

На основании данных о минеральном составе почв и растений были рассчитаны коэффициенты биологического накопления (КБН), которые позволили сравнить интенсивность аккумуляции химических элементов в разных геохимических ситуациях, а также межвидовые различия накопления. Установлено, что КБН_{Mg} у растений на гипербазитах гораздо ниже, КБН_{Ca} выше, чем на известняках и кислых горных породах, что может рассматриваться как механизм адаптации к неблагоприятным условиям минерального питания.

В то же время в каждой ЛФ можно отметить биогеохимические особенности, характерные для определенных таксонов. Например, представители сем. *Poaceae* и *Cyperaceae*, а среди двудольных – сем. *Ericaceae* выделяются минимальным уровнем накопления большинства элементов. Для видов сем. *Asteraceae*, наоборот, характерна высокая степень аккумуляции химических элементов. Это может быть обусловлено разной катионнообменной емкостью поглощения корней, а также эколого – физиологическими особенностями видов, прежде всего типом минерального обмена. Видоспецифические особенности обмена Ca, могут определять экологическое поведение вида, в т. ч. приуроченность к почвам определенного минерального состава. Можно предположить, что отсутствие во флорах на ультраосновных породах видов сем. *Fabaceae* связано с очень низким уровнем доступного растениям Ca в почвах. А виды этого семейства обладают кальцитрофным типом минерального обмена, характеризующимся очень высоким содержанием водорастворимого Ca. В то же время виды, обладающие оксалатным типом обмена, например виды сем. *Caryophyllaceae*, *polygonaceae* резко усиливают свои позиции в серпентинитовой флоре. Чрезвычайно важно, что виды этих семейств могут связывать в клетке в нерастворимые оксалаты не только Ca, но и Mg, который накапливается в избытке у растений на ультраосновных породах.

Типологические особенности минерального обмена растений разных таксонов обуславливают их неодинаковые адаптивные возможности к неблагоприятным почвенно-геохимическим условиям.

Работа поддержана Программой Президиума РАН «Биоразнообразие и динамика генофондов».

Литература

- Алексеева-Попова Н.В., Игошина Т.И., Юрцев Б.А. Растительность и минеральный состав почв на карбонатных и силикатных породах (юго-восток Чукотского полуострова) // Бот. журн. 1994. Т.49, №2. С.117–127.
- Игошина К.Н. Особенности флоры и растительности на гипербазитах Полярного Урала (на примере горы Рай-Из) // Бот. журн. 1966. Т.51, №3. С.322–337.
- Дроздова И. В., Алексеева-Попова Н.В. Особенности минерального состава растений и почв на ультраосновных породах Усть-Бельского горного массива (среднее течение реки Анадырь). III. Растения семейств *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Ericaceae* // Бот. журн. 1999. Т. 84. № 7. С. 1–12.
- Дроздова И.В., Юрцев Б.А. Сравнительная характеристика минерального состава растений различных экологических групп на серпентинитах Южной Чукотки // Бот. журн. 1995. Т. 80. № 3. С. 51–59.
- Дроздова И.В. Особенности накопления минеральных элементов кустарниками и кустарничками Полярного Урала на разных типах горных пород // Бот. журн. 2005. Т.90. №1. С.40–54.
- Юрцев Б.А., Алексеева-Попова Н.В., Катаева М.Н. Видовое разнообразие локальных флор Полярного Урала в контрастных геохимических условиях // «Биоразнообразие Европейского Севера». Петрозаводск, 2001. С.204–205.
- Юрцев Б.А., Алексеева-Попова Н.В., Дроздова И.В., Катаева М.Н. Характеристика растительности и почв Полярного Урала в контрастных геохимических условиях I. Кальцефитные и ацидофитные сообщества // Бот. журнал. 2004. Т.89. №1. С.28–41.
- Calcium and plant species richness. Forum // Folia geobotanica. 2003. V.38, №4. 467 p.
- Kataeva M.N., N.V. Alexeeva-Popova, I.V. Drozdova, A.I. Beljaeva Mineral Composition of Plant Species and Soils in the Polar Ural as Influenced by Variation in Rock Type // Geoderma. Elsevier. 2004. V.122. N2–4, P.257–268.
- Proctor J., Alexeeva-Popova N.V., Kataeva M.N., Kravkina I.M., Yurtsev B.A., Drozdova I.V. Arctic ultramafics: new investigations on Polar Ural vegetation. // Proceedings of the IY international congress on ultramafic (serpentine) ecology. London, 2005. P.121–136.
- Proctor J., Nagy L. Ultramafic rocks and their vegetation: an overview // The vegetation of ultramafic (serpentine soils). 1992. P. 469–494.

УСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ ГОРОХА ПОЛЕВОГО К АБИОТИЧЕСКИМ И БИОТИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ СРЕДЫ

Амелин А.В., Кондыков И.В. *, Чекалин Е.И., Борзенкова Г.А. *

Орел, Орловский государственный аграрный университет

**Орел, Всероссийский научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур*

Современному развитию сельскохозяйственного производства присущи выраженные тенденции негативного характера, направленные на ухудшение экологического состояния окружающей среды, качества про-

изводимой продукции, увеличение вариабельности урожайности по годам и невосполнимых затрат для ее получения (Молчан и др., 1996; Жученко, 2004; Парахин, Амелин, 2005).

В решении данной проблемы немаловажная роль принадлежит зернобобовым – как средообразующим культурам, и в частности гороху, который является не только важным источником увеличения сбора растительного белка в стране, но и экологически стабилизирующим фактором растениеводства. В данном случае особый интерес вызывает полевой горох, растения которого более устойчивы к экстремальным условиям выращивания (Макашева, 1973). Поэтому не случайно этой ботанической разновидности в последнее время селекционеры все больше уделяют внимания. В данном направлении активно ведется селекция в Польше, Прибалтике, Чехии, а в настоящее время и в России, в частности во Всероссийском научно-исследовательском институте зернобобовых и крупяных культур (ВНИИ ЗБК), хотя оно достаточного научного обоснования пока не имеет.

В этой связи, нами в 2004 году в рамках совместной научной программы Орловского государственного аграрного университета (Орел ГАУ) и ВНИИ ЗБК были начаты исследования по изучению морфофизиологических и селекционно-значимых признаков растений гороха полевого (пелюшки), с целью научного обоснования перспектив их селекции и использования в сельскохозяйственном производстве.

Объектами исследования являлись двенадцать сортообразцов гороха полевого и два – посевного, которые выращивались в селекционном севообороте ВНИИ ЗБК на делянках площадью 7,5 м² в 4-х кратной повторности при норме высева 1,2 млн. семян на га.

Полученные экспериментальные данные показали, что в природно-климатических условиях Центральной лесостепи сортовые посевы зернового гороха по-прежнему формируют небольшую урожайность семян – в среднем 2,75 т/га, хотя в благоприятных условиях произрастания растений ее величина может превышать 6 т/га. То есть подтверждается вывод о том, что современные сорта гороха, как и других сельскохозяйственных культур, обладают низкой экологической устойчивостью (Неттевич, 1986; Молчан и др., 1996; Амелин, 2001; Amelin et al., 2001).

В зависимости от погодных условий урожайность семян у изученных сортообразцов варьировала в годы исследований в пределах 1,8–3,7 т/га. Особенно значимо она снижалась от дефицита влаги. В 2007 г., когда количество осадков во время вегетации растений (в период со 2 декады мая по 3 декаду июля) выпало в 2,5 раза меньше, а температура превышала среднее многолетнее значение на 4°С, урожайность семян была получена на 1,9 т/га или на 51,4 % меньше, в отличие от более благоприятного по погодным условиям 2006 года (рис. 1).

