 г), при стандартном отклонении 186, 243 и 273 соответственно. Четвертым по показателю эффективности был № 241 (708 г) и отличался большой стабильностью ($s = 47$). У сорта ‘Никулинский’ показатель стабильности был немногим меньше ($s = 41$) при массе клубней с 1 куста, равной 681 г.

Наиболее продуктивными сортами за весь период испытания во всех пунктах были: среди *ранних* – ‘Любава’, ‘Белуха’ и ‘Удача’; среди *среднеранних* – ‘Невский’, ‘Тулеевский’ и ‘Рождественский’; среди *среднеспелых и среднепоздних* – ‘Кетский’ и ‘Монастырский’.

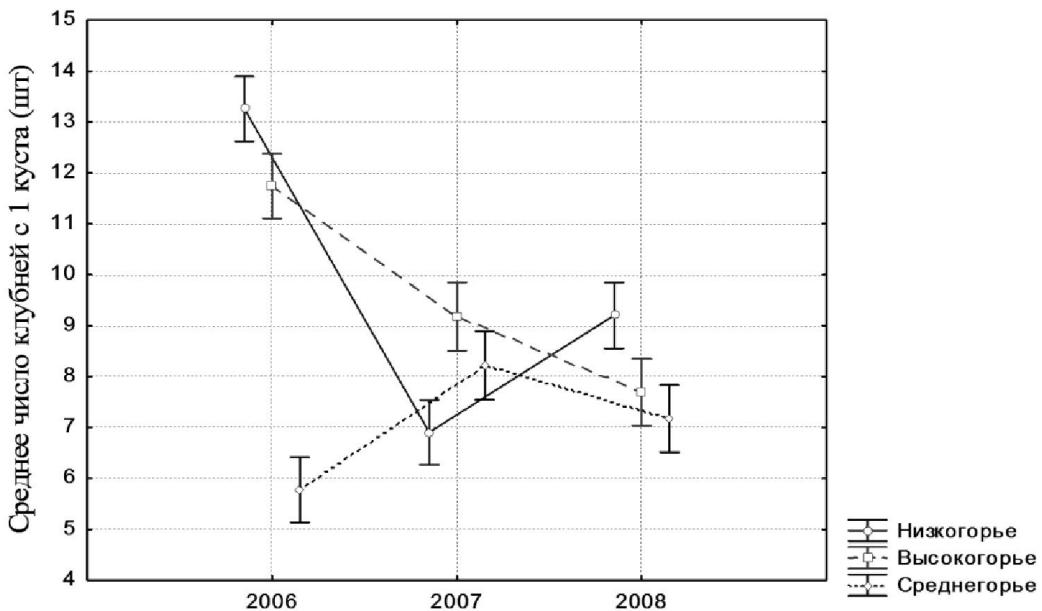
Одним из сортовых признаков продуктивности является показатель числа клубней с 1 куста. Согласно полученным нами данным, коэффициент корреляции между продуктивностью и числом клубней с куста составил $r = 0,8$. Из графика (рис. 2) видно, что наиболее высоким этот показатель в среднем по всем сортам в динамике был в *низкогорье*, за исключением 2007 года, а наименьшим – в *условиях среднегорья*.

Наиболее урожайным для высоко- и низкогорья оказался 2006 год, в то время как в среднегорье общее число клубней было наименьшим за все три года.

В целом, во всех пунктах испытания за три года выделились сорта, дающие наибольшее число клубней. Среди сортов *ранней* группы – это ‘Юбияр’ (9,6) и ‘Горец’ (9,6); *среднеранней* – ‘Невский’ (11,0) и ‘Тулеевский’ (10,0); *среднеспелой и среднепоздней* – ‘Кетский’ (9,6), ‘Монастырский’ (9,1) и ‘Самара’ (9,2).

