

ПОВЫШЕНИЕ БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА РАСТЕНИЯ – АКТУАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА СЕЛЕКЦИИ ГОРОХА

А. Н. ЗЕЛЕНОВ, доктор сельскохозяйственных наук

А. А. ЗЕЛЕНОВ, научный сотрудник

ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

E-mail: zelenov-a-a@yandex.ru

*Успехи в селекции гороха в XX веке достигнуты благодаря существенным генетическим и морфофизиологическим преобразованиям растения. В геном введены гены короткостебельности, детерминантности, безлисточковости, неосыпаемости семян. Повысилась эффективность донорно-акцепторных отношений и увеличился уборочный индекс, который приблизился к биологически возможному пределу. В то же время снизилась белковость семян и ухудшилась устойчивость к биотическим и абиотическим стрессорам. Возникла необходимость адаптации к глобальным и локальным изменениям климата. Решение названных проблем и дальнейший прогресс в селекции на урожайность семян возможны путём повышения биоэнергетического потенциала растения. Для этой цели предлагается использовать генисточки с изменённой архитектоникой листа и флоральной зоны стебля. Особенность селекции на увеличение биопотенциала заключается в необходимости создания банка генисточников с повышенными параметрами продукционного процесса и проведения селекции на высоком агротехническом уровне в условиях репродуктивной изоляции от мирового ассортимента культурных образцов *Pisum sativum* L.*

Ключевые слова: горох, биопотенциал, морфотип, микроэволюция, селекция, урожайность.

Вклад селекции в повышение урожайности культурных растений оценивается в 30-70 %. Если технология возделывания не обеспечивает реализацию урожайного потенциала сортов, возрастает роль агротехники. Если же, несмотря на благоприятный погодный режим и отвечающую биологическим потребностям культуры технологию возделывания, сорт не реагирует на агроприёмы, на первый план выступают генетические преобразования. Именно такая ситуация складывается в настоящее время в селекции гороха.

Проведёнными в нашем институте исследованиями генетически детерминированный максимум урожайности семян гороха для условий Центральной России определён в 5,5-6,0 т/га с содержанием белка в них 22-23 % (Н.Е. Новикова и др., 1989). В других регионах параметры могут быть иными. Этот рубеж обусловлен биоэнергетическим потенциалом растения, оцениваемым обычно величиной его биомассы, которая за сто лет научной селекции практически не изменилась. Консерватизм биопотенциала определяется высокоинтегрированной системой идиотипа растения «в которой основные адаптивные, включая и хозяйственно ценные, признаки контролируются коадаптивными блоками генов, весьма устойчивыми к мейотической рекомбинации» (А.А. Жученко, 2004).

Постоянство величины биомассы у растений в процессе длительной селекции отмечены также у пшеницы, ячменя, риса, кукурузы и других культур (R.V. Austin et al., 1980; A. Fossati, F.X. Passaud, 1986; Н.К. Jain, 1986; Ch. von Buttlar et al., 1997). Х. Шмальц (1978) обратил внимание на то, что «возделывавшиеся примерно с 1830 г. сорта зерновых культур синтезировали почти столько же веществ, что и наши современные сорта».

По И.И. Шмальгаузену (1946) константность генома осуществляют не столько генные комплексы, определяющие развитие того или иного признака, сколько морфогенетические и «эргонические» (функциональные) корреляции (регуляторные связи), которые обладают огромными «запасами» прочности. «Нужны очень глубокие сдвиги условий среды и возникновение крупных мутаций, чтобы исторически установившееся формообразование и

обусловившие его морфогенетические корреляции оказались бы сдвинутыми с нормы» (А.А. Парамонов, 1967).

Новейшие исследования по расшифровке геномов растений показали заметное сходство генных блоков генома гороха с геномами не только различных представителей Fabaceae Lindl. (*Medicago truncatula*, *Lotus japonicus*, *Cicer arietinum*, *Glycyne max*), но даже с геномами таких растений как виноград, тополь, папайя (О.Е. Костерин, 2015). Эти сведения подтверждают определяющее значение морфогенетических корреляций в формообразовании.

