

Е.В. Овэс, кандидат сельскохозяйственных наук
 Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха
 РФ, 140051, Московская обл., д.п. Красково, г. Люберцы, ул. Лорха, 23
Е.В. Николаева, кандидат сельскохозяйственных наук
 Петрозаводский государственный университет
 РФ, 185910, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33
 E-mail: oveselena@mail.ru

УДК 635.21:573.6:631

DOI: 10.30850/vrsn/2021/4/35-39

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СЕВЕРНОГО РЕГИОНА И ВЫСОКОГОРНОЙ ЗОНЫ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ РАННЕСПЕЛЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ

В работе изучали показатели урожая 36 раннеспелых сортов картофеля северного региона (Архангельская обл.) и высокогорья Северного Кавказа (высота 2500 м н.у.м) в 2015–2020 годах. Характерные особенности северного региона – световой период (до 21 ч в июне – июле), способствующий увеличению продолжительности межфазных периодов развития растений, высокогорья – короткий световой день (14 ч), резкий перепад дневных (15,1–25,8°C) и ночных (7,8–15,2°C) температур, интенсивная солнечная инсоляция. Торфяно-подзолисто-глеявые почвы с более низким содержанием гумуса (3,7 %) и высоким – калия (240–267 мг/кг) в сравнении с горно-луговыми субальпийскими почвами высокогорья (6,7 % и 102–120 мг/кг соответственно). Высаживали картофель в I-й декаде июня по 25 клубней каждого сорта по схеме 0,7 × 0,3 м, убирали в начале сентября. Площадь учетной делянки – 5,25 м². С помощью кластерного, дискриминантного анализов группировали сорта и выделяли наиболее урожайные генотипы по комплексу показателей: коэффициент размножения, продуктивность растения и средняя масса клубня. Лучшими оказались сорта: Гулливер, Удача, Крепыш, Солист, Лидер, Даренка, Бриз, Ред Леди, Ривьера и Винета, сформировавшие на одно растение от 8,1 до 11,4 клубней со средней массой 37,0–67,9 г и продуктивностью 400–633 г. В высокогорье наиболее урожайные: Гулливер, Якутянка, Югана, Даренка, Лидер, Бриз, Ред Леди, Импала и Розара, которые соответственно сформировали 11,8–19,8 шт., 56,5–70,6 г и 830–1140 г на одно растение.

Ключевые слова: северный регион, высокогорье Северного Кавказа, Банк здоровых сортов картофеля, сорт, раннеспелость, полевая коллекция, пластичность, базовые клоны, урожай клубней.

E.V. Oves, PhD in Agricultural sciences
 Russian Potato Research Centre
 RF, 140051, Moskovskaya obl., d.p. Kraskovo, g. Lyubercy, ul. Lorha, 23
E.V. Nikolaeva, PhD in Agricultural sciences
 Petzavodsk State University
 RF, 185910, g. Petrozavodsk, pr. Lenina, 33
 E-mail: oveselena@mail.ru

ECOLOGICAL FACTORS OF THE NORTHERN REGION AND HIGHLAND ZONE INFLUENCE ON YIELD FORMATION OF EARLY MATURING POTATOES VARIETIES

The aim of the research was to study the yield indicators of 36 early maturing potato varieties in the northern region (Arkhangelsk region) and the highlands of the North Caucasus (an altitude of 2500 m above sea level). The experimental work was carried out in 2015–2020. The characteristic features of the northern region are the light period (up to 21 hours in June – July), which contributes to an increase in the duration of the interphase periods of plant development, in the highlands – a short light period (14 hours), a sharp temperature drop in the daytime (15.1 – 25.8°C) and night (7.8 – 15.2°C) hours, intense solar insolation. The peat-podzolic-gley soils of the northern region were characterized by a lower humus content (3.7 %) and a high content of potassium (240–267 mg/kg) in comparison with the mountain meadow subalpine soils of the highlands (6.7 % and 102–120 mg/kg, respectively). Potatoes were planted in early June and harvested in early September, 25 tubers of each variety according to the scheme 0.7 × 0.3 m, the area of the registration plot was 5.25 m². Using the methods of cluster and discriminant analyzes, the varieties were grouped and the most productive genotypes were identified by a set of indicators: the multiplication factor, plant productivity and the average tuber weight. In the northern region, the best varieties were Gulliver, Udacha, Krepysch, Solist, Leader, Darenka, Breeze, Red Lady, Riviera and Vineta, which formed from 8.1 to 11.4 tubers per plant with an average weight of 37.0–67.9 g and productivity 400–633 g. In the highlands, the most productive varieties were Gulliver, Yakutyanka, Yugana, Darenka, Leader, Breeze, Red Lady, Impala and Rosara, which formed from 11.8 to 19.8 tubers per plant with an average weight of 56.5–70.6 g and productivity 830–1140 g.