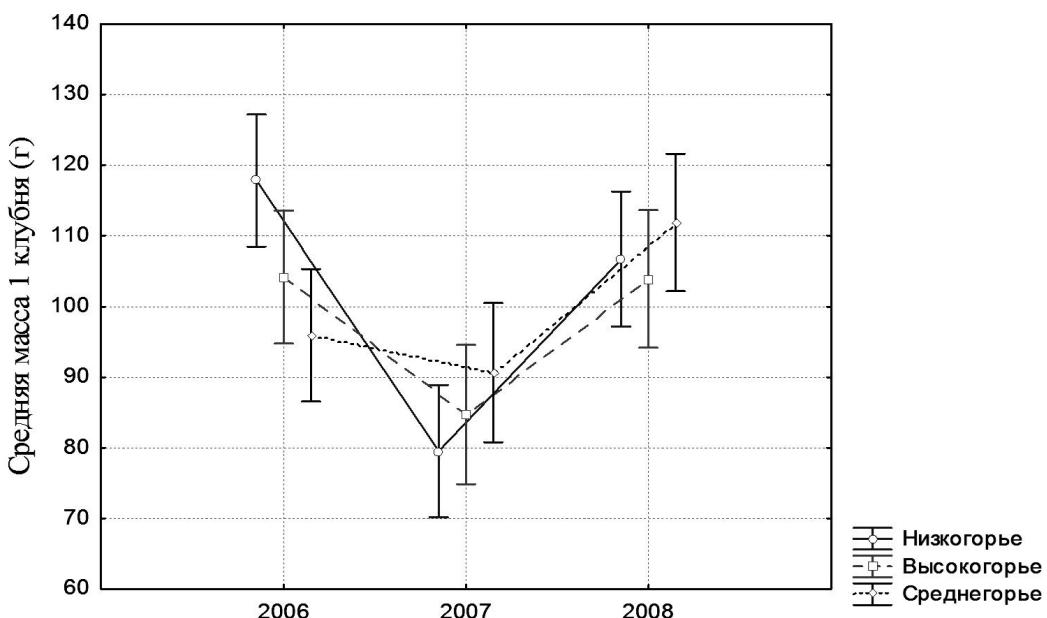
Средняя масса клубня и число клубней формируют продуктивность или показатель средней массы клубней с 1 куста. Рассмотрим изменчивость данного признака в зависимости от условий вегетации и генотипа. На рисунке 3 представлены показатели изменчивости средней массы клубня всех испытуемых сортов в зависимости от условий вегетации и пункта испытаний.

Из рисунка видно, что средняя масса клубня во всех пунктах изучения существенно не отличалась, а реакция генотипов на метеорологические условия была схожей.



Вертикальные столбцы составляют 0,95 доверительных интервалов

Рис. 2. Изменчивость показателя среднего числа клубней с 1 куста всех испытуемых сортов в зависимости от условий вегетации и пункта испытаний