Прогресс в селекции в XX веке сопровождался значительными морфофизиологическими преобразованиями растения. Современные сорта по сравнению со стародавними характеризуются укороченным, ограниченно растущим и даже детерминантным стеблем, в большинстве случаев усатым типом листа, лучшим развитием элементов продуктивности, более высокой аттрагирующей активностью плодов и семян, эффективной с точки зрения продукционного процесса системой донорно-акцепторных отношений. Культура стала технологичной. В итоге урожайность семян за столетие возросла в 2,5-3 раза, а уборочный индекс (доля семян в общей биомассе растения) стал достигать 65 % и вследствие консерватизма биопотенциала приблизился к биологически возможному пределу. Поэтому «селекция гороха на урожайность семян путём увеличения уборочного индекса и использования семенами элементов питания свои возможности почти исчерпала. В этой связи, дальнейший прогресс представляется наиболее успешным путём увеличения общей биологической продуктивности растений» (Н.Е. Новикова, 2002), точнее путём увеличения его биоэнергетического потенциала.

Некоторые исследователи, ссылаясь на невысокий уровень реализации урожайного потенциала современных сортов в производстве (среднегодовая урожайность гороха в России в 2011-2015 гг. составила 1,64 т/га), постепенное ухудшение качества семян, снижение устойчивости растений к биотическим и абиотическим стрессорам, предлагают вести селекцию не на высокую потенциальную продуктивность, а сосредоточиться на решении стоящих проблем (В.С. Шевелуха, 1993; Э.Д. Неттевич, 2001; И.В. Кондыков, 2008). Однако, как будет показано ниже, и для этого необходимо повысить энергоёмкость растения возделываемых сортов.

Горох относится к высокобелковым культурам, хотя в семенах гладкосемянных образцов преобладает крахмал, содержание которого достигает 50 %. Литературные сведения по накоплению белка в семенах *Pisum sativum* L. различаются в зависимости от репрезентативности изученных образцов, условий выращивания, выбранного показателя (белок, сырой белок, протеин, сырой протеин, переваримый протеин; в англоязычной литературе protein обозначает – белок, а crude protein – сырой протеин) и методов анализа. Наиболее объективны результаты исследования обширных коллекций.

В образцах ВИР содержание сырого протеина (N x 6,25) в семенах варьировало в пределах 18,6-35,7 %, но в районированных сортах накапливалось в среднем 24,3 % (Р.Х. Макашева, 1979). В коллекции гороха Кэмбриджского университета (Великобритания) содержалось от 16 до 33 %, а в возделываемых сортах 22-26 % (D.A. Bond, D.B. Smith, 1988). В Индийском институте аграрных исследований изучали 417 образцов гороха, масса 1000 семян которых колебалась от 46 до 231,5 г. Размах изменчивости по содержанию белка составлял от 21,16 до 39,14 % (K.Kant, B. Sharma, 1981).

В мировой коллекции ВИР высоким содержанием протеина в семенах отличались укосно-кормовые образцы с окрашенными цветками (пелюшки) – до 34,4 %, а в среднем по годам среди высокобелковых форм от 28,6 до 32,9 % (Р.Х. Макашева, 1979). Большинство из них представлены прошедшим только этап народной селекции местными позднеспелыми сортами с мелкими или среднелкими (масса 1000 семян 80-165 г; образец из Грузии К-2376 – 40-50 г) семенами (Каталог мировой коллекции ВИР, 1973, вып. 120). Но наиболее высокое содержание протеина отмечено в западноевропейских сортах с морщинистыми («мозговыми») семенами – до 34,9 %, в среднем по годам среди высокобелковых сортов от

28,8 до 34,2 % (Р.Х. Макашева, 1979). Но в этом случае следует иметь в виду, что высокое содержание белка у морщинистосемянных форм (овощной горох) обусловлено рецессивным аллелем *r*, который блокирует синтез амилопектина. В результате содержание крахмала в семенах снижается до 22-36 %, и доля белка возрастает чисто статистически. Поэтому морщинистосемянные образцы можно считать высокобелковыми только условно, и интерпретировать их характеристики следует в особом порядке с учётом биохимических особенностей. В наших опытах сбор белка с гектара у высокобелкового (26,7 %) овощного сорта Вега был меньше, чем у низкобелкового (20,1 %) гладкосемянного сорта Орловчанин (А.Н. Зеленов и др., 2014).

Ретроспективный анализ показал, что за период селекции от примитивных форм до лучших современных гладкосемянных сортов накопление белка в семенах гороха уменьшилось на 2-7 % (А.А. Швецов и др., 1992; Н.Е. Новикова, 1996). Н.М. Вербицкий (1992) констатирует, что только за 20 лет (с 1966-1970 гг. по 1986-1990 гг.) в селекционных сортах Донского селекцентра содержание сырого протеина в семенах снизилось в среднем с 26,3 % до 23,7 %.

Эта тенденция обусловлена тем, что решающим показателем при допуске сорта в производство является урожайность. Но между урожайностью и белковостью семян у гороха установлена отрицательная корреляция (Н.М. Вербицкий, 1969; W. Gottschalk, Н.Р. Muller, 1982; Дж. Смарт, 1986; М.С. Kharkwal et al., 1988; А.В. Амелин, 1991; Н.Е. Новикова, 1992). Одной из причин отрицательной корреляции является увеличение доли зерна в биомассе при неизменившемся фонде азота в растении, при этом на единицу массы семян его стало приходиться на 22-38 % меньше (Н.Е. Новикова, 1996). Значительная часть азота в растения гороха поступает из воздуха благодаря симбиозу с клубеньковыми бактериями, на что расходуется 20-30 % продуктов фотосинтеза (Н.А. Проворов, И.А. Тихонович, 2003). Значит, для увеличения фонда азота в растении следует повысить его биоэнергетический потенциал. Другая причина снижения содержания белка в семенах при увеличении урожайности заключается в том, что на биосинтез единицы массы белка расходуется в два раза больше первичных продуктов ассимиляции, чем на единицу массы крахмала (А.А. Жученко, 2009).

В связи с консерватизмом величины биоэнергетического потенциала современных сортов гороха и зависимостью белковости семян от урожайности сделано заключение о невозможности создания высокоурожайных сортов с высоким содержанием белка (М.Л.Н. Kaul, 1982). Поэтому селекционер вынужден «разменивать» белок на крахмал. Так постепенно происходит девальвация высокобелковой культуры. Для создания высокоурожайных и одновременно высокобелковых сортов необходимы формы с более высоким биоэнергетическим потенциалом.

Мы никогда не узнаем, сколько белка накапливали семена тех растений *Pisum sativum* L., которые древний земледelec взял из природы и посеял около своего жилища. Но невозможно представить, чтобы в течение нескольких тысячелетий в отношении гороха действовали иные биологические законы. Поэтому, ориентируясь на белковость местных слабокультуренных пелюшек, за отправную точку эволюции гороха в культуре с осторожностью можно принять величину 30-35 %. «Расходы» на повышение урожайности современных возделываемых сортов составили около 10 % белка.

Высокая концентрация белка в семенах нужна прежде всего самому растению. В процессе эволюции в семенах Бобовых содержание белка увеличивается: наименьшее отмечено у представителей архаичных цезальпиниевых, наибольшее – у мотыльковых, особенно у «высокоспециализированных и филогенетически молодых прогрессивно эволюционирующих форм родов *Hedysarum* (до 63 %), *Onobrychis*, *Astragalus*» (А.В. Благовещенский, Е.Г. Александрова, 1964). Адаптивное значение повышенной белковости семян заключается в обеспечении материнским растением проростка эндогенной «стартовой» дозой азота в удобоваримой форме. Это даёт молодому растению на первых этапах роста и развития преимущество в борьбе за существование, когда собственная азотфиксация ещё не началась.

Повышение устойчивости растений к болезням, вредителям, экстремальным факторам среды, в конечном счёте, также является проблемой биоэнергетической. «Приспособление к любому конкретному компоненту абиотической и биотической среды требует затрат определённого количества энергии, которая, следовательно, становится недоступной для других процессов адаптации. Причём за большую экологическую устойчивость растениям приходится «расплачиваться» расходом определённого количества энергии даже в тех случаях, когда их толерантность не реализуется» (А.А. Жученко, 2009).

В условиях глобального и локального изменений климата не только увеличивается непредсказуемость и амплитуда погодных аномалий. Происходит миграция и эволюция вредителей и возбудителей болезней. Возникают новые расы и штаммы, к которым существующие сорта не приспособлены. В связи с этим значение факторов адаптации в селекции возрастает. И на эти цели растение вынуждено расходовать энергию. «Только имея достаточные запасы свободной энергии, аккумулированной в процессе фотосинтеза, культивируемые растения и агросистема могут обеспечить высокую потенциальную продуктивность и экологическую устойчивость, а, следовательно, и высокую урожайность в варьирующих условиях внешней среды» (А.А. Жученко, 2009).

Работа над созданием сорта от момента скрещивания до его освоения в производстве продолжается 12-15 лет. За такой срок трудно прогнозировать видовой и расовый состав наиболее вирулентных патогенов. Некоторые абиотические стрессы порой бывают непредсказуемыми за несколько недель и даже дней. Создавать сорта, устойчивые к каждому из возможных стрессоров расточительно с энергетической точки зрения. В этих условиях в селекции следует ориентироваться на выносливость (толерантность) гетерогенных пластичных сортов (И.М. Молчан, 1996; А.А. Жученко, 2009). Важным фактором является неспецифическая адаптация растений к разным стрессам (Г.В. Удовенко, 1979; Н.Е. Новикова и др., 2011).

Увеличение концентрации углекислого газа в атмосфере, как одного из факторов глобального изменения климата, для растений с C_3 – фотосинтезом (первичный продукт фотосинтеза с тремя атомами углерода), к которым принадлежит и горох, может сыграть положительную роль в селекции на высокую продуктивность. Прогнозируется, что в этих условиях урожайность культур с C_3 – фотосинтезом увеличится на 20–36 % (В.М. Просунько, 2005). Около 9/10 продолжительности эволюции фотосинтезирующих организмов проходило при содержании CO_2 в воздухе в десять раз превышающим нынешний уровень. C_4 – фотосинтез возник позднее в результате адаптации к низкому содержанию CO_2 в атмосфере, аридности климата и местообитаниям с бедным азотным фоном (Р. Apel, 1994). В геномах C_3 – растений в неактивном состоянии должны находиться архаичные гены, функционировавшие в условиях повышенной концентрации углекислого газа. «Harlan (1982) считает, что генетическая основа примитивного состояния того или иного признака в процессе эволюции растений сохраняется и может быть легко восстановлена за счет макромутаций» (А.А. Жученко, 2009).

В МГУ им. М.В. Ломоносова был проведён опыт с двумя сортами озимой пшеницы: стародавней Новоукраинкой и современной для того времени высокоурожайной Мироновской юбилейной. При обычном содержании CO_2 в воздухе (0,02-0,03 %) интенсивность фотосинтеза у обоих сортов была практически одинаковой. Но при концентрации 1,6 % фотосинтез у Мироновской юбилейной шёл в 3-5 раз интенсивнее по сравнению с Новоукраинкой (Б.А. Рубин, 1979). Поэтому в подобных исследованиях по изучению последствий глобального изменения климата следует ориентироваться на самый современный и перспективный селекционный материал.