Key words: Northern region, highlands of the North Caucasus, Bank of Healthy potato varieties, variety, early maturity, field collection, plasticity, basic plants, tubers yield.

Биологическая особенность картофеля – вегетативный способ размножения. С этим связаны проблемы, обусловленные физиологическим старением культуры и накоплением специфических патогенов, вызывающих вырождение при воспроизводстве се-

менного материала. В семеноводстве картофеля биотехнологические методы получили наибольшее практическое распространение. [11] Применение меристемно-тканевых операций позволяет сохранить типичность биоматериала в процессе поддер-

жания *in vitro* коллекции картофеля. [12] Однако существует угроза закрепления модификаций по отдельным хозяйственно ценным признакам и свойствам. [9, 10] Для сохранения генетического разнообразия картофеля лучшие условия *in situ*, которые минимизируют потери сортовых ресурсов. [7, 13] В полевой коллекции присутствуют риски заражения растений вирусными болезнями, сохранение сортов становится проблематичным.

В начале 2000-х годов во ВНИИКХ создан банк здоровых сортов картофеля (БЗСК). Первые экспедиции организованы на Большом Соловецком острове в 2004–2006 годах. [14] Позже сортообразцы разместили на материке, в Приморском районе Архангельской области с дублированием коллекции на высоте 1600...1800 м н.у.м. в Республике Ингушетия. С 2015 года и по настоящее время базовую коллекцию БЗСК (более 200 сортообразцов) поддерживают в условиях северного региона и высокогорной зоны Северного Кавказа на высоте 2300...2500 м н.у.м. [5]

Цель работы – изучить особенности формирования урожая раннеспелых сортов в северном регионе и высокогорной зоне для выделения базовых клонов и последующего их использования в семеноводстве картофеля.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Экспериментальную работу проводили в 2015–2020 годах в условиях европейского севера России (Приморский район Архангельской области – 64° 32.3636'0» с.ш. и 40° 31.0163' 0» в.д.) и высокогорья Северного Кавказа на высоте 2300...2500 м н.у.м. (Верхний Згид, РСО-Алания - 42°52'12" с.ш. и 43°57'33" в.д.).

Почвы Приморского района торфяно-подзолистоглеевые с преобладанием ровного рельефа. Агрохимические показатели: содержание гумуса (по Тюрину) – 3,66 % (низкое), азота – 43...45 мг/кг почвы (среднее), подвижных форм фосфора и калия (по Кирсанову) – 240...267 и 160...170 мг/кг почвы соответственно (высокое); рН 5,8 (слабокислая). Оптимальные показатели температуры воздуха и почвы для посадки картофеля наступают в I-й декаде июня. Наиболее благоприятными для культуры оказались условия полевых сезонов 2016–2018 годов, когда превышение среднесуточных температур в июле-августе на 1,3...3,0°C в сочетании с обилием осадков способствовало интенсивному росту и клубнеобразованию. В периоды вегетации 2015 и 2019 годов недостаточная теплообеспеченность растений в июле (среднесуточная температура воздуха ниже многолетней нормы на 3,3...3,6°C) и августе (на 1,0...1,6°C) неблагоприятно повлияла на ростовые процессы и формирование урожая клубней. В 2020 году дефицит влаги в критический период развития растений (цветение) отразился на показателях его продуктивности.