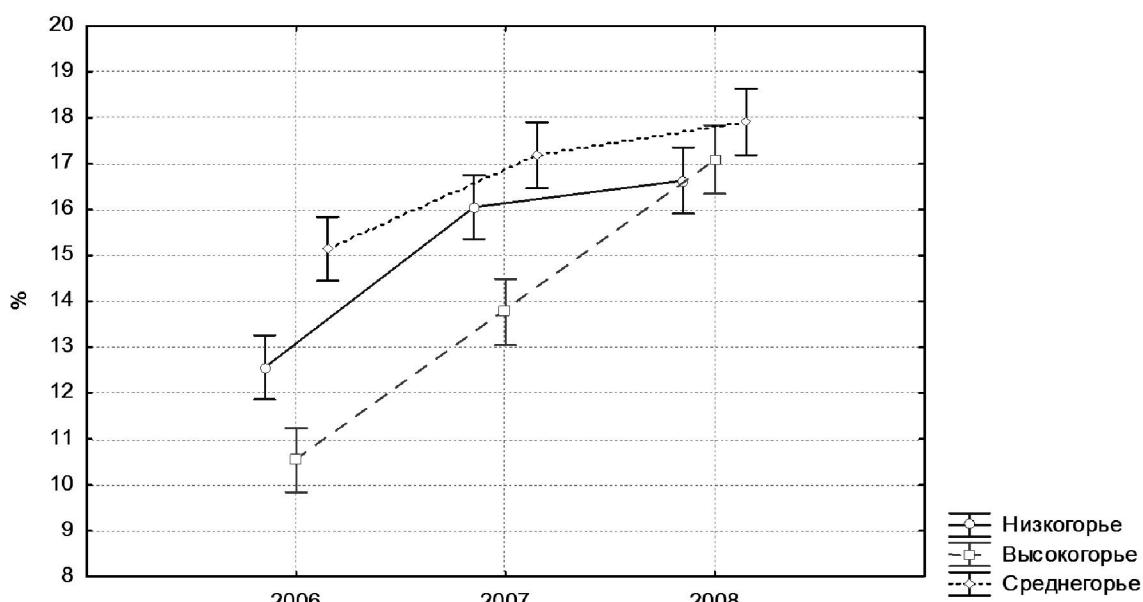


Вертикальные столбцы составляют 0,95 доверительных интервалов

Рис. 3. Изменчивость средней массы 1 клубня (г) всех испытуемых сортов в зависимости от условий вегетации и пункта испытаний

В 2006 и 2008 годах была отмечена высокая и относительно равная средняя масса клубней почти у всех сортов. В 2007 году этот показатель во всех пунктах был существенно ниже. Если рассматривать сорта с наибольшей средней массой 1 клубня за трехлетний период во всех пунктах испытания, то из ранней группы выделились сорта: ‘Сувенир Горного Алтая’ (125 г), ‘Любава’ (118 г), ‘Пушкинец’ (110 г), ‘Горец’ (108 г) и ‘Удача’ (100 г); среди *среднеранних* – сорта ‘Елизавета’ (121 г) и ‘Тулеевский’ (112 г); среди *среднеспелых* и *среднепоздних* – ‘Кетский’ (110 г), ‘Аспия’ (105 г) и ‘Никулинский’ (105 г).

Содержание крахмала в клубнях является одним из самых важных ценных признаков картофеля как для его промышленной переработки, так и для столового употребления, где во многом он определяет вкусовые качества клубня. Кроме того, это основное вещество, составляющее сухой остаток. По нашим данным, корреляция между относительным содержанием крахмала и долей сухих веществ составила $r = 0,88$. На рисунке 4 представлена изменчивость показателя содержания крахмала (%) в клубнях всех испытуемых сортов в зависимости от условий вегетации и места испытания.



Вертикальные столбы составляют 0,95 доверительных интервалов

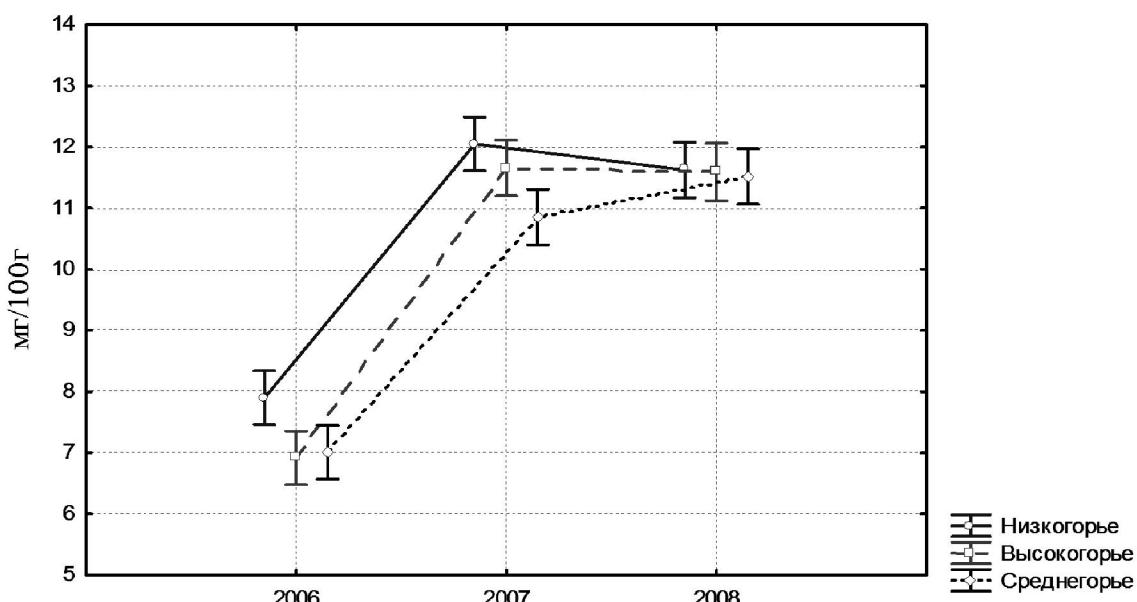
Рис. 4. Изменчивость содержания крахмала (%) в клубнях всех испытуемых сортов в зависимости от условий вегетации и пункта испытаний