Связанные с глобальным изменением климата и нередко отмечаемые в Европейской России периоды с температурой воздуха выше $35^{\circ}C$ могут вызвать повреждение фотосинтетического аппарата, элиминировать положительный эффект повышенной концентрации CO_2 и негативно отразиться на урожайности. Снижение или даже устранение повреждающего действия высокой температуры возможно путём повышения устойчивости

растений и стабилизации продукционного процесса за счёт селекционного сдвига точки повреждения тканей растений стрессовым фактором; расширения нормы реакции и адаптивности генотипов к высокой температуре; создания и отбора генотипов с высокой репарационной способностью (А.П. Лаханов, А.Н. Зеленов, 1993). Все эти пути требуют обогащения генома гороха генами адаптивности и повышения биоэнергетического потенциала растения.

Определяя стратегию селекции, – повышать или не повышать потенциал продуктивности, – нельзя ориентироваться на среднюю урожайность в производстве. Применяя соответствующую биологическим потребностям культуры высокоточную (прецизионную) технологию возделывания, даже в экстремальных условиях можно практически полностью реализовать урожайный потенциал сорта. Примером могут служить результаты выращивания сорта гороха Фараон в ООО «Дубовицкое» Малоархангельского района Орловской области. Максимальная урожайность этого сорта в государственном испытании составила 5,92 т/га (Ипатовский ГСУ Ставропольского края, 2008 год). В 2015 г. в «Дубовицком» он дал 5,17 т/га. В среднем по Орловской области, где Фараон преобладал в посевах гороха, собрано по 2,54 т/га. В остросасушливом 2010 г. в «Дубовицком» урожайность составила 3,56 т/га, в области – только 0,95 т/га. Такие примеры не единичны. Причины низкой реализации потенциала продуктивности в широких масштабах производства, в основном, следует искать за рамками селекции.

Итак, можно сделать однозначный вывод, что для дальнейшего прогресса в селекции гороха как на высокую урожайность, так и на качество зерна, и на стрессоустойчивость необходимо повышать биоэнергетический потенциал растений. Ведущая роль в этом принадлежит фотосинтезу. Практически по единодушному мнению исследователей (Б.А. Рубин, 1979; А.С. Образцов, 1981; А.Т. Мокроносов, 1983; В.А. Кумаков, 1985; Р.Аpel, 1994; А.В. Амелин, 2001; 2015; Н.Е. Новикова, 2002 и др.) «селекция культурных растений на высокий фотосинтетический потенциал должна стать неотъемлемой частью долгосрочных селекционных программ, направленных на синтез высокоурожайных культур» (Н. Авратовщук, 1980).

В возглавляемом лауреатом Нобелевской премии Н. Борлоугом Международном центре по улучшению кукурузы и пшеницы (СІММУТ) предпринимались усилия по созданию высокоурожайных сортов бобовых культур, но они оказались для учёных «крепким орешком» (Е.В. Ковалёв, 1974).

Перспективным для этого направления селекции материалом являются формы гороха с изменённой архитектоникой листа (листовые мутанты) которая контролируется двумя или тремя рецессивными аллелями: гетерофилльная форма хамелеон (af, uni^{tac}), рассечённолисточковая (af, tac^A), дважды непарноперистая с усиками («А-агримут») (af, tac^A, tl), дважды непарноперистая без усиков «В-агримут» (af, uni^{tac}, tl), многократно непарноперистая (af, tl). Первые три формы были впервые получены во ВНИИЗБК.

Во ВНИИЗБК создана также оригинальная детерминантная форма с многоцветковым апикальным соцветием, подобным соцветию люпина – люпиноид, которая обладает повышенными фотосинтетическими показателями (В.Н. Уваров, 1993; Н.Е. Новикова и др., 1999; И.В. Кондыков и др., 2013). Люпиноиды имеют развитую проводящую систему стебля (А.А. Синюшин, С.А. Гостимский, 2008), а одновременное созревание большого числа бобов создаёт предпосылки для формирования высокой аттрагирующей способности. Полученные от скрещивания с люпиноидами линии с обычным расположением бобов показывают повышенную продуктивность.

Формы с изменёнными листьями обладают высоким фотосинтетическим потенциалом, что обусловлено, по-видимому, одновременным функционированием двух или, соответственно, трёх аллелей, которые не только формируют архитектонику листа, но и участвуют в процессе фотосинтеза. Многие линии отличаются повышенным содержанием белка в семенах и незаменимых аминокислот в нём, лучшим развитием корневой системы и более высокой водоудерживающей способностью растений, повышенной симбиотической

деятельностью, высокой активностью антиоксидантных ферментов и другими адаптивными показателями (А.Н. Зеленов и др., 2000; А.Н. Зеленов, 2011; O, Avercheva et al., 2012; А.Н. Зеленов и др., 2013; А.Н. Зеленов и др., 2014; А.В. Амелин, 2015; Г.В. Соболева, А.А. Зеленов, 2016; N.V.S helepina et al., 2016). Большинство образцов накапливали более высокую по сравнению с исходными формами биомассу, но из-за пониженного уборочного индекса далеко не всегда превосходили последние по семенной продуктивности.

Причина состоит в том, что в мутантных формах не сбалансированы все звенья продукционного процесса. Прочность цепи определяется не самым сильным звеном, а самым слабым. Рост и развитие растений с изменённой архитектоникой листа, деятельность корневой системы, транспорт и распределение ассимилятов, вторичный метаболизм, структура элементов продуктивности и аттрагирующая активность запасующих органов должны быть сопряжены с потенциалом фотосинтеза. В связи с этим, в геномах гороха нового поколения следует сформировать регуляторные механизмы и интегрированную систему блоков коадаптированных генов, соответствующие новому, более высокому уровню организации обмена веществ в растении.

Выше уже была отмечена определяющая роль морфогенетических корреляций для стабильности геномов. В наших исследованиях (А.Н. Зеленов и др., 2011) у усатой, детерминантной (*deh*) линии Ус-93-1378 мы наблюдали лавинообразный характер нарастания спонтанного мутирования вследствие последовательного разрушения регуляторных связей в растении.

Сорт Мультик был создан во ВНИИЗБК в результате массового отбора индетерминантных растений из линии Ус-93-1378. В экологическом испытании этого сорта в Чешской республике в условиях длительной дождливой погоды на делянках общей площадью 40 м² было выявлено растение с многократно непарноперистыми листьями (Мутант Агритек). При каждом репродуцировании этого мутанта вновь появляется 5,5-8,5 % усатых растений, но по ряду показателей они отличаются от сорта Мультик. Мутация *Uni^{iac} → uni^{iac}* обнаружена при выращивании всего 40 растений мутанта Агритек в зимний период в теплице ВНИИЗБК. Наряду с этими крупными мутациями, наблюдалась большая изменчивость по длине стебля, величине, форме семян, полипептидному спектру запасных белков и некоторым другим признакам.

Исходя из Вавиловского определения селекции как эволюции, направляемой волей человека, проектируемое преобразование генома у форм с изменённой архитектоникой листа с целью повышения биоэнергетического потенциала растения связано с коренной перестройкой всей его организации и представляет микроэволюционный процесс. Стратегия и тактика этого направления селекции (мы обозначили его как ароморфозное – А.Н. Зеленов, 2015) должны отличаться от традиционных методов и опираться на закономерности микроэволюции.