На Северном Кавказе воздух чистый и прозрачный, напряжение солнечной радиации высокое, с большим содержанием ультрафиолетовых лучей. Долгота дня резко отличается от северной зоны (до 21 ч в июне-июле) и в период вегетации картофеля характеризуется плавным переходом с 15 ч в июне до 14 ч в начале августа.

Почвы высокогорья горно-луговые субальпийские. Агрохимический анализ: содержание гумуса в верхнем горизонте – 6,7 % (высокое), азота – 43...45 мг/кг почвы (среднее), доступных форм фосфора (по Кирсанову) – 102...120 (повышенное) и калия – 161...180 мг/кг почвы (высокое); рН 5,8 (слабокислая). Дневные температуры в период вегетации варьировали в пределах 15,1...25,8°C, при резком снижении в ночное время суток до 7,8...15,2°C. Количество выпавших осадков – 410...613 мм.

Для сравнительного анализа эффективности выращивания картофеля в северных и высокогорных условиях использовали 36 скороспелых сортов. Высаживали в I-й декаде июня по 25 клубней каждого сорта по схеме 0,7 × 0,3 м, площадь учетной делянки – 5,25 м². Уборку проводили в начале сентября, при этом определяли коэффициент разложения, продуктивность картофеля и среднюю массу одного клубня.

Экологическую пластичность сортообразцов оценивали по продуктивности растения с использованием коэффициента регрессии (b_i) [6,8], который отображает среднюю реакцию генотипа на колебания условий среды, проявляющуюся в фенотипической изменчивости. Нулевое или близкое к нулю значение b_i свидетельствует о нейтральной реакции на вариабельность условий среды, при $b_i > 1,0$ образцы интенсивного типа, которые хорошо реагируют на улучшение условий выращивания. [4]

Варианса стабильности S_i^2 показывает насколько надежно генотип соответствует той пластичности, которую оценили при помощи коэффициента регрессии. Чем ближе S_i^2 к нулю, тем меньше отличаются эмпирические значения от теоретических, образец показывает стабильную урожайность в различающихся условиях среды. [3]

Экспериментальные данные статистически обрабатывали с привлечением отдельных методов многомерного статистического анализа – факторного (метод главных компонент), кластерного (метод Варде, Евклидово расстояние) и пошагового дискриминантного (метод включения) [1, 2], с использованием Microsoft Excel 2010 и StatGraphics Centurion XV.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В северной зоне начало всходов зарегистрировано во II-й декаде, массовых всходов – в конце III-й декады июня. Фаза цветения зависела от сортовых особенностей – с III-й декады июля до конца I-й декады августа. На 45...55-й день посадки ранних сортов отмечено клубнеобразование, растения сформировали 2...3 стебля и габитус на уровне 50...60 см. При уборке длина стеблей достигала 60...65 см.

В горных условиях всходы картофеля появились на 6...10 дн. позже относительно северной зоны. Полные всходы у большинства сортов отмечали на 20...28-й день после посадки, на 47...58-й день – фаза бутонизации. Массовое цветение отмечали в I-ю декаду августа (на 60...70 день). К периоду уборки длина стеблей в зависимости от сорта варьировала от 70 до 80 см. Количество стеблей – от четырех до шести на одно растение.

Результаты факторного анализа

Показатель	Факторные нагрузки (% общей дисперсии)			
	F ₁ (65,0)		F ₂ (34,6)	
	северная зона		высокогорная зона	
Коэффициент размножения, шт.	0,995	-0,081	0,983	-0,176
Продуктивность, г/раст.	0,821	0,565	0,917	0,396
Средняя масса одного клубня, г	0,038	0,998	0,039	0,999

Изученные показатели (коэффициент размножения, продуктивность растения и средняя масса одного клубня), рассматриваемые в качестве переменных, использовали для определения особенностей структуры взаимосвязей между ними. Для каждой зоны получено по два фактора F₁ и F₂ (см. таблицу).

По знакам и факторным нагрузкам F₁ установлена прямая зависимость между коэффициентом размножения и продуктивностью картофеля. Высокое значение факторной нагрузки F₂ показателя «средняя масса одного клубня» свидетельствует о более или менее независимом характере его проявления у изученных сортов.