Из рисунка видно, что наиболее низким содержанием крахмала отличались клубни, выращенные в *высокогорье* во все годы испытания. Несколько меньше была разница показателей качества клубней в *среднегорье* и

низкогорье, однако, в целом наибольшее содержание крахмала было зарегистрировано в клубнях образцов, выращенных в зоне среднегорья.

Реакция картофеля исследуемых генотипов на метеорологические условия во всех участках была одинаковой. Если в 2007 и 2008 годы сорта отличались высокими и практически идентичными показателями продуктивности и качества, то в 2006 содержание крахмала во всех пунктах было существенно ниже.

В целом, по наибольшему содержанию крахмала из *ранней группы* выделились сорта ‘Юбилиар’ и ‘Сувенир Горного Алтая’ (17,2–17,4%); из *среднеранней* – сорта ‘Свитанок Киевский’, ‘Сентябрь’ и ‘Памяти Рогачева’ (16,4–17,6%); а из *среднеспелой* и *среднепоздней* – сорта ‘Накра’, № 241 и ‘Никулинский’ (15,8–17,0%).



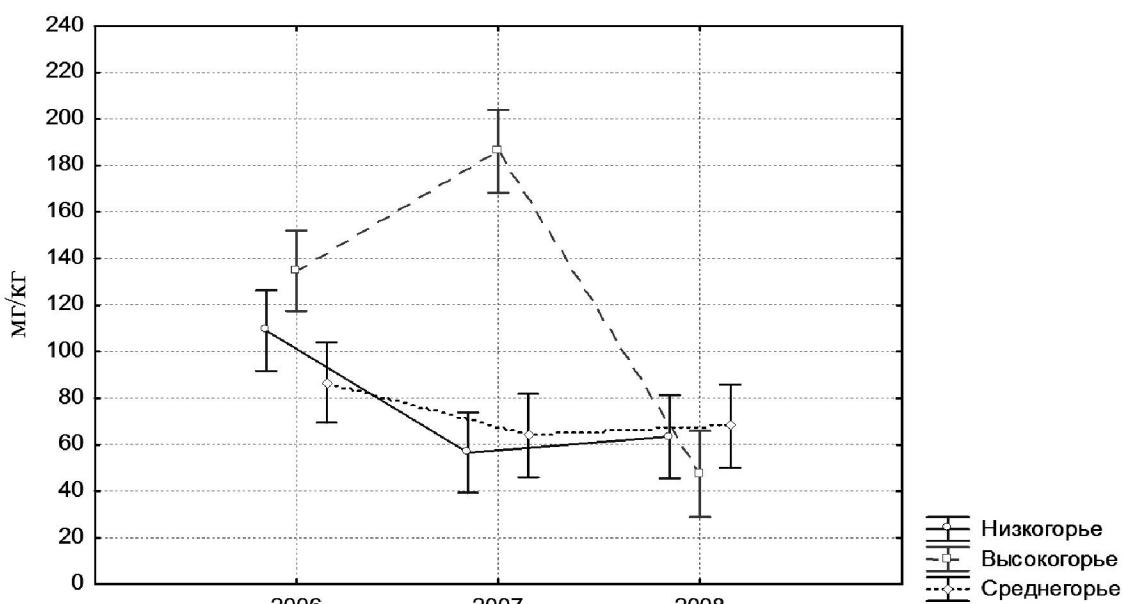
Вертикальные столбы составляют 0,95 доверительных интервалов

Рис. 5. Изменчивость содержания аскорбиновой кислоты (мг/100г) в клубнях всех испытуемых сортов в зависимости от условий вегетации и мест испытаний