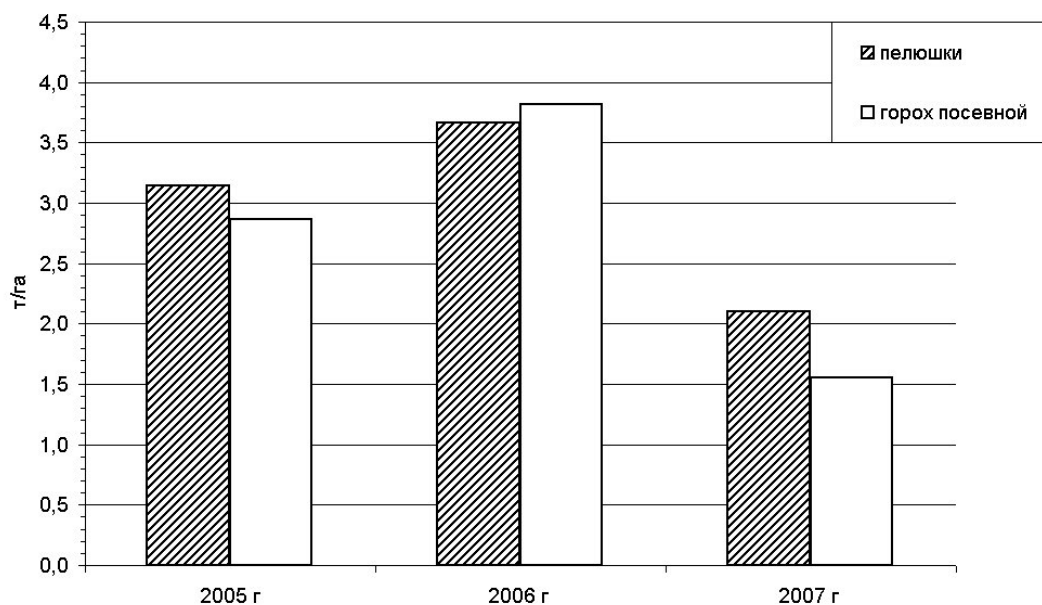


Рис. 1. Урожайность у сортообразцов гороха

Тем не менее, норма реакции на воздействие природной засухи у изученных сортов гороха существенно различалась: в засушливый 2007 г. урожайность у пелюшек была снижена на 16,7 % меньше, чем у гороха посевного, у которого она изменялась в годы исследований в диапазоне от 1,6 до 3,8 т/га, а у полевого – от 2,1 до 3,7 т/га. Наибольшая величина урожайности в засуху отмечалась у сортов пелюшек Фаленская 42, Рябчик, Малиновка, Наташа, а в благоприятных по увлажнению условиях – у образца 98–393 и сорта Алла – в среднем 4,5 т/га, что на 16% больше белоцветковых Орловчанина и Норда.

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БОТАНИКИ В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА

Кроме этого, сорта гороха полевого отличались большей устойчивостью и к определенным вредителям (табл. 1). В частности, их растения существенно меньше повреждались гороховой плодовой тлей (в среднем на 21 %) и гороховым трипсом (в среднем на 25%) при равной устойчивости к тле и долгоносику, по сравнению с белоцветковыми сортами. По устойчивости к наиболее опасным вредителям (тля, плодовая тля) среди них особенно выделялся сортообразец 98–393, который может быть рекомендован для использования в селекции.

Таблица 1

Повреждаемость растений тлей и долгоносиком сортообразцов гороха полевого и посевного