При распределении по комплексу показателей идентичного набора (кластерный анализ) в каждой зоне выделено по три группы сортообразцов. В северной зоне корректность группировки на 97,22 % поддержана дискриминантным анализом. Основные дискриминаторы – продуктивность одного растения и средняя масса клубня. Первая группа (10 сортов) отличалась наибольшими показателями

коэффициента размножения, продуктивности одного растения и средней массы клубня (рис. 1).

Многочисленная вторая группа (21 шт.) характеризовалась минимальным коэффициентом размножения, средними значениями продуктивности растения и массы одного клубня. В третьей группе (5 сортов) наименьшие показатели продуктивности и массы клубня.

В высокогорной зоне соответствие распределения сортов на три группы подтверждено на 94,44 % пошаговым дискриминантным анализом. Дискриминаторы – коэффициент размножения и продуктивность растения. Наибольшая по численности первая группа (16 шт.) с наименьшей массой одного клубня, средними значениями коэффициента размножения и продуктивности картофеля (рис. 2).

Вторая группа (9 сортов) характеризовалась более высокими показателями коэффициента размножения, продуктивности и массы клубня, в третьей (11 сортов) минимальные значения коэффициента размножения и продуктивности.

Результаты параллельной оценки продуктивности раннеспелых сортов картофеля в северной и высокогорной зоне отражают существенное варьирование урожайных показателей, связанных с неоднородностью экологических факторов и биологическими особенностями растения. Условия северного региона способствовали проявлению больших различий между сортами по показателю «средняя масса одного клубня», а высокогорья – «коэффициент размножения».

В высокогорье показатели сортов превышали таковые в северной зоне: коэффициент размножения