Важным показателем для диетического использования картофеля является содержание аскорбиновой кислоты (картофель – важный источник витамина С). На рисунке 5 представлена изменчивость содержания аскорбиновой кислоты (мг/100 г) в клубнях всех испытуемых сортов в зависимости от условий вегетации и пункта испытаний. Из рисунка видно, что низким содержанием аскорбиновой кислоты по местам испытаний отличались сортобразцы, выращенные в *среднегорье*. Несколько более высокая ее концентрация отмечена в клубнях сортов, выращенных в *низкогорье*. В *высокогорье* этот показатель занимал промежуточное положение. Реакция

генотипов на метеорологические условия по этому показателю во всех исследуемых территориях была схожей. Так, 2007 и 2008 годы отличались высокими и практически идентичными показателями, в 2006 г содержание аскорбиновой кислоты во всех сортах было существенно ниже.

За весь период испытаний наибольшее содержание аскорбиновой кислоты отмечено у сортов: ‘Любава’ (11,1 мг/100 г), ‘Кетский’ (10,9), ‘Лина’ (10,7), ‘Артемис’ (10,6), ‘Агата’ (10,6) и № 241 (10,8). Внутри групп спелости сорта по данному показателю статистически между собой не отличались.



Вертикальные столбы составляют 0,95 доверительных интервалов

Рис. 6. Сравнительное содержание нитратов (мг/кг) в клубнях всех испытуемых сортов в зависимости от условий вегетации и мест испытаний

Содержание нитратного азота является важным показателем для столового картофеля. Известно, что данный признак подвержен в большей степени влиянию среды. На рисунке 6 представлены сравнительные показатели содержания нитратов (мг/кг) в клубнях всех испытуемых сортов. Из рисунка видно, что по месту испытаний низким и, практически идентичным, содержанием нитратов отличались клубни растений, выращенных в *среднегорье* и *низкогорье*. Клубни же растений, выращенных в условиях *высокогорья*, имели более высокое содержание нитратов, что можно объяснить резкими колебаниями дневных иочных температур, приводящих растения к постоянным стрессам, а в условиях выживания растения, прежде всего, накапливают азот. Реакция генотипов по изучаемому признаку на метеорологические условия в *низкогорье* и *среднегорье* была идентичной во все годы. Содержание нитратов было повышенным в 2006 году, и более низким – в 2007 и 2008.

В 2006 году накопление нитратов в *высокогорье* происходило несколько активнее, чем в других пунктах, а в 2007 их концентрация была в три раза выше, чем в *низкогорье* и *среднегорье*. По-видимому, высокий уровень содержания нитратов у растений, произраставших в пункте испытания Саратан в 2006–2007 гг., связан с воздействием суровых климатических условий *высокогорья*, прежде всего с сильным колебанием дневных иочных температур, спровоцировавших стрессовую реакцию. В 2008 году испытания нами были проведены на опытном участке в Малом Яломане, который отличается более мягкими климатическими условиями, прежде всего, меньшим суточным колебанием температур (рис. 6). В целом за три года по содержанию нитратов сорта картофеля между собой статистически не отличались, однако по среднему показателю больше накопили нитратов сорта ‘Радуга’ (144 мг/кг), ‘Сувенир Горного Алтая (138) и ‘Артемис’ (122), причем эти показатели значительно ниже ПДК.

Оценка степени поражения болезнями показала, что незначительное число растений с клубнями, поврежденными фитофторозом, отмечено у *раннего* сорта ‘Артемис’ (1,7%), *среднераннего* сорта ‘Тулеевский’ (1,4%) и *среднеспелого* сорта ‘Кетский’ (1,5%). Очень незначительно поражались клубни *раннего* сорта ‘Юбияр’ (0,2%), у *среднеранних* сортов ‘Памяти Рогачева’ (0,2%) и № 241 (0,5%) и *среднеспелого* сорта ‘Аспия’ (0,6%). Наиболее сильное поражение фитофторозом было зарегистрировано в 2008 году в *низкогорье* у голландского ранннего сорта ‘Артемис’ (7,5%). Клубни остальных сортов были практически свободны от болезни. В среднем относительный показатель поражения клубней фитофторозом составил 0,9%.