Сорто-образец	Гороховая тля, экз./раст.	Гороховая плодовая тля, % поражения семян	Гороховый трипс		Количество укусов долгоносика, шт.	
			% заселения бобов	экз./раст.	листочники	прилистники
1	2	3	4	5	6	7
Горох полевой – пелюшка						
К-1691	10,7	19	60	0,4	139,6	118,1
Фаленская 40	8,4	14,6	75	1,3	118,1	96,3
Фаленская 42	12,6	9,2	10	0,1	164,7	128,9
Рябчик	14,7	5,3	95	1,3	149,4	103,5
Надежда	15	4,7	40	0,7	140,3	100,7
СЗМ 85	36	2	0	0	152,7	127,6
Малиновка	40,4	30	25	2,5	160,3	135,8
Орпела	14,8	10	80	1,6	176,3	140,8
Зарянка	38,7	9,7	85	1,2	166,7	128,3
Алла (усатый)	12,3	5,8	85	1,7	-	173,6
Наташа (усатый)	55,4	3,6	65	1,1	-	166,5
98–393 (усатый)	8,6	4,6	65	0,9	-	174,3
среднее	22,3	9,9	57,1	1,1	152	132,8
Горох посевной						
Норд (усатый)	35	14,5	70	1,1	-	141,1
Орловчанин	10,3	10,4	83	1,6	139,2	102,5
среднее	22,7	12,5	76,5	1,4	139,2	121,8
НСР ₀₁	3,7				10,9	12,2

Тем не менее, имея повышенную устойчивость к абиотическим и биотическим стрессовым факторам среды, современные сорта – пелюшки по величине фотосинтетического потенциала и чистой продуктивности фотосинтеза не отличались от сортов гороха посевного (табл. 2). Это указывает на то, что их устойчивость к засухе и вредителям в большей степени связана с другими физиологическими и биохимическими признаками растений. Предполагаем, что во многом она может быть обусловлена содержанием у растений антоциана и антипитательных веществ в семенах, в частности ингибиторов трипсина и химотрипсина (Чекалин и др., 2007).

Таблица 2

Чистая продуктивность фотосинтеза и фотосинтетический потенциал у сортообразцов гороха полевого и посевного фаза зеленой спелости бобов

Сортообразец	ФП, м ² дней/раст.			ЧПФ, г/м ² сутки		
	2006 г.	2007 г.	среднее	2006 г.	2007 г.	среднее
Горох полевой – пелюшка						
Орпела	2,15	0,37	1,26	3,46	6,82	5,14
Зарянка	1,30	0,56	0,93	7,13	6,64	6,88
Алла (усатый)	1,15	0,42	0,76	7,23	9,32	8,28
Наташа (усатый)	0,99	0,30	0,65	7,43	11,21	9,32
98–393 (усатый)	1,27	0,25	0,76	5,51	9,19	7,35
среднее	1,37	0,38	0,87	6,15	8,64	7,39
Горох посевной						
Орловчанин	2,26	0,37	1,32	3,95	7,51	5,73
Норд (усатый)	1,15	0,26	0,71	6,55	11,18	8,86
среднее	1,71	0,32	1,02	5,25	9,35	7,30

Таким образом, современные сорта пелюшки могут успешно конкурировать с сортами посевного типа не только по урожайности семян, но и устойчивости к абиотическим и биотическим стрессовым факторам среды. Их растения более устойчивы к засушливым погодным условиям вегетации и в меньшей степени повреждаются некоторыми вредителями, что позволяет рассматривать использование их растений в селекции одним из наиболее приоритетных направлений.

Литература

- Амелин А.В. Реакция разных по окультуренности сортообразцов гороха на условия произрастания // Доклады РАСХН. 2001. №3.
- Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика) М., 2004. 1112 с.
- Макашева Р.Х. Горох. Л., 1973. 311 с.
- Молчан И.М., Ильина Л.Г., Кубарев П.И. Спорные вопросы в селекции растений // Селекция и семеноводство. 1996. №1–2. С.36–51.
- Неттевич Э.Д. Культура поля и селекция // Зерновое поле Нечерноземья. М., 1986. С. 22–38.
- Парахин Н.В., Амелин А.В. Значение современных сортов в повышении устойчивости и эффективности сельскохозяйственного производства // Роль современных сортов и технологий в сельскохозяйственном производстве. Орел, 2005. С. 94–104.
- Чекалин Е.И., Амелин А.В., Кондыков И.В., Монахова Н.А. Продуктивные возможности растений гороха полевого в аспекте селекции на зерновое использование // Сб. матер. Междунар. конф. «Роль молодых ученых в реализации национального проекта «Развитие АПК». М., 2007. С. 98–100.
- Amelin A.V., Kulihov N.G., Stibacova Yu.N. Pest resistance and morphophysiological peculiarities of plants of various pea samples differing by their tame degree//Plant under environmental stress. Moscow, 2001.

**СОДЕРЖАНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ В ТАЛЛОМЕ ЛИШАЙНИКА
HYPOGYMNA PHYSODES(L.) NYL. В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ МЕСТООБИТАНИЯ**

Андросова В.И., Вержбицкая Е.В., Слободяник И.И.

Петрозаводск, Петрозаводский государственный университет

В настоящее время фотосинтетические пигменты и их содержание в талломах лишайников становятся объектом все возрастающего числа исследований (Wilhelmsen, 1959; Hampton, 1973; Lange et al., 1989; Von Arb et al., 1990; Tretiach, Carpanelli, 1992; Adams et al., 1993; Garty et al., 1997; Czezug, 2001; Veerman et al., 2007 и др). Содержание фотосинтетических пигментов и изменение их количества в лишайниках видоспецифично и отражает интенсивность протекающих в талломах физиологических процессов, в первую очередь фотосинтеза (Kuziel, 1972; Tretiach, Carpanelli, 1992; Бязров, 2002).

Исследования фотосинтетических пигментов лишайников играют важную роль для понимания характера их «ответа», как важных биоиндикаторов, на изменяющиеся условия макро-, микроклимата и степени загрязнения окружающей среды. На сегодняшний день оценка качественного и количественного содержания ассимилирующих пигментов в талломах лишайников является одним из распространенных показателей для выявления степени повреждения этих организмов в условиях загрязнения среды.

Цель исследования – определить содержание хлорофилла *a* (*chl a*), хлорофилла *b* (*chl b*), и каротиноидов (*car*) в талломах лишайника *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. в разных условиях местообитания.

Исследования проводились на территории НП «Водлозерский», ГПЗ «Кивач» и г. Петрозаводска в 2002–2007 гг. Всего было заложено 28 пробных площадей в сосновых (10) и еловых (18) сообществах чернично-зеленомошного типа. На каждой пробной площади проводились полные геоботанические описания и отбирались 5–10 деревьев *Pinus sylvestris* L. или *Picea abies* (L.) Karst., для которых определялись основные морфометрические параметры (высота и возраст дерева, высота грубой корки; параметры кроны – высота прикрепления, радиус и сквозистость, угол наклона ствола). Со стволов выбранных деревьев собирались образцы талломов *H. physodes*, для которых проводился анализ концентрации пигментов на спектрофотометре и расчет их содержания по формулам Винтерманса. Измерения были проведены для 280 образцов в трехкратной повторности. Статистический анализ данных проводился регрессионным (РА), однофакторным дисперсионным анализами (ОДА), методом сравнения выборок критерием Колмогорова-Смирнова (ККС) и методом главных компонент (МГК).

Результаты содержания фотосинтетических пигментов в талломах *H. physodes* в изученных лесных сообществах представлены на рисунке 1. Согласно полученным данным, среднее содержание *chl a*, *chl b* и *car* в талломах *H. physodes* в исследованных еловых сообществах достигает 0,96, 1,04 и 1,14 мг/г сух. массы, соответственно. Содержание пигментов в талломах лишайника сосновых лесов значительно ниже и составляет 0,42, 0,15 и 0,19 мг/г сух. массы, для *chl a*, *chl b* и *car*, соответственно (ККС, $\alpha=0,001$) (рис. 1). Соотношение хлорофиллов и каротиноидов ($a+b/car$) в талломах *H. physodes* еловых лесов составляет 1,75, в образцах сосновых сообществ – 3.