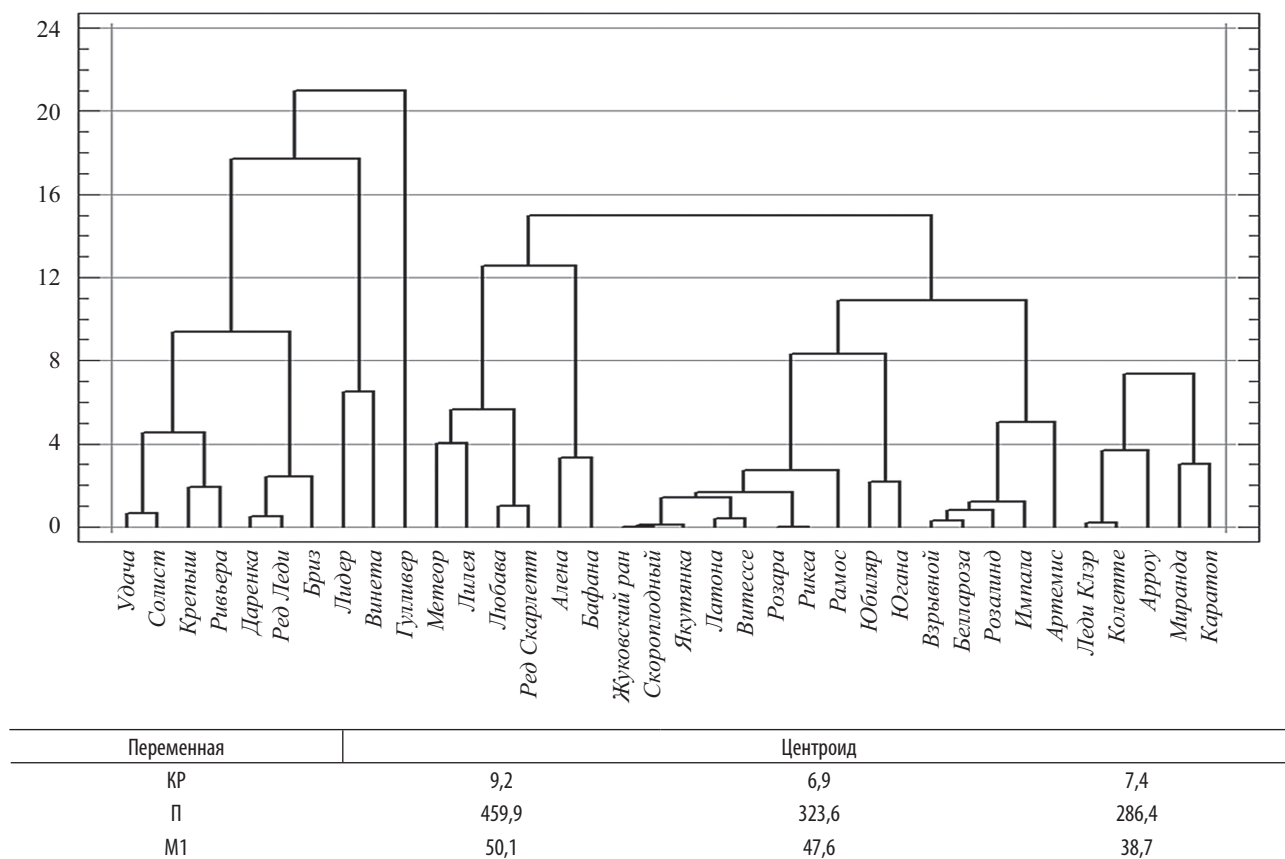
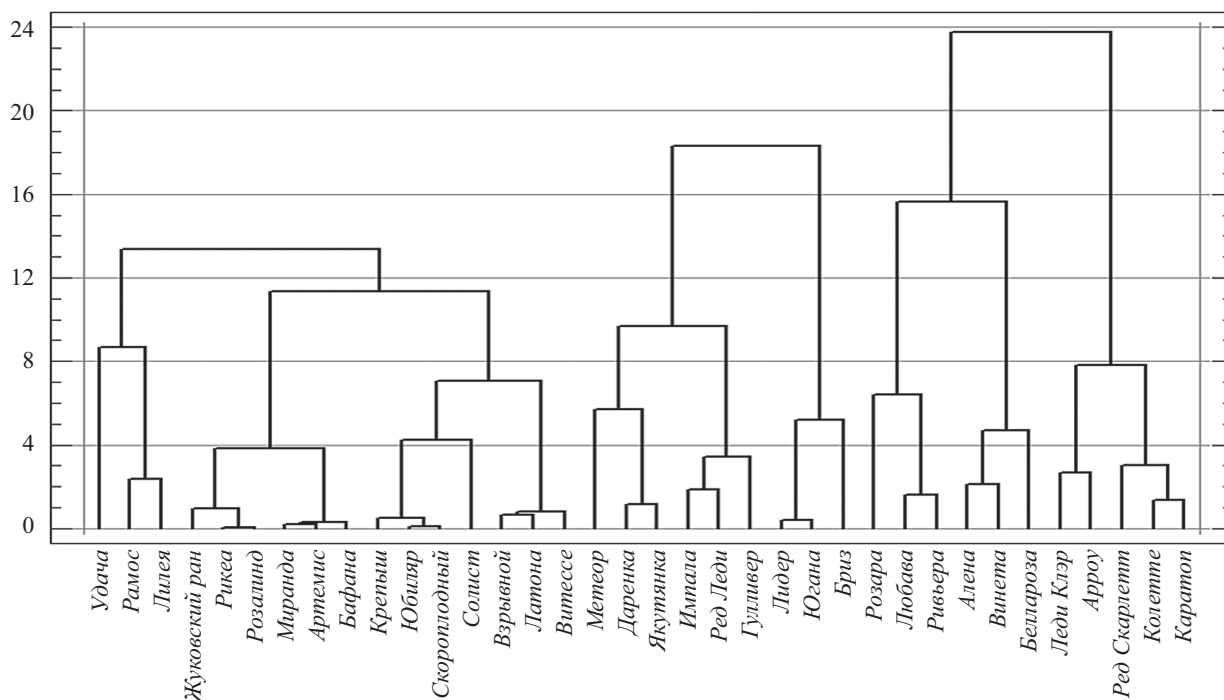


Рис. 1. Группировка раннеспелых сортов картофеля в северной зоне. КР – коэффициент размножения, шт., П – продуктивность, г/раст., M₁ – средняя масса одного клубня, г (то же на рис. 2).