Обыкновенной паршой больше всего поражались: из *ранней группы* – сорт ‘Любава’ (3,3%); из *среднеранней* – сорт ‘Тулеевский’ (2,2 %); из *среднеспелой* – сорт ‘Спиридон’ (2,6%). В наименьшей степени были поражены клубни *раннего* сорта ‘Белуха’ (1,6%), *среднераннего* сорта ‘Память Рогачева’ (1,2 %) и *среднеспелых* сортов ‘Супериор’ (0,5%) и ‘Балабай’ (0,5%). Более агрессивное поражение паршой было зарегистрировано в 2008 году в *низкогорье* на *ранних* сортах ‘Любава’ и ‘Радуга’ (до 15%). Средний относительный показатель поражения клубней паршой всех изучавшихся сортов составил 1,7%, с невысокими баллами поражения (7–8).

Поражение другими болезнями носило сугубо спорадический характер.

Заключение

В условиях разной высотной поясности Горного Алтая высокую продуктивность показали следующие сорта:

- в *низкогорье*
ранние – ‘Белуха’, ‘Горец’, ‘Любава’, ‘Антонина’ и ‘Артемис’;
среднеранние – ‘Невский’, ‘Елизавета’ и ‘Тулеевский’;

среднеспелые и среднепоздние – 'Монастырский', 'Кетский', 'Аспия' и № 241;

- в *среднегорье*

ранние – 'Белуха', 'Горец', 'Пушкинец', 'Сувенир Горного Алтая' и 'Любава';

среднеранние – 'Елизавета', 'Сентябрь' и 'Тулеевский';

среднеспелые и среднепоздние – 'Кетский', № 241 и 'Накра';

- в *высокогорье*

ранние – 'Белуха', 'Любава' и 'Удача';

среднеранние – 'Лина', 'Невский' и 'Томич';

среднеспелые и среднепоздние – 'Кетский', 'Самара', 'Спиридон' и № 241.

При этом не всегда высокопродуктивными, но самыми стабильными сортами по проявлению признака *продуктивность* в разных метеорологических условиях по годам выделились: среди *ранних* – в *низкогорье* 'Сувенир Горного Алтая' и 'Агата'; в *среднегорье* – 'Сувенир Горного Алтая' и 'Артемис'; в *высокогорье* – 'Белуха' и 'Радуга'; среди *среднеранних* – в *низкогорье* 'Тулеевский' и 'Свитанок Киевский'; в *среднегорье* – 'Рождественский'; в *высокогорье* – 'Лина' и 'Сентябрь'. Среди *среднеспелых* и *среднепоздних* сортов наибольшую стабильность проявил сорт 'Никулинский' во всех трех пунктах испытания, но в *высокогорье* стабильным был и № 241, что подчеркивает их высокую адаптивную способность.

Наибольшая продуктивность испытуемых сортов картофеля проявилась в условиях *низкогорья*, что связано с более оптимальными экологическими условиями для реализации их генотипов, наименьшая – в экстремальных условиях *среднегорья* в годы испытаний.

Вне зависимости от экологических факторов разной высотной поясности наибольшее *среднее число клубней* формировали сорта 'Горец', 'Юбиляр', 'Невский', 'Тулеевский', 'Кетский', 'Монастырский' и 'Самара'.

Более крупные клубни формировали сорта 'Горец', 'Сувенир Горного Алтая', 'Любава', 'Пушкинец', 'Елизавета', 'Тулеевский', 'Кетский', 'Аспия' и 'Никулинский'.

Низкое содержание крахмала выявлено в клубнях всех сортов, выращенных в *высокогорье*, что, по нашему мнению, связано с коротким безморозным периодом, а высокое – отмечено у клубней растений, выращенных в зоне *среднегорья*, при экстремальных погодных условиях.

В условиях *среднегорья* низкое содержание аскорбиновой кислоты было в клубнях всех сортов, более высокая ее концентрация регистрировалась в *низкогорье*, а в *высокогорье* этот показатель занимал промежуточное положение.

Клубни картофеля всех сортов, выращенные в условиях *высокогорья*, в среднем имели несколько повышенное содержание нитратов (124,8 мг/кг, ПДК – 150), что связано со стрессовыми условиями колебания ночных и дневных температур.

Оценка степени повреждения болезнями позволила выделить сорта с незначительным (0,2–1,7%) поражением клубней фитофторозом и паршой обыкновенной (7–8 баллов). Заражение другими болезнями носило спорадический характер.