Элементарной структурой, в которой могут происходить эволюционные преобразования, является популяция: «Эволюционируют не особи, а популяции; отбираются не признаки, а их комплексы; контролируются отбором не гены, а генные комплексы» (Н.В. Тимофеев-Ресовский и др., 1969). В нашем случае это совокупность различных по своим биологическим, адаптивным и хозяйственно ценным признакам и свойствам генисточников с изменённой архитектоникой листа. Они создаются, в основном, путём скрещивания листовых мутантов с донорами традиционных морфотипов (листочковых, усатых).

Повышение биоэнергетического потенциала растения, совершенствование регуляторных механизмов и в итоге создание высокоурожайных, высокоадаптированных сортов принципиально нового типа должны происходить внутри вновь сформированной популяции в условиях репродуктивной изоляции от существующих генотипов и на высоком агротехническом уровне. Результаты государственного испытания гетерофильного сорта Спартак и данные исследований с ним и с линиями рассечённолисточкового морфотипа показали, что свое преимущество эти формы проявляют лишь в условиях, обеспечивающих получение урожая семян не менее 3 т/га (Ю.В. Кузмичёва и др., 2010; А.Н. Зеленов, 2011;

А.Н. Зеленов и др., 2013; В.Д. Штырхунов и др., 2016). Другими словами, *формы гороха с изменённой архитектоникой листа предназначены для агроэкологической ниши с высоким уровнем плодородия.*

Таким образом, потребность в увеличении производства семян гороха, повышению содержания белка в них, усилению адаптивности растений, а также вызванные глобальным и локальным изменениями климата перемены в экологии диктуют необходимость вовлечения в селекцию генисточников с высокими физиологическими показателями продукционного процесса и разработки методов, обеспечивающих повышение биоэнергетического потенциала растения.

Авторы выражают благодарность доктору биологических наук М.А. Вишняковой за просмотр рукописи и сделанные замечания, которые способствовали лучшему обоснованию авторской позиции.

INCREASE OF BIOENERGY POTENTIAL OF PLANT – ACTUAL PROBLEM OF SELECTION OF PEAS

A. N. Zelenov, A. A. Zelenov

FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

E-mail: zelenov-a-a@yandex.ru

***Abstract:** Successes in peas selection in the XX-th century are reached thanks to essential genetical and morpho-physiologic transformations of plant. Genes of short stem, determinacy, leaflessness, nonshattering of seeds are introduced into genome. Efficacy of sink-source relations increased and the harvest index increased coming nearer to biologically possible limit. At the same time protein content of seeds and deteriorated resistance to biotic and abiotic stressors decreased. There was a need to adapt to global and local climate changes. The solution of these problems and further progress in selection for seed yield is possible by increasing the energy potential of the plant. For this purpose it is offered to use genetical sources with the varied architectonics of leaf and floral zone of stalk. Feature of selection on biopotential increase consists in necessity of foundation of genetical sources bank with the increased parametres of productional process and carrying out of selection at high agrotechnical level in the conditions of reproductive isolation from world assortment of cultural samples of *Pisum sativum* L.*

Keywords: Peas, biopotential, morphotype, microevolution, selection, productivity.

УДК 575.162; 575.167; 633.31/.37

МУТАЦИЯ *determinate habit* У ГОРОХА ЯВЛЯЕТСЯ ПОЛУДОМИНАНТНОЙ

А. А. СИНЮШИН, кандидат биологических наук,

Е. А. ВОЛОВИКОВ, О. А. АШ, Г. А. ХАРТИНА

КАФЕДРА ГЕНЕТИКИ БИОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА

МГУ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА, МОСКВА

*Проведен детальный фенотипический анализ различных форм гороха посевного, несущих мутацию *determinate habit* (deh), по сравнению с нормальными формами. Проанализирован характер наследования мутации. Показано, что мутация deh является полудоминантной: гибриды первого поколения от скрещиваний deh × ДЕН имеют промежуточный фенотип.*

Ключевые слова: горох посевной, детерминантный тип роста, *determinate habit*, гибридологический анализ.