Переменная	Центроид		
KP	15,1	16,8	11,7
П	845,4	1038,6	713,5
M1	56,1	61,8	61,1

Рис. 2. Группировка раннеспелых сортов картофеля в высокогорной зоне.

в 1,9 раза, продуктивность растения – 2,4, масса одного клубня – 1,3 раза. Из 36 скороспелых сортов лишь для пяти (*Даренка*, *Ред Леди*, *Бриз*, *Лидер*, *Гулливер*) свойственна устойчивость к экстремальным условиям среды северной и высокогорной зон.

По результатам оценки пластичности, только у некоторых фенотипическая изменчивость совпала. Сорта интенсивного типа ($b_i - 1,44...2,80$) – *Даренка* и *Импала*, хорошо отзываются на улучшение условий выращивания в северной и высокогорной зонах. Сорта *Жуковский ранний*, *Взрывной*, *Латона*, *Солист* ($b_i - 0,91...0,81$) с пониженной чувствительностью на изменения условий среды. Совпадением нейтральной реакции генотипа ($b_i - 0,06$ и $0,08$) характеризовался *Каратоп*. В годы исследований независимо от зоны выращивания ни один из изученных раннеспелых сортов не отличался стабильностью урожая клубней.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Дюк, В.А. Обработка данных на ПК в примерах / В.А. Дюк. – С-Пб: Питер, 1997. – 231 с.
2. Ким, Дж.-О. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ / Дж.-О. Ким, П.У. Мьюллер, У.Р. Клекка и др. – М.: Финансовая статистика, 1989. – 215 с.
3. Кравченко, Р.В. Агробиологическое обоснование получения стабильных урожаев зерна кукурузы в условиях степной зоны Центрального Предкавказья: монография / Р.В. Кравченко. – Ставрополь, 2010. – 208 с.
4. Кундик, Т.М. Пластичность и стабильность урожайности сортов люпина желтого / Т.М. Кундик // Селекция и семеноводство полевых культур: сб. науч. тр. – Ч. 2. – Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2007. – С. 93–96.

5. Овэс, Е.В. Результаты отбора базовых клонов картофеля в условиях Европейского севера и высокогорья северного Кавказа / Е.В. Овэс, Н.А. Гаитова, О.А. Шишкина, Н.А. Фенина // Земледелие. – 2020. – № 4. – С. 29–34.
6. Пакудин, В.З. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур / В.З. Пакудин, Л.М. Лопатина // Сельскохозяйственная биология. – 1984. – № 4. – С. 103–113.
7. Castaneda-Alvarez, N.P. Ex Situ Conservation Priorities for the Wild Relatives of Potato (Solanum L. Section Petota) / N.P. Castaneda-Alvarez, S. de Haan, H. Juarez et al. // PloS One. – 2015. – 10 (4) e0122599.
8. Eberhart, S.A. Stability parameters for comparing varieties / S.A. Eberhart, W.A. Russell // Crop. sci. – 1966. – Vol. 6. – № 1. – P. 36–40.
9. Gong, H. Major In Vitro Techniques for Potato Virus Elimination and Post Eradication Detection Methods. A Review / H. Gong, C. Igraneza, L. Dusengemungu // American Journal of Potato Research. – 2019. – P. 1–11.
10. Harding, K. The methylation status of dna-derived from potato plants recovered from slow growth / K. Harding // Plant cell tissue and organ culture. – 1994. – Vol. 37. – № 1. – P. 31–38.
11. Morais, T. Application of tissue culture techniques in potato / T. Morais, S. Asmar, H. Silva et al. // Bioscience Journal. – 2018. – 34 (4). – P. 952–969.
12. Naik, P. Recent Advances in Virus Elimination and Tissue Culture for Quality Potato Seed Production / P. Naik, T. Buckseth // Biotechnologies of crop improvement. Cham: Springer. – 2018. – V. 1. – P. 131–158.
13. Nassar, A.M. Intracloonal selection for improved processing of NB ‘Russet Burbank’ potato / A.M. Nassar, J. Ab-