Для селекционных целей выявлены сорта с высокой продуктивностью, адаптивной способностью и пластичностью в суровых экологических условиях разной высотной поясности Горного Алтая: из *ранней группы* – 'Белуха', 'Горец', 'Любава', *среднеранней* – 'Невский', 'Елизавета', 'Тулеевский' и 'Лина', *среднепоздней* – 'Кетский', 'Никулинский' и № 241.

Литература

- Ефимов В. М., Ковалева В.Ю. Многомерный анализ биологических данных: учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. СПб., 2008. 86 с.
- Кирю С. Д. Мировой коллекции картофеля ВИР – 80 // Сб. науч. тр. по прикл. бот. ген. и сел. 2007 Т. 163. С. 5–22.
- Методические указания по экологическому сортоиспытанию картофеля. М., 1982. 14 с.
- Методические рекомендации по проведению исследований с картофелем. Институт картофелеводства НАН Украины. Немешаево, 2002. 182 с.
- Менохов М. С., Стрельцова Т. А. Экологическая изменчивость продуктивности картофеля в Горном Алтае // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2008. № 8. С. 29–35.
- Обухова И. В., Стрельцова Т. А. и др. Продуктивность картофеля при государственном сортоиспытании в различных земледельческих зонах Горного Алтая // Вестник АГАУ, 2013. № 2 (100). С. 5–7.
- Оппеухин А. А., Стрельцова Т. А. Экологический эффект воздействия разной высотной поясности Горного Алтая на растения. // Вестник КазНУ, серия биологическая. Алматы. 2011. № 3 (48) С. 101–104.
- Оппеухин А. А., Стрельцова Т. А. и др. Различные подходы к оценке влияния экологических факторов горных территорий на изменчивость признаков интродуцируемых сортов картофеля // Мир науки, культуры, образования. Горно-Алтайск, 2012. № 1 (32). С. 295–299.
- Оппеухин А. А., Стрельцова Т. А. Роль экологических факторов изменчивости количественных признаков картофеля в Горном Алтае // Материалы конференции ВОГиС «Проблемы генетики и селекции». Новосибирск, 2013. С. 39.
- Оппеухин А. А., Стрельцова Т. А. Сравнительная оценка методов статистической обработки данных при экологическом сортоиспытании картофеля: учебное пособие. Горно-Алтайский государственный университет. Горно-Алтайск, 2013. 68 с.
- Оппеухин А. А., Стрельцова Т. А. и др. Использование метода главных компонент для решения вопроса влияния высотной поясности и метеорологических условий на исследуемые признаки // Мир науки, культуры, образования. Горно-Алтайск, 2014. № 3 (46). С. 411–415.

- Сорокин О. Д. Прикладная статистика на компьютере. Краснообск, 2004. 162 с.
- Сухова М. Г., Русанов В. И. Климаты ландшафтов Горного Алтая и их оценка для жизнедеятельности человека. Новосибирск, 2007. 150 с.
- Стрельцова Т. А., Ушакова В. Г. Экологическая изменчивость биохимических показателей у картофеля в высокогорье, среднегорье и предгорье Республики Алтай // Картофель и овощи. 2008. № 6. С. 32–34.
- Стрельцова Т. А. Рекомендации по внедрению адаптированных сортов картофеля в Горном Алтае. Горно-Алтайск, 2009. 36 с.
- Стрельцова Т. А., Чертовских И. А., Оппеухин А. А. Каталог сортов картофеля из коллекции лаборатории экологической генетики и селекции растений, испытанных в Горном Алтае в 1993–2009 гг. (иллюстрированный). Горно-Алтайск, 2010. 112 с.
- Стрельцова Т. А. Экологическое испытание сортов собственной селекции в условиях различной высотной поясности Горного Алтая // Материалы конференции ВОГиС «Проблемы генетики и селекции». Новосибирск, 2013. С. 47.
- Стрельцова Т. А., Оппеухин А. А., Менохов М. С. Исследование биоресурсного потенциала новой коллекции картофеля при интродукции в Горный Алтай. Горно-Алтайск, 2014. 128 с.