

ЗЕРНОБОБОВЫЕ И КРУПЯНЫЕ КУЛЬТУРЫ №4(8) - 2013 г.

Научно – производственный журнал основан в 2012 году. Периодичность издания - 4 номера в год.

Учредитель и издатель – ГНУ ВНИИ зернобобовых и крупяных культур Россельхозакадемии

Главный редактор
Зотиков Владимир Иванович – доктор с. х наук, профессор
 Заместитель главного редактора
Наумкина Татьяна Сергеевна – доктор с.х. наук
 Ответственный секретарь
Грядунова Надежда Владимировна – кандидат биол. наук

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Артюхов А. И., ВНИИ люпина
Бобков С.В., ВНИИЗБК
Борзенкова Г. А., ВНИИЗБК
Васин В. Г., Самарская ГСХА
Возиян В. И., НИИПК «Селекция» Республика Молдова
Зезин Н. Н., Уральский НИИСХ
Каскарбаев Ж. А., НПЦ ЗХ им. А.И. Бараева Республика Казахстан
Каракотов С. Д., ЗАО «Щелково Агротим»
Кобызева Л. Н., Институт растениеводства им. В.Я. Юрьева УААН
Коротеев В. И., Департамент сельского хозяйства Орловской области
Косолапов В. М., ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса
Лукомец В. М., ВНИИМК им. В.С. Пустовойта
Мазуров В. Н., Калужский НИИСХ
Макаров В. И., Тульский НИИСХ
Медведев А. М., РАСХН
Парахин Н. В., Орловский ГАУ
Сидоренко В. С., ВНИИЗБК
Суворова Г. Н., ВНИИЗБК
Тихонович И. А., ВНИИСХМ
Фесенко А. Н., ВНИИЗБК
Чекмарев П. А., МСХ РФ
Шевченко С. Н., Самарский НИИСХ им. Н.М. Тулайкова
Шпилев Н. С., Брянская ГСХА

Корректор

Грядунова Надежда Владимировна

Технический редактор

Хмызова Наталья Геннадьевна

Перевод на английский язык

Стефанина Светлана Алексеевна

Фотоматериал

Черненький Виталий Анатольевич

СОДЕРЖАНИЕ

Зеленов А.Н., Зотиков В.И., Наумкина Т.С., Новикова Н.Е., Щетинин В.Ю., Борзёнок Г.А., Бобков С.В., Зеленов А.А., Азарова Е.Ф., Уварова О.В. Биологический потенциал и перспективы селекции рассечённолисточкового морфотипа гороха	3
Зеленов А.А. Генотипическая специфика формирования технологичных сортосмесей гороха с участием рассечённолисточкового морфотипа ..	12
Задорин А.М. Гетерофильная форма гороха и ее селекционные свойства	16
Селихова Т.Н., Бобков С.В. Электрофоретический анализ белков гороха <i>Pisum L.</i>	19
Фесенко А.Н., Бирюкова О.В. Динамика цветения растений мутантной формы <i>determinate floret cluster</i>	28
Фесенко Н.Н., Фесенко И.Н. Механизмы и генетический контроль прогамной несовместимости межвидового скрещивания <i>Fagopyrum esculentum</i> Moench. × <i>F. homotropicum</i> Ohnishi (образец С9606)	33
Иконников А.В. Морфобиологическая характеристика дикорастущих видов <i>Lens</i> Mill.	39
Кузмичева Ю.В., Петрова С.Н. Управление биологическим потенциалом агроценозов бобовых культур как фактор ресурсосбережения и устойчивости растениеводства	43
Акулов А.С. Технология возделывания сои сорта Красивая Меча на основе использования биологических и нетрадиционных техногенных ресурсов	48
Федорова С.Н. Вредная энтомофауна соевого агроценоза в Орловской области	58
Савченко В.А. Конкуренциоспособность технологий выращивания бобов кормовых на зерно в условиях Правобережной Лесостепи Украины	63
Овчарук О.В. Инновации в сортовой технологии выращивания фасоли обыкновенной в зависимости от сроков посева и сроков уборки урожая в условиях Западной Лесостепи Украины	69
Забродкин А.А. Эффективность минимальной обработки темно-серой лесной почвы в зерноотрапнопропашном севообороте	73

Новикова А.С. Оценка эффективности применения почвообрабатывающих агрегатов в северной части Центрально-Черноземного региона76	Курьята В.Г., Ходаницкая Е.А. Влияние хлормекватхлорида на формирование фотосинтетического аппарата и продуктивность льна масличного в условиях правобережной лесостепи Украины88
Балуков М.С., Ларионов Ю.С. Урожайность и количество белка бобовых культур в условиях сезоннопромерзающих почв чернозёмного ряда южной лесостепи Западной Сибири79	Гаврилин Д.С., Полевщиков С.И., Гаврилин С.М., Гаврилина О.А., Фирсова М.Н. Продуктивность сортов сои канадской селекции Танаис, Хорол, Кубань в природно-климатических условиях Тамбовской области93
Солонечный П.Н. Устойчивость сортов ячменя ярового к биотическому стрессу в условиях восточной части лесостепи Украины ...84	Зарьянова З.А., Цуканова З.Р., Кирюхин С.В., Повилика – злейший враг посевов клевера лугового103

CONTENT

1. **Zelenov A.N., Zotikov V.I., Naumkina T.S., Novikova N.E., Schetin V.Yu., Borzenkova G.A., Bobkov S.V., Zelenov A.A., Azarova E.F., Uvarova O.V.** Biological potential and prospects of selection of dissected leaf morphotype of peas3
2. **Zelenov A.A.** Genotypic specificity of formation of technological variety mixtures of peas with participation of dissected leaf morphotype12
3. **Zadorin A.M.** Heterophyllous form of peas and its selection properties16
4. **Selihova T.N., Bobkov S.V.** Electroforetic analysis of reserve proteins of peas *Pisum L.*19
5. **Fesenko A.N., Birjukova O.V.** Dynamics of blooming of plants of mutant form *determinate floret cluster*28
6. **Fesenko N.N., Fesenko I.N.** Mechanisms and genetic control of pre-zygotic incompatibility of interspecific cross *Fagopyrum esculentum* Moench. × *F. homotropicum* Ohnishi (accession C9606)33
7. **Ikonnikov A.V.** Morfobiologic characteristics of wild-growing varieties *Lens Mill.*39
8. **Kuzmicheva Y.V., Petrova S.N.** Management of biological potential of legume crop agrocenoses as a factor of resource and stability of plant industry43
9. **Akulov A.S.** Technology of cultivation of soya of variety *Krasivaja Mecha* on the basis of use of biological and nonconventional technogenic resources48
10. **Fedorova S.N.** Harmful entomofauna of soya agrocenosis in Orel region58
11. **Savchenko V.O.** Competitiveness of the technologies of faba bean cultivation for grain under conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine63
12. **Ovcharuk O.V.** Innovations in high-quality technology of cultivation of kidney beans depending on the timing of planting and harvesting the crop in the conditions of Western forest-Steppe of Ukraine69
13. **Zabrodin A.A.** Efficacy of minimum treatment of dark gray forest soil in grain-fodder-fallow rotation73
14. **Novikova A.S.** Evaluation of efficacy of application of soil-cultivating units in the northern part of Central Black Earth region76
15. **Balukov M.S., Larionov Ju.S.** Productivity and amount of protein of bean cultures in conditions of seasonally freezing soils of Black-Soil row of southern forest-steppe of Western Siberia79
16. **Solonychnyy P.N.** Resistance of varieties of summer barley to biotic stress in the conditions of east part of forest-steppe of Ukraine84
17. **Kur'yata V.G., Hodanickaya E.A.** Influence of chlormequat-chloride on the formation of photosynthetic apparatus and productivity of oil flax in the right bank of forest-steppe of Ukraine88
18. **Gavrilin D.S., Polevshnikov S.I., Gavrilin S.M., Gavrulina O.A., Firsova M.N.** Productivity of grades of soybean Canadian breeding Tanais, Khorol, Kuban in the natural climatic conditions of the Tambov region93
19. **Zarjanova Z.A., Tsukanova Z.R., Kirjuhin S.V.** Dodder as the worst enemy of crops of clover meadow103

БИОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ И ПЕРСПЕКТИВЫ СЕЛЕКЦИИ РАССЕЧЁННОЛИСТОЧКОВОГО МОРФОТИПА ГОРОХА

А.Н. ЗЕЛЕНОВ, В.И. ЗОТИКОВ, Т.С. НАУМКИНА, Н.Е. НОВИКОВА*,

доктора сельскохозяйственных наук

В.Ю. ЩЕТИНИН, Г.А. БОРЗЁНКОВА, С.В. БОБКОВ,

кандидаты сельскохозяйственных наук

А.А. ЗЕЛЕНОВ, Е.Ф. АЗАРОВА, О.В. УВАРОВА,

ГНУ ВНИИ зернобобовых и крупяных культур

*ФГБОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет»

Рассечённосточковая форма гороха характеризуется высокими показателями продукционного процесса, активным взаимодействием с азотфиксирующими бактериями и грибами арбускулярной микоризы, урожайностью и повышенным содержанием белка в семенах. Благодаря этому она перспективна для селекции и возделывания в производстве. Проблема устойчивости к полеганию решается селекционными и агротехническими методами. Изложены генетические особенности новой формы.

Ключевые слова: горох, рассечённосточковый морфотип, генетика, селекция, физиология, биохимия, азотфиксация, смешанные посевы.

Прогресс в селекции любой культуры вообще и гороха, в частности, возможен путем возрастания биоэнергетического потенциала растения, т.е. путем увеличения биомассы и её энергоемкости. «Повышение потенциала онтогенетической адаптации растений, в т.ч. их продукционных и средоулучшающих функций, в конечном счёте, оказывается проблемой биоэнергетической. 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» [1].

Увеличение биосинтетической способности растений в пределах вегетационного периода современных сортов путем усиления интенсивности фотосинтеза и поглотительной деятельности корневой системы при сохранении высокой интенсивности перераспределения веществ между органами является физиологически обоснованной стратегией повышения урожайности селекционными методами [2].

Проведенными исследованиями [3-5] установлено, что некоторые формы гороха с изменённой архитектоникой листа (акациевидный, многократно непарноперистый, рассечённосточковый, гетерофильная форма хамелеон), как правило, отличаются высокой интенсивностью фотосинтеза и высоким биоэнергетическим потенциалом. Создан высокоурожайный сорт гороха морфотипа хамелеон Спартак, который с 2009 г. внесен в Госреестр селекционных достижений и в настоящее время допущен к использованию по 6 регионам Российской Федерации.

Среди других листовых морфотипов наиболее перспективной, по нашему мнению, является рассечённосточковая форма, которая благодаря высокой концентрации хлорофилла в листьях [6] и высокой интенсивности фотосинтеза [7] способна формировать повышенную биомассу при одинаковом со стандартными сортами вегетационном периоде [8].

Рассечённолисточковая форма гороха впервые обнаружена во ВНИИЗБК в 2002 г. как спонтанный мутант в посевах размножения короткостебельного, детерминантного (*deh*), безлисточкового, с неосыпающимися семенами сорта Батрак. Мутант имеет необычные как для рода *Pisum L.*, так и для семейства *Fabaceae Lindl.* вообще листья с глубокорассечёнными в верхней части листочками и простыми неветвящимися усиками, отходящие от черешка у основания листочков (рис.1).



Рис. 1. Листья рассечённолисточкового растения. Видна изменчивая экспрессивность длины усиков.

В генофонде *Pisum L.* известны две формы, несколько напоминающие рассечённолисточковый мутант. Описана мутация *insecatus* у *Pisum sativum L.*, которая контролирует формирование в верхней части листочка двух острых зубцов и часто усика между ними [9]. У листочка же рассечённолисточковой формы зубцов несколько, а усики расположены у оснований черешочков.

У разновидности глубоконадрезанной дикорастущего вида гороха красножёлтого (*Pisum fulvum Sibth. et Smith, var. incisum Post*) также имеет место сильная изрезанность края листочка. Однако надрезы у неё расположены по всему краю листочка, и усики у основания черешочков отсутствуют [10]. Таким образом, впервые обнаруженный нами рассечённолисточковый мутант является оригинальной ботанической формой. Для краткости он получил обозначение Рас-тип. В настоящей работе обобщены результаты 12-летних комплексных исследований, проведенных авторами с этим морфотипом.

Генетическая природа признака рассечённолисточковости определена в 2006 г. в F₂ скрещивания Рас-тип x листочковый сорт *Adept*. Выяснилось, что признак обусловлен комплексным взаимодействием генов безлисточковости (*af*) и усиковой акации (*tac*) – табл. 1. Таким образом, появление нового признака у безлисточкового сорта Батрак связано со спонтанно возникшим в его геноме рецессивным аллелем *tac*. Однако генотип *afaf tactac* обуславливает развитие гетерофильной формы хамелеон. Следовательно, усиковая акация, формирующая в сочетании с геном *af* рассечённолисточковый лист, и усиковая акация, образующая форму хамелеон, несмотря

на их относительное фенотипическое сходство (при внимательном рассмотрении малозаметные различия есть), обусловлены разными генами.

Таблица 1. Характер расщепления в F₂ Рас-тип x *Adept*

Показатели	всего	листочковые	усатые	усиковая акация	рассечённо-листочковые	χ^2
фактическое – количество	179	104	34	30	11	0,63 ^{*)}
-отношение	16,00	9,29	3,04	2,68	0,98	
ожидаемое – количество	179	100	34	34	11	
-отношение	16,00	9	3	3	1	

^{*)} вероятность = 0,90

В соответствии с имеющимся прецедентом персонифицировать вариации гена усиковой акации [11] предложено обозначать новый ген символом *tac^A* (обнаружил Анатолий Зеленов). Другой упомянутый ген, как это предложено его первооткрывателем, обозначался символом *tac^B* (выделил *Balram Sharma*). В настоящее время ген *tac^B* принято именовать *uni^{tac}*.

Проведённый тест на аллелизм при скрещивании Рас-тип с *tac^B-3* показал, что гены *uni^{tac}* и *tac^A* не аллельны. Представляет интерес взаимодействие этих генов в одном геноме. При гибридизации двух усиковых акаций Индийский мутант (*uni^{tac}*) x Русак (*tac^A*) в F₂ ожидалось получить 9 листочковых растений («дикий тип») : 3 усиковые акации *uni^{tac}* : 3 усиковые акации *tac^A* : 1 генотип *uni^{tac}uni^{tac} tac^Atac^A*. Фактически получено 23 листочковых растения, 7 усиковых акаций (по фенотипу различить генотип трудно), 3 хамелеона и 2 растения с усатыми листьями. Гипотетический генотип *uni^{tac}uni^{tac} tac^Atac^A* не обнаружен. Вместо этого отмечена активизация аллеля *af*. В связи с этим возникло предположение, что ген *tac^A* является переместившимся в другой локус геном *uni^{tac}*, который в геноме сорта Батрак находился в неактивном состоянии. Особенности фенотипического появления *tac^A* обусловлены эффектом его положения. Разумеется, эта гипотеза требует инструментальной проверки.

Косвенным свидетельством произошедших в геноме Батрака изменений на субмолекулярном уровне являются результаты определения частоты хромосомных нарушений в метафазных клетках меристематических участков корня. У сорта Батрак их 4,64 %, у рассечённолисточкового мутанта – только 1,89 %. Однако известно, что, по сравнению с исходными формами, как раз мутанты обладают повышенной мутабельностью, которая может быть обусловлена разрушением блоков коадаптированных генов и нарушением регуляторного аппарата растения.

В геноме сорта Батрак впервые объединены рецессивные аллели короткостебельности (*le*), детерминантного типа роста стебля (*deh*), безлисточковости (*af*), неосыпаемости семян (*def*). Каждый из этих генов, «вырванных» из генотипической среды своих доноров, «оборвал» функциональные связи с адаптивными к ним генами и вызвал нестабильность на молекулярном уровне. В геноме Батрака благодаря спонтанному мутированию шёл поиск новых гомеостатических связей. Появление аллеля *tac^A* в определённой степени решило эту проблему.

На уровне организма это подтверждается результатами изучения в 2005-2007 гг. взаимосвязей количественных признаков методом корреляционных плеяд по П.В. Терентьеву [12]. Наиболее устойчивые связи ($r > 0,7$) отмечены у рассечённолисточкового мутанта (рис.2). Число членов плеяды у него – 12, у Батрака только 7. Относительная мощность плеяды соответственно 1,00 и 0,58. Таким образом, рассечённолисточковый мутант как на хромосомном, так и на организменном уровнях является адаптивной формой гороха для условий Центральной России.

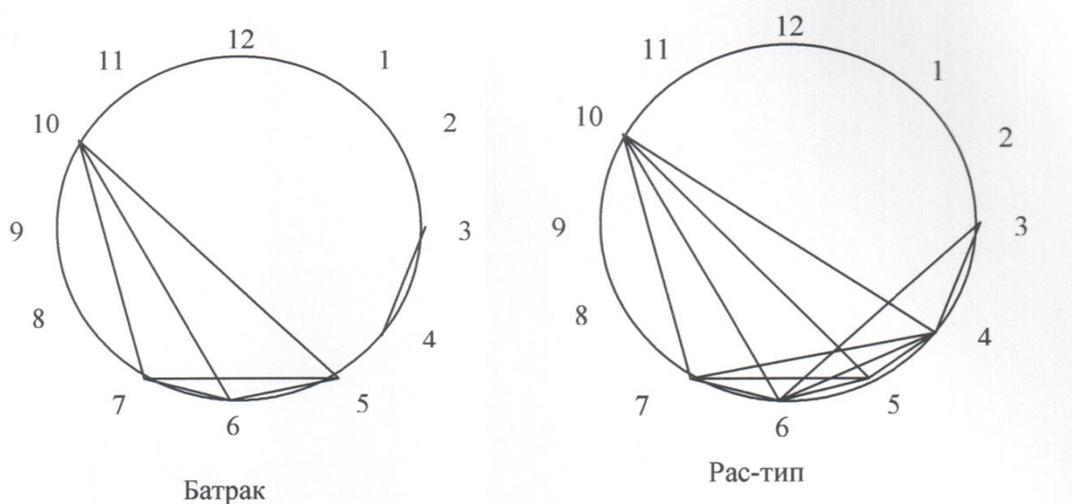


Рис. 2. Корреляционные плеяды взаимосвязи признаков продуктивности.

1 – длина растений; 2 – число узлов до 1 продуктивного узла; 3 – число продуктивных узлов; 4 – число бобов на растение; 5 – число семян с растения; 6 – масса семян с растения; 7 – масса соломы; 8 – число бобов на продуктивный узел; 9 – число семян в бобе; 10 – продуктивность биомассы; 11 – уборочный индекс; 12 – масса тысячи семян.

Положительная корреляционная связь $r > 0,7$

При скрещивании рассечённолисточкового мутанта (Рас-тип) с исходным сортом Батрак ($afaf tac^A tac^A \times afaf Tac^A Tac^A$) в F_2 отмечено моногибридное расщепление – 3 усатых : 1 рассечённолисточковый. Конкретно в опыте – 141:43, $\chi^2=0,26$ при 80%-ной вероятности.

Множественно непарноперестая форма Пап 485/4 ($afaf tl tl$) и Рас-тип ($afaf tac^A tac^A$) также имеют в своих геномах общий ген *af*. Поэтому в F_2 Пап 485/4 x Рас-тип наблюдалось дигибридное расщепление – 9 усатых : 3 множественно непарноперистых : 3 рассечённолисточковых : 1 дважды непарноперистая с усиками и рассечёнными листочками, которую мы обозначили А-агримут ($afaf tl tl tac^A tac^A$). Фактически в изученной комбинации – 151:41:42:10; $\chi^2=1,63$ при вероятности 70%.

Гибридизация Рас-тип x Спартак (морфотип хамелеон) привела к активному формообразовательному процессу. В F_2 из 240 растений 123 были усатые, 48 – рассечённолисточковые, 23 усиковые акации (uni^{tac} и tac^A), 23 – хамелеоны, 8 пятилисточковых акаций ($tl tl uni^{tac} uni^{tac}$) и 6 растений «баттерфляй» ($tl tl tac^A tac^A$). У двух последних произошла репрессия аллеля *af*. Вероятно, это связано с взаимодействием аллелей uni^{tac} и tac^A , о чем было сказано выше.

Изучение биологических особенностей рассечённолисточковой формы показало, что в целом она отличается повышенным содержанием белка в семенах (табл.2). Проанализированные линии получены от скрещивания Рас-тип x Батрак. Отмечена трансгрессия по этому показателю у большинства линий, особенно у Рас-1016/6, Рас-711/7, Рас-713/7, Рас-716/7.

Таблица 2. Содержание белка в семенах селекционных линий рассечённолисточкового морфотипа, %

Линии, сорта	2008 г.	2009 г.	Среднее
Рас-1006/6	25,0	23,6	24,3*
Рас-1016/6	26,2	23,6	24,9*
Рас-658/7	24,3	22,1	23,2*
Рас-660/7	24,7	20,6	22,6*
Рас-664/7	25,5	23,0	24,2*
Рас-665/7	25,5	24,0	24,8*
Рас-666/7	23,6	23,2	23,4*
Рас-669/7	24,6	20,8	22,7
Рас-675/7	22,8	20,4	21,6
Рас-678/7	24,6	23,2	23,9*
Рас-679/7	24,8	23,2	24,0*
Рас-703/7	25,3	23,4	24,4*
Рас-710/7	24,9	22,4	23,6*
Рас-711/7	26,8	25,6	26,2*
Рас-713/7	27,1	25,1	26,1*
Рас-714/7	26,7	22,0	24,4*
Рас-716/7	27,0	24,6	25,8*
Рас-730/7	25,7	24,6	25,2*
Рас-тип	24,2	22,6	23,4*
Среднее	25,2	23,0	24,1*
Батрак	22,9	21,8	22,4
Орловчанин – ст	21,8	20,6	21,2
НСР ₀₅	1,8	1,6	

* - различия существенны при уровне значимости $\alpha \leq 0,05$

Белок семян сорта Батрак характеризуется высокой биологической ценностью [13]. Но рассечённолисточковый мутант, как показали данные анализа семян урожая 2010 г., уступил исходному сорту как по содержанию сырого протеина (Рас-тип – 21,4%, Батрак – 22,4%), так и по сумме незаменимых аминокислот в нем (соответственно, 29,0% и 33,2%). Однако линия Рас-1070/8, полученная от скрещивания Рас-тип x Мадонна, отличалась как высокой белковостью (26,1%), так и комплексом незаменимых аминокислот (33,6%). Она выделилась по содержанию лизина, валина и лейцина [14]. Таким образом, методом направленного отбора в селекции рассечённолисточкового морфотипа можно улучшить качественные показатели семян.

Многие линии нового морфотипа обладают отличными симбиотическими показателями при инокуляции штаммом 250a *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* и грибами арбускулярной эндомикоризы *Glomus intraradies* и *Glomus fasciculatum* (табл. 3). Лучшие из них (Рас-661/7, Рас-660/7, Рас-658/7) в 2-2,5 раза превосходят высокоурожайный стандартный сорт Орловчанин по нитрогеназной активности и в 2-3,5 раза по числу клубеньков на растении. Это открывает перспективу для создания сортов с высоким потенциалом накопления азота в растении.

Симбиотическая активность растительно-микробных сообществ подвержена значительному экзогенному влиянию. В условиях очень жаркого и сухого лета 2010 года почти у всех линий произошло снижение нитрогеназной активности клубеньков и уменьшилось их число на растении. Стабильные показатели отмечены лишь у образца Рас-661/7. На интенсивность развития микоризной инфекции и содержание арбускул в микоризованной части корня погодные условия влияли мало. Поэтому в таблице 3 приведены средние данные за оба года.

Таблица 3. Симбиотические показатели линий рассечённолисточкового морфотипа

Сорта линии	Нитрогеназная активность мкг N ₂ / рас.час			Число клубеньков на расте- нии, шт.			Развитие микориз- ной инфекции M%*	Содержа- ние арбу- скул в корне, %*
	2009 г.	2010 г.	Среднее	2009 г.	2010 г.	Среднее		
Рас-1006/6	43±3,81	10±0,17	26	13±0,65	6±0,11	10	67	16
Рас-658/7	80±1,24	25±0,18	52	62±0,84	20±0,11	41	64	32
Рас-660/7	82±1,17	19±0,15	50	58±0,37	16±0,08	37	56	30
Рас-661/7	90±3,46	75±0,21	82	34±0,47	25±0,13	30	74	39
Рас-666/7	51±4,63	21±0,12	36	23±0,48	8±0,11	16	66	22
Рас-675/7	63±2,71	18±0,17	40	24±0,52	11±0,05	18	66	24
Рас-678/7	48±4,26	15±0,09	32	61±0,29	7±0,10	34	60	20
Рас-679/7	31±1,49	17±0,10	24	27±0,19	12±0,09	20	50	15
Рас-782/7	41±1,24	20±0,19	30	45±0,89	18±0,09	32	70	16
Рас-тип	79±1,12	22±0,21	50	49±0,38	18±0,12	34	85	28
Батрак	78±1,18	45±0,20	62	32±0,25	10±0,12	21	64	23
Орловчанин- ст	35±,2,33	12±0,15	24	18±1,03	6±0,08	12	78	22

*среднее за 2009 и 2010 гг.

Изучение селекционного материала рассечённолисточкового морфотипа на инфекционном, инвазионном и провокационном фонах не выявило высокоустойчивых образцов. Среднюю устойчивость к фузариозной корневой гнили показала линия Рас-716/7, к пероноспорозу – Рас-351/11, к ржавчине – Рас-678/7, к гороховой зерновке – Рас-716/7 и Рас-1070/8.

Следует иметь в виду, что сорта с высокой устойчивостью к отдельным расам патогенов уязвимы в случае возникновения новых, более агрессивных рас. Печальный пример продемонстрировали сорта озимой пшеницы Аврора и Кавказ селекции Краснодарского НИИСХ. Поэтому в настоящее время селекция ориентирована на создание сортов хотя и восприимчивых, но выносливых к биотическим стрессорам. Такие сорта способны обеспечивать стабильную по годам урожайность.

Уже было отмечено, что рассечённолисточковая форма гороха отличается высокой интенсивностью фотосинтеза. В фазу плоского боба у линии Рас-657/7 этот показатель составил 16,53 $\mu\text{molCO}_2/\text{m}^2\text{s}$, у стандартного сорта Орловчанин – только 11,56 $\mu\text{molCO}_2/\text{m}^2\text{s}$ [6]. Фотосинтез – ключевое звено продукционного процесса. Однако связь между интенсивностью фотосинтеза и урожайностью выражена слабо. Необходимыми звеньями являются величина и деятельность корневой системы, дыхание, водный режим, транспорт ассимилянтов в растении, аттрагирующая активность семян как органов запаса и другие физиологические процессы. Все эти звенья должны быть объединены регуляторными связями в единую, оптимально функционирующую цепь и застрахованы системами защиты от биотических и абиотических стрессов.

Рассечённолисточковая форма гороха характеризуется формированием большей, по сравнению с исходным сортом, биомассы с повышенным накоплением белка в семенах. При этом в растении организуются новые блоки коадаптированных генов, соответствующие новому более высокому биоэнергетическому уровню. В процессе создания сортов рассечённолисточкового морфотипа, особенно на первых этапах селекции, неизбежно приходится привлекать источники и доноры хозяйственно ценных признаков низкого ароморфозного уровня. В результате может

быть потеряно самое ценное свойство рассечённолисточкового морфотипа – его биоэнергетический потенциал.

Исследования, проведённые с гетерофильной формой гороха хамелеон, также обладающей высоким биоэнергетическим потенциалом, показали эффективность внутриморфных скрещиваний (хамелеон x хамелеон) по сравнению с междуморфными (хамелеон x усатый) как по выходу трансгрессивных элитных растений, так и по уровню трансгрессии [15]. Естественно было предложить, что селекцию и рассечённолисточкового морфотипа целесообразно проводить на одном биоэнергетическом уровне (рассечённолисточковый x рассечённолисточковый). Но для этого предварительно необходимо было создать достаточно разнообразный по признакам и свойствам генбанк образцов нового морфотипа.

В настоящее время коллекция рассечённолисточкового морфотипа насчитывает более сотни сортообразцов. При формировании генбанка особое внимание обращалось на продуктивность биомассы отобранных линий. В таблице 4 представлены наиболее урожайные линии генбанка.

Таблица 4. Продуктивные линии рассечённолисточкового морфотипа (2008 г.)

Сорт, линии	Происхождение	Урожай семян		Продуктивность биомассы, г/раст.	Масса семян с растения, г/раст.	K _{хоз} , %	Содержание белка, %
		/га	к ст. %				
Орловчанин	стандарт	5,37	100,0	7,79	4,13	53,0	21,8
Рас-тип	исходный мутант	4,64	86,4	9,23	3,91	42,4	24,0
Рас-657/7	Рас-тип x Батрак	5,57	103,7	9,13	4,68	51,3	24,3
Рас-675/7	Рас-тип x Батрак	5,75	107,0	9,80	4,71	48,1	24,2
Рас-678/7	Рас-тип x Батрак	5,31	98,8	8,64	4,44	51,4	24,6
Рас-712/7	Рас-тип x Опорный 1	5,68	105,7	9,37	4,48	47,8	27,1
Рас-1006/6	Рас-тип x Спартак	5,65	105,2	11,71	5,52	47,1	25,0
Рас-1016/6	Пап-485/4 x Рас-тип	5,05	94,0	9,72	4,42	45,5	25,1
НСР ₀₅		0,41		0,85	0,33		

Если лучшая по урожаю семян линия Рас-675/7 превысила стандарт на 7,0%, то по продуктивности биомассы все рассечённолисточковые линии превосходили сорт Орловчанин на 10,9-50,3%. С учётом более высокого, на 2,2-5,3% содержания белка в семенах преимущество рассечённолисточковых линий в энергетическом отношении следует оценивать ещё выше, так как на биосинтез белка растение расходует вдвое больше энергии, чем на биосинтез углеводов.

По величине уборочного индекса (K_{хоз}) линии нового морфотипа уступают стандарту, что свидетельствует о недостаточной аттрагирующей активности семян. Но в то же время в этом заключается потенциал увеличения семенной продуктивности, который следует реализовывать селекционными методами. Расчёты показывают, что K_{хоз} у гороха можно увеличить до 60-70%.

Актуальным для селекции рассечённолисточкового морфотипа является также повышение устойчивости к полеганию. Работа ведётся с двумя признаками. Первый – прочный неполегающий стебель. Для этого в гибридизацию в качестве источников привлекаются сорта Батрак, Софья, Фараон, Мадонна, Стабил и другие. Второй признак – усики. У исходного рассечённолисточкового мутанта они слишком коротки и не обеспечивают сцепления растений друг с другом. Поэтому, учитывая изменчивую экспрессивность длины усиков у этой формы, проводится

целенаправленный отбор длинноусиковых линий. В целом по устойчивости рассечённолисточкового морфотипа к полеганию достигнут некоторый прогресс: созданы линии, превосходящие по этому показателю листочковые сорта, но пока ещё уступающие усатым.

Другой путь преодоления полегаемости – посев рассечённолисточковых линий в смеси с устойчивыми усатыми сортами (диморфные посева). В 2005-2007 гг. во ВНИИЗБК были проведены исследования, в результате которых установлено, что при совместном выращивании рассечённолисточкового мутанта (Рас-тип) с неполегающим усатым сортом Батрак устойчивость к полеганию сортосмеси повышается почти до уровня усатого сорта, и при этом проявляется синергизм компонентов агрофитоценоза: в среднем за годы испытания урожайность в чистом посеве у Рас-типа составляла 2,28 т/га, Батрак 2,50 т/га. В диморфных посевах в зависимости от соотношения компонентов от 2,51 до 2,64 т/га [16].

В 2012-2013 г.г. в смеси с Батраком попарно выращивали несколько рассечённолисточковых линий. В этом опыте устойчивость к полеганию в фазу созревания (отношение высоты стеблестоя к длине стебля в %) в монопосеве составляла в среднем за два года 51,3-76,0% (у Батрака – 91,6%); в смешанном посеве 74,6-87,2%. Однако увеличение урожайности в сортосмесях на 8,0-19,1% отмечено только у линий Рас-678/7, Рас-1070/8 и Рас-1098/8. У двух других линий, Рас-665/7 и Рас-828/9, реакция на смешанный посев отсутствует (табл. 5). Одной из причин может быть заметная разница между сортом и линиями по длине стебля. Известно, что компоненты сортосмесей по своим реакциям на условия агроценоза должны «как бы дополнять друг друга и в то же время обеспечивать однородность по таким признакам, как высота, сроки созревания и т.д.» [17].

Таблица 5. Урожайность семян в чистом и смешанном посевах

Варианты	Монопосев, т/га			Смесь, т/га			% смеси к монопосеву
	2012 г.	2013 г.	Среднее за 2 г.	2012 г.	2013 г.	Среднее за 2 г.	
Батрак	3,04	1,75	2,40	-	-	-	-
Рас-665/7	2,67	1,62	2,15	2,82	1,44	2,13	99,1
Рас-678/7	2,44	1,48	1,96	3,09	1,51	2,30	117,4
Рас-1070/8	2,72	1,48	2,10	3,13	1,86	2,50	119,1
Рас-1098/8	2,70	2,06	2,38	2,97	2,18	2,58	108,0
Рас-828/9	3,09	1,93	2,51	2,93	1,99	2,46	98,0
НСР ₀₅	0,32	0,20		0,48	0,26		

Таким образом, впервые обнаруженная во ВНИИЗБК рассечённолисточковая форма гороха отличается высокой продуктивностью биомассы, высокой интенсивностью фотосинтеза, стабильностью продукционного процесса. Многие линии обладают отличными симбиотическими показателями азотфиксации и взаимодействия с грибами арбускулярной микоризы. Большинство линий нового морфотипа имеют повышенное содержание белка в семенах. Все эти данные позволяют сделать вывод о перспективности рассечённолисточкового морфотипа для селекции и возделывания в производстве.

Литература

1. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы) теория и практика. Том I, 2008. – 816 с.
2. Новикова Н.Е. Физиологическое обоснование роли морфотипа растений в формировании урожайности сортов гороха. Автореф. дисс... доктора с.х. наук. – Орёл, 2002. – 46 с.

3. Князькова С.Р. Исходный материал в селекции гороха на улучшение габитуса растений. Автореф. дисс... канд.с.х. наук. – Немчиновка, 1987. – 16 с.
4. Сулова Л.В. Особенности исходного материала для селекции овощного гороха по морфологическим признакам. Автореф. дисс... канд.с.х. наук. – М., 1990. – 26 с.
5. Зеленов А.Н., Амелин А.В., Новикова Н.Е. Перспективы использования новой селекционной формы гороха хамелеон // Доклады Россельхозакадемии, 2000. - №4. – С.15-17.
6. Avercheva O., Sinjushin A., Zelenov A. A spontaneous mutation in a semi-leafless pea cultivar restores leaflet formation and improves photosynthetic function // VI Intern. Conf. on Legume Genetics and Genomics. India, Hyderabad, 2012. / P-TLG08. <http://www.incrisat.org/gt-bt/VIICLGG/Homepage.htm>.
7. Панарина В.И. Эндо- и экзогенные факторы регуляции плод- и семяобразования у современных сортов гороха. Автореф. дисс... канд.с.х. наук. – Орёл, 2011, – 24 с.
8. Зеленов А.Н., Немётова Ю.С. Рассечённолисточковый мутант гороха // Новые и нетрадиционные растения и перспектива их использования. Мат. симпозиума. М., 2005. – Т.2. – С. 276-278.
9. Lamprecht H. Das Merkmal *insecatus* von *Pisum* und seine Vererbung sowie einige Koppelungsstudien. Agri. Hort. gen., 1959. – Bd. 17. – S. 26-36.
10. Макашева Р.Х. Горох // Культурная флора СССР, т.IV, часть I. – Л., 1979. – 324 с.
11. Sharma B. and Kumar Sushil. Discovery of one more allele of the *Tac* locus of *Pisum sativum* // Pulse Crops Newsletter. – 1981. Vol. 1. - №3. – P. 21-22.
12. Терентьев П.В., Ростова Н.С. Практикум по биометрии. – Л.: ЛГУ, 1977. – 152 с.
13. Косолапов В.М., Фицев А.И., Гаганов А.П., Мамаева М.В. Горох, люпин, вика, бобы: оценка и использование в кормлении сельскохозяйственных животных, М., 2009. – 374 с.
14. Зеленов А.Н., Шелепина Н.В., Мамаева М.В. Особенности аминокислотного состава белка листовых мутантов гороха // Зернобобовые и крупяные культуры, 2013. - №1(5). – С. 21-25.
15. Задорин А.М., Зеленов А.Н., Парахин Н.В. Особенности организации селекционного процесса при выведении новых сортов гороха с ярусной гетерофиллией // Регуляция продукционного процесса сельскохозяйственных растений. Материал науч. - практ. конф., ч. II. Орёл, 2006. – С. 120-124.
16. Зеленов А.Н., Щетинин В.Ю. Диморфные агрофитоценозы гороха на зерно // Доклады Россельхозакадемии, 2008. - №2. – С. 13-15.
17. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений. Кишинёв, 1980. – 588 с.

BIOLOGICAL POTENTIAL AND PROSPECTS OF SELECTION OF DISSECTED LEAF MORPHOTYPE OF PEAS

A.N. Zelenov, V.I. Zotikov, T.S. Naumkina, N.E. Novikova*, V.Yu. Schetinin,
G.A. Borzenkova, S.V. Bobkov, A.A. Zelenov, E.F. Azarova, O.V. Uvarova

The All-Russia Research Institute of Legumes and Groat Crops
*Orel State Agrarian University

Abstract: *The dissected leaf form of peas is characterized by high indicators of production process, active interaction with nitrogen-fixing bacteria and arbuscular mycorrhiza fungi, productivity and the increased content of protein in seeds. Thanks to it it is perspective for selection and commercial production. The problem of resistance to lodging is solved by selection and agrotechnical methods. Genetic features of the new form are stated.*

Keywords: peas, dissected leaf morphotype, genetics, breeding, physiology, biological chemistry, nitrogen fixation, admixed sowings.

УДК 635.656:631.527

ГЕНОТИПИЧЕСКАЯ СПЕЦИФИКА ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧНЫХ СОРТОСМЕСЕЙ ГОРОХА С УЧАСТИЕМ РАССЕЧЁННОЛИСТОЧКОВОГО МОРФОТИПА

А.А. ЗЕЛЕНОВ, аспирант

ГНУ ВНИИ зернобобовых и крупяных культур

Рассечённолисточковая форма гороха, обладающая на данном этапе селекции устойчивым к полеганию стеблем, может с успехом возделываться в смешанном посеве с устойчивым к полеганию сортом. При этом положительный эффект может быть при более или менее одинаковой длине стебля компонентов смеси.

Ключевые слова: горох, морфотип, смешанные посевы, урожайность, полегаемость.

В настоящее время в Российской Федерации среди зернобобовых культур горох и соя являются наиболее востребованными источниками растительного белка. Достоинства гороха определяются меньшей, по сравнению с соей, требовательностью к условиям выращивания. Он обладает более высоким, до 5,5-6,0 т/га семян, урожайным потенциалом, является прекрасным предшественником озимых культур.

Возделываемые сорта имеют листочковый (обычный) или безлисточковый (усатый) тип листа. Генетиками и селекционерами выявлены и созданы формы гороха с нетрадиционной архитектурой листа, представляющие интерес для создания селекционных сортов и внедрения их в производство. Создан первый отечественный сорт морфотипа хамелеон – Спартак с высокой урожайностью семян (максимум 6,23 т/га в госсортоиспытании) и повышенным содержанием белка в них.

Среди других листовых морфотипов наиболее перспективна рассечённолисточковая форма, преимущества которой заключаются в высокой продуктивности биомассы, высокой интенсивности фотосинтеза, высокой стабильности продукционного процесса [1,2]. Урожай семян лучших линий в опытах ВНИИ зернобобовых и крупяных культур в благоприятных условиях достигал 5,75 т/га, превышая стандартный листочковый сорт Орловчанин на 7,0% (2008г.)

Отрицательной характеристикой рассечённолисточковой формы, влияющей на реализацию её урожайного потенциала, является полегаемость стебля. Один из путей преодоления этого недостатка состоит в выращивании растений данной формы в смеси с устойчивым к полеганию компонентом. Установлено, что при совместном посеве рассечённолисточкового мутанта (Рас-тип) с неполегающим усатым сортом Батрак проявляется синергизм компонентов агрофитоценоза: урожайность в чистом посеве у Рас-типа составляла 2,28 т/га, Батрака – 2,50 т/га; в диморфных посевах в зависимости от соотношения компонентов 2,51-2,64 т/га [3]. Эффективность возделывания смеси сортов и линий самоопыляющихся культур отмечена в ряде исследований [4,5].

В последние годы во ВНИИЗБК созданы селекционные линии нового морфотипа, различающегося по своим биологическим характеристикам. Поэтому возникла необходимость изучить их реакцию на совместный с сортом Батрак посев.

Условия, материал и методика исследований

Опыты закладывали в 2012 и 2013 годах в селекционном севообороте ГНУ ВНИИЗБК. Почвы опытного участка тёмно-серые лесные, средней окультуренности. Содержание гумуса по Тюрину 4,4-5,4%. На 100г почвы в среднем приходилось легкогидролизуемого азота по Кононовой – 12,5 мг, P₂O₅ по Кирсанову – 19,5 мг, K₂O – 10,1 мг, рН солевой вытяжки 5,1-5,5 мэкв.

Метеоусловия в годы исследований были не совсем благоприятными для выращивания гороха. Быстрое нарастание температуры с минимальным количеством осадков в мае-июне, особенно в 2013 году, не способствовали накоплению вегетативной массы. В 2013 году и созревание семян проходило в жаркую погоду, что отрицательно отразилось на крупности семян и урожайности в целом.

В опыте использовали 5 селекционных линий рассечённолисточкового морфотипа: Рас-665/7 (получена от скрещивания Рас-тип х Батрак), Рас 678/7 (Рас-тип х Батрак), Рас-1070/8 (Рас-тип х Мадонна), Рас-1098/8 (Рас-тип х Опорный 1), Рас-828/9 ((Рас-тип х Батрак) х Батрак) и сорт Батрак. Все линии высевали в чистом виде (монопосев) и в смеси с сортом Батрак при соотношении семян 70% рассечённолисточковых + 30% Батрака.

Площадь делянок 8,2 м², повторность 4-кратная, размещение делянок рендомизированное. Устойчивость к полеганию определяли в период цветения и созревания, путем отношения высоты стеблестоя к длине стебля (в процентах). Уборку урожая проводили комбайном «Сампо-130».

Математическую обработку экспериментальных данных проводили по Б.А. Доспехову с использованием компьютерной программы Microsoft Office Excell 2010.

Результаты и обсуждение

Селекционные линии рассечённолисточкового морфотипа в монопосеве по устойчивости к полеганию уступают усатому сорту Батрак. Полегание у них происходит в период цветения – созревание. Выращивание этих линий в смеси с сортом Батрак обеспечивает формирование достаточно устойчивого агроценоза (рис. 1,2). Рассечённолисточковые линии имеют неустойчивый стебель и короткие усики, не способные цепляться за опору. Растения Батрака служат опорой, удерживая в вертикальном положении полегающие стебли рассечённолисточкового морфотипа с помощью своих мощных усатых листьев. Таким образом, обеспечивается нормальное течение продукционного процесса.

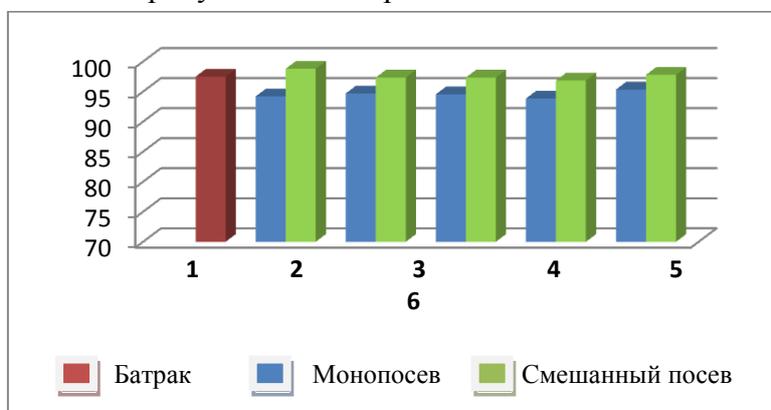


Рис. 1 Устойчивость к полеганию рассечённолисточковых линий в моно- и смешанном посевах (среднее 2012-2013 г.г.). Фаза цветения. 1 – Батрак, 2 – Рас-665/7 (монопосев и смешанный), 3 – Рас-678/7, 4 – Рас-1070/8, 5 – 1098/8, 6 – 828/9.

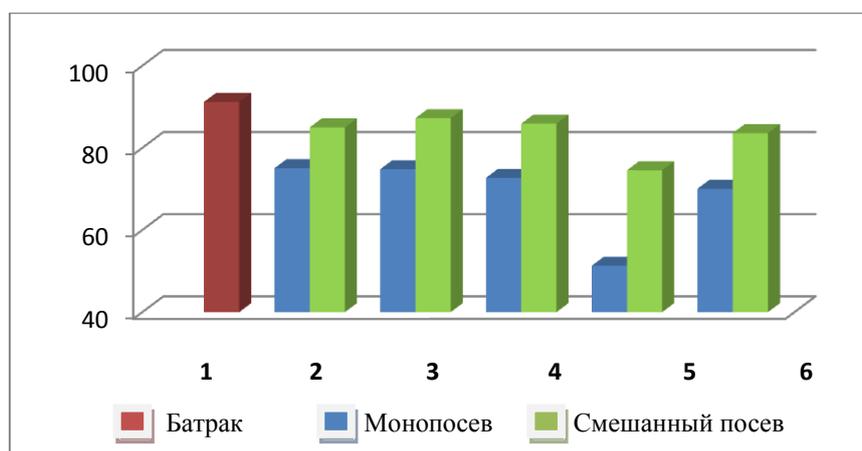


Рис. 2 Устойчивость к полеганию расчѐннолисточковых линий в моно- и смешанном посевах (среднее 2012-2013 гг.). Фаза созревания. Обозначения те же, что и на рис. 1.

По урожаю семян в монопосеве только линия Рас-828/9 превосходила Батрак, а линия Рас-1098/8 находилась на одном с ним уровне. В смешанном посеве все изучаемые линии превысили Батрак в среднем на 7,7% (табл. 1). Однако синергизм проявился только у линий Рас-1070/8, Рас-1098/8 и Рас-678/7. Линии Рас-665/7 и рас-828/9 на смешанный посев не реагировали. На величину урожайности в целом отрицательно повлияли помимо погодных условий большая кислотность почвы, дефицит калия и поверхностная обработка.

Таблица 1. Урожайность семян в чистом и смешанном посевах

Варианты	Монополев, т/га			Смесь, т/га			% смеси к монопосеву
	2012 г.	2013 г.	Среднее за 2 г.	2012 г.	2013 г.	Среднее за 2 г.	
Батрак	3,04	1,75	2,40	-	-	-	-
Рас-665/7	2,67	1,62	2,15	2,82	1,44	2,13	99,1
Рас-678/7	2,44	1,48	1,96	3,09	1,51	2,30	117,4
Рас-1070/8	2,72	1,48	2,10	3,13	1,86	2,50	119,1
Рас-1098/8	2,70	2,06	2,38	2,97	2,18	2,58	108,0
Рас-828/9	3,09	1,93	2,51	2,93	1,99	2,46	98,0
НСР ₀₅	0,32	0,20		0,48	0,26		

В опытах ВНИИЗБК по выращиванию яровой вики на семена в смеси с практически неполегающими сортами гороха Батрак и Стабил установлено, что высокорослые растения вики угнетающе действуют на относительно низкорослый сорт Батрак, в то время как в смешанном посеве равных по высоте стебля вики и гороха Стабил урожай семян выше монопосева каждого компонента [6]. Обобщая результаты исследований многих авторов, академик А.А. Жученко считает, что компоненты сортосмесей по своим реакциям на условия агроценоза должны «как бы дополнять друг друга и в то же время обеспечивать однородность по таким признакам, как высота, сроки созревания и т.д.».

В наших исследованиях по данным 2013 года в монопосеве длина стебля у расчѐннолисточковых линий в фазу цветения варьировала от 41,6 см (Рас-665/7) до 55,2 см (Рас-828/8), у Батрака – 42,3 см. В фазу созревания минимальная длина (46,7 см) отмечена у линии Рас-1098/8, максимальная (61,6 см) – у линии Рас-828/9, у Батрака она была 55,6 см.

В смешанных посевах наблюдался «эффект прокрустово ложа»: низкорослый компонент вытягивался, высокорослый становился короче (табл. 2). Первое можно объяснить реакцией на затемнение высокорослым партнёром. Второе требует детального изучения. В частности, следует обратить внимание на корневую систему и симбиотическую активность клубеньков. Известно [7], что величина развития корневой системы коррелирует с размером фотосинтетического аппарата листьев.

Таблица 2. Длина стебля в моно- и смешанных посевах, по данным 2013 года

Варианты	Фаза цветения			Фаза Созревания		
	Монопосев	Смесь		Монопосев	Смесь	
		Рас*	Батрак		Рас*	Батрак
Батрак	42,3	-	-	55,6	-	-
Рас-665/7	41,6	39,1	38,8	48,8	52,9	54,3
Рас-678/7	42,2	40,8	42,3	53,7	50,0	50,0
Рас-1070/8	45,4	45,6	42,8	49,2	50,4	48,4
Рас-1098/8	42,2	45,7	41,6	46,7	57,1	59,7
Рас-828/9	55,2	50,8	47,6	61,6	55,6	55,7

*Рас – рассечённолисточковый компонент

Таким образом, при подборе компонентов сортосмесей следует учитывать длину стебля в монопосеве. Синергизм по урожайности семян лучше всего проявляется у близких по высоте компонентов. При формировании сортосмесей с участием рассечённолисточковых линий один из компонентов должен обладать устойчивым к полеганию стеблем и хорошо развитыми усатыми листьями.

Литература

1. Зеленов А.Н., Немётова Ю.С. Рассечённолисточковый мутант гороха // Новые и нетрадиционные растения и перспектива их использования. Мат. симпозиума. М., 2005. – Т.2. – С.276-278.
2. Панарина В.И. Эндо- и экзогенные факторы регуляции плодо- и семяобразования у современных сортов гороха // Автореф. дис... канд. с.х. наук, Орёл, 2011. – 24 с.
3. Зеленов А.Н., Щетинин В.Ю. Диморфные агрофитоценозы гороха на зерно // Доклады Россельхозакадемии, 2008. - №2. – С.13-15.
4. Юрин П.В. Структура агрофитоценоза и урожай. – М., 1979. – 280 с.
5. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений. – Кишинев, 1980. – 588 с.
6. Зотиков В.И., Глазова З.И., Титенок М.В. Смешанные посевы бобовых культур как фактор стабилизации урожая семян вики яровой // Зернобобовые и крупяные культуры, 2012. - №2. – С.77-86.
7. Новикова Н.Е., Лаханов А.П. Особенности формирования биомассы и семенной продуктивности у сортов гороха с усатым морфотипом листа // Доклады Россельхозакадемии, 1997. - №5. – С.11-13.

GENOTYPIC SPECIFICITY OF FORMATION OF TECHNOLOGICAL VARIETY MIXTURES OF PEAS WITH PARTICIPATION OF DISSECTED LEAF MORPHOTYPE

A.A. Zelenov

The All-Russia Research Institute of Legumes and Groat Crops

Abstract: *Dissected leaf form of peas, possessing a stalk unstable to lodging at the given stage of breeding, can be cultivated with success in the admixed sowing with variety resistant to lodging. Thus the positive effect can be at more or less identical length of stalk of components of admixture.*

Keywords: peas, morphotype, the admixed crops, productivity, degree of lodging.

ГЕТЕРОФИЛЬНАЯ ФОРМА ГОРОХА И ЕЕ СЕЛЕКЦИОННЫЕ СВОЙСТВА

А.М. ЗАДОРИН, кандидат сельскохозяйственных наук

ГНУ ВНИИ зернобобовых и крупяных культур

Приведены особенности морфологического строения, физиологические и биохимические свойства растений, специфика генетической природы признака ярусной гетерофиллии. Выявлены особенности и разработана схема селекционного процесса гетерофильной формы гороха.

Ключевые слова: гетерофильная форма гороха, морфотип хамелеон, селекция, внутриморфные и межморфные скрещивания, распределение частот, селекционная схема.

С 1989 года во ВНИИ зернобобовых и крупяных культур ведется селекционная работа с гетерофильной формой гороха. В систематику гороха форма с ярусной гетерофиллией вошла, как разновидность Зеленова (*var zelenovii* Serd. et Stankev.), дополнив группу усиконосных разновидностей (*convar. cirriferum* Serd. et Stankev.) [1]. Форма также имеет название хамелеон. Гетерофильная форма гороха совмещает преимущества листочковых и усатых морфотипов. Форма имеет уникальную для культуры гороха архитектуру (листья усатого или усато-листочкового типа в средней зоне растения и листочкового типа в прикорневой и генеративной); повышенное содержание хлорофилла во всех хлорофиллсодержащих органах; повышенную продуктивность надземной фитомассы, превышающую традиционные морфотипы на 21-35 %; повышенное содержание белка в семенах; улучшенные параметры развития корневой системы.

Генетические особенности признаков во многом определяют специфику селекционной работы. Проведенное изучение генетической природы признака ярусной гетерофиллии, позволило выявить, что он контролируется двумя генами, образующими генный комплекс ($af - tac^B$), который образовался в результате транслокации гена tac^B с 3-ей хромосомы на первую, где расположен ген af [2].

При гибридизации в F_1 гетерофиллия наследуется как рецессивный признак по отношению как к листочковым, так и усатым генотипам. Характер расщепления в F_2 зависит от генотипических особенностей компонентов скрещивания. При гибридизации хамелеонов с усатыми генотипами наблюдается расщепление 3 : 1. В данном случае гетерофиллия фенотипически проявляет себя как моногенный рецессив. Соотношение генотипов представляется при этом как $1 af af : 2 af (af - tac^B) : 1 (af - tac^B) (af - tac^B)$. Природа расщепления при скрещиваниях гетерофильных растений с листочковыми формами окончательно еще не изучена. Известно, что при расщеплении появляются листочковые, усатые, усиковые акации и гетерофильные растения.

Наличие разницы по числу генов, отвечающих за морфотип, позволило предположить, что при скрещиваниях хамелеонов с другими морфотипами (которые мы условно назвали межморфными) будет иметь место более высокий уровень рекомбинации, чем при скрещиваниях хамелеонов между собой (такой тип скрещивания назван нами внутриморфным). Последнее обстоятельство будет являться причиной меньшей продуктивности гибридов, полученных при межморфных скрещиваниях, по сравнению с внутриморфными гибридами.

Для сравнения продуктивности гибридов F_2 , получаемых в результате внутриморфных и межморфных скрещиваний гетерофильной формы гороха, нами были проведены скрещивания по схемам:

- ♀хамелеон × ♂усатый;
- ♀хамелеон × ♂хамелеон (полуизогенный аналог усатого).

Скрещивания проводились в фитотронно-тепличном комплексе. Анализ продуктивности гибридов проводился в F_2 . Для этого из комбинаций «хамелеон × усатый» отбирались все растения с ярсной гетерофиллией (общее количество по каждой комбинации 200 шт.), из комбинаций «хамелеон × хамелеон» отбирали подряд без выбора 200 растений. По отобраным растениям учитывались масса семян с растения и продуктивность биомассы. Распределение частот различных по массе семян растений в расщепляющихся гибридных популяциях учитывали методом классовых вариантов [3].

В гибридных популяциях F_2 был проведен учет продуктивности растений и частот их распределения (рис.1).

Проведенный анализ позволил выявить у гибридов, полученных при внутриморфных скрещиваниях, большую прибавку общей биомассы на 0,8...2,7 г и массы семян с растения на 0,6...4,2 г по отношению к родительским формам, чем при межморфных скрещиваниях.

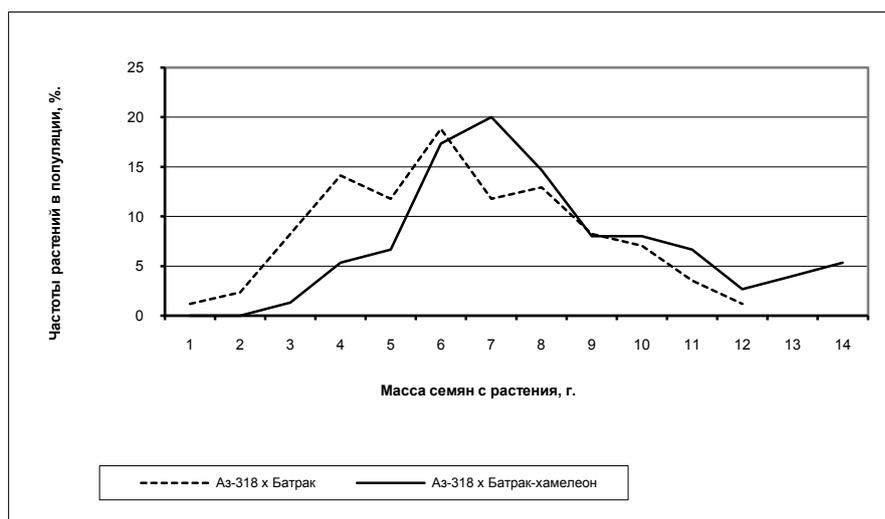


Рис.1. Распределения частот различных по массе семян растений гороха в расщепляющихся гибридных популяциях F_2 при внутриморфных и межморфных скрещиваниях.

Анализ областей, описываемых линиями распределения частот при внутриморфных и межморфных скрещиваниях, дает представление о семенной продуктивности отдельных гибридных популяций, а также позволяет выявить границы возможностей отбора высокопродуктивных растений из них.

Линии графика демонстрируют смещение частот распределения растений при внутриморфных скрещиваниях в сторону большей семенной продуктивности. Так, если при скрещивании гетерофильного сорта Аз-318 с усатым сортом Батрак распределение частот лежит в области от 1 г до 12 г, то при скрещивании с сортом Батрак-хамелеон распределение частот смещено в область от 2 г до 14 г. При этом в области от 13 до 14 г находится 5 % растений.

Максимальная частота растений при внутриморфных скрещиваниях смещена в сторону большей продуктивности на 1 г, граница возможностей отбора при этом увеличивается в

среднем на 2 г. Подобные закономерности были выявлены также в гибридных популяциях F₂ других исследуемых сортов.

Таким образом, приведенные данные свидетельствуют о преимуществе внутриморфных скрещиваний при селекции гетерофильной формы гороха. В связи с выявленной особенностью нами разработана схема (рис.2), включающая два этапа скрещиваний.



Рис.2. Схема селекции гетерофильной формы гороха.

На первом этапе применяются межморфные скрещивания, способствующие расширению генетического многообразия пребридинговой коллекции путем введения новых селекционно-ценных признаков в генотип гетерофильной формы. Созданные на данном этапе сорта образцы имеют определенный эффект прибавки продуктивности. Некоторые, например сорт Спартак, превышают современные допущенные к возделыванию сорта. Однако из наших экспериментов следует, что больших результатов можно достичь, применяя внутриморфные скрещивания. Поэтому полученные в результате межморфных скрещиваний гетерофильные сорта образцы необходимо вовлекать во второй этап скрещиваний внутри морфотипа, предварительно изучив пути возможного улучшения выделившихся сорта образцов и подобрав соответствующие доноры.

Литература

1. Сердюк В.П., Станкевич А.К. Новые внутривидовые таксоны гороха посевного (*Pisum sativum* L.) // Проблемы интродукции и систематики культурных растений и их дикорастущих сородичей. – Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Санкт-Петербург. – 2001.
2. Зеленов А.Н., Кондыков И.В., Уваров В.Н. Орловский антропогенный центр гороха // Сб. научно-исследовательских работ. 110 лет Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции. – Орел. – 2006.
3. Йогансен В. Элементы точного учения об изменчивости и наследственности (с основами биологической вариационной статистики). – М.-Л.: Сельхозгиз. – 1933.

HETEROPHYLLOUS FORM OF PEAS AND ITS SELECTION PROPERTIES

A.M. Zadorin

The All-Russia Research Institute of Legumes and Groat Crops

Abstract: Features of morphological constitution, physiological and biochemical properties of plants, specificity of the genetic nature of attribute of plant canopy heterofilia are resulted. Features are revealed and the scheme of selection process of the heterophyllous form of peas is developed.

Keywords: heterophyllous form of peas, morphotype chameleon, selection, intramorphous and intermorphous crosses, allocation of frequencies, selection scheme.

ЭЛЕКТРОФОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БЕЛКОВ СЕМЯН ГОРОХА *PISUM L.*

Т.Н. СЕЛИХОВА, кандидат биологических наук

С.В. БОБКОВ, кандидат сельскохозяйственных наук

ГНУ ВНИИ зернобобовых и крупяных культур

Проведен анализ электрофоретических спектров белков семян у дикорастущих родичей гороха *Pisum sativum L.* Получены межвидовые гибриды гороха *P. sativum* × *P. fulvum*. Изучено наследование конвицилина в гибридной комбинации ПАП (*Pisum sativum*) × И609885 (*P. fulvum*).

Ключевые слова: горох, SDS-PAGE электрофорез, белок, спектр, компонент, конвицилин.

Согласно принятой в России классификации род гороха *Pisum L.* состоит из 2 видов: *P. sativum L.* – горох посевной и *P. fulvum Sibth. et Smith* – горох красно-желтый [1]. Вид *P. sativum L.* представлен 6 подвидами: *elatius* (Bieb.) Schmalh., *syriacum* (Boiss. et Noe) Berger, *abyssinicum* (A. Br.) Berger, *transcausicum* Makash., *asiaticum* Govorov и *sativum*. В настоящее время повышенный интерес у исследователей вызывает вид *P. fulvum*. Образцы *P. fulvum* используют в гибридизации с культивируемым видом в качестве источника генов устойчивости к патогенам [2, 3, 4]. Интерес к диким подвидам *P. sativum* как источнику хозяйственно-ценных признаков менее выражен. В сравнительных исследованиях дикорастущих таксонов гороха по составу компонентов запасных белков используют ограниченное число образцов диких подвидов *P. sativum* [5]. Однако между образцами дикорастущего подвида *elatius* и культивируемого *sativum* существует значительная дивергенция, что выражается в репродуктивной изоляции и нарушениях мейоза у гибридов [6].

В настоящее время электрофорез запасных белков семян применяют, в основном, для идентификации генотипов и изучения исходного селекционного материала культивируемого подвида гороха [7, 8]. Генетическое разнообразие диких таксонов гороха практически не используется в селекционном процессе. Дикорастущие родичи гороха характеризуются значительной генетической вариабельностью и могут служить источниками хозяйственно-ценных аллелей. Исследования, направленные на идентификацию компонентов электрофоретических спектров в качестве биохимических маркеров, имеют хорошую перспективу для использования в современной селекции гороха. Например, замена морфологических маркеров на биохимические позволит ускорить оценку растений-регенерантов культуры пыльников гороха по происхождению (соматические клетки или микроспоры) [9].

Цель исследований состояла в изучении электрофоретических спектров белков семян у образцов дикого вида *P. fulvum* и 5 дикорастущих подвидов гороха *P. sativum*.