- dulnour, Y. Leclerc et al. // *American Journal of Potato Research*. – 2011. – 88:387-397.
14. Simakov, E.A. Potato breeding and seed production system development in Russia / E.A. Simakov, B.V. Anisimov, I.M. Yashina et al. // *Potato Research*. – 2008. – V. 51. – № 3–4. – P. 313–326.
- LIST OF SOURCES**
1. Dyuk, V.A. *Obrabotka dannyh na PK v primerah* / V.A. Dyuk. – S-Pb: Piter, 1997. – 231 s.
 2. Kim, Dzh.-O. Faktornyj, diskriminantnyj i klasternyj analiz / Dzh.-O. Kim, P.U. M'yuller, U.R. Klekka i dr. – M.: Finansovaya statistika, 1989. – 215 s.
 3. Kravchenko, R.V. *Agrobiologicheskoe obosnovanie polucheniya stabil'nyh urozhaev zerna kukuruzy v usloviyah stepnoj zony Central'nogo Predkavkaz'ya: monografiya* / R.V. Kravchenko. – Stavropol', 2010. – 208 s.
 4. Kundik, T.M. *Plastichnost' i stabil'nost' urozhajnosti sortov lyupina zheltogo* / T.M. Kundik // *Selekciya i semenovodstvo polevyh kul'tur: sb. nauch. tr. – Ch. 2. – Voronezh: FGOU VPO VGU, 2007. – S. 93–96.*
 5. Oves, E.V. *Rezul'taty otbora bazovyh klonov kartofelya v usloviyah Evropejskogo severa i vysokogor'ya severnogo Kavkaza* / E.V. Oves, N.A. Gaitova, O.A. Shishkina, N.A. Fenina // *Zemledelie*. – 2020. – № 4. – S. 29–34.
 6. Pakudin, V.Z. *Ocenka ekologicheskoy plastichnosti i stabil'nosti sortov sel'skohozyajstvennyh kul'tur* / V.Z. Pakudin, L.M. Lopatina // *Sel'skohozyajstvennaya biologiya*. – 1984. – № 4. – S. 103–113.
 7. Castaneda-Alvarez, N.P. *Ex Situ Conservation Priorities for the Wild Relatives of Potato (Solanum L. Section Petota)* / N.P. Castaneda-Alvarez, S. de Haan, H. Juarez et al. // *PLoS One*. – 2015. – 10(4) e0122599.
 8. Eberhart, S.A. *Stability parameters for comparing varieties* / S.A. Eberhart, W.A. Russell // *Crop. sci.* – 1966. – Vol. 6. – № 1. – P. 36–40.
 9. Gong, N. *Major In Vitro Techniques for Potato Virus Elimination and Post Eradication Detection Methods. A Review* / N. Gong, C. Igiraneza, L. Dusengemungu // *American Journal of Potato Research*. – 2019. – R. 1–11.
 10. Harding, K. *The methylation status of dna-derived from potato plants recovered from slow growth* / K. Harding // *Plant cell tissue and organ culture*. – 1994. – Vol. 37. – № 1. – R. 31–38.
 11. Morais, T. *Application of tissue culture techniques in potato* / T. Morais, S. Asmar, H. Silva et al. // *Bioscience Journal*. – 2018. – 34 (4). – P. 952–969.
 12. Naik, P. *Recent Advances in Virus Elimination and Tissue Culture for Quality Potato Seed Production* / P. Naik, T. Buckseth // *Biotechnologies of crop improvement*. Cham: Springer. – 2018. – V. 1. – R. 131–158.
 13. Nassar, A.M. *Intraclonal selection for improved processing of NB 'Russet Burbank' potato* / A.M. Nassar, J. Abdulnour, Y. Leclerc et al. // *American Journal of Potato Research*. – 2011. – 88:387-397.
 14. Simakov, E.A. *Potato breeding and seed production system development in Russia* / E.A. Simakov, B.V. Anisimov, I.M. Yashina et al. // *Potato Research*. – 2008. – V. 51. – № 3–4. – P. 313–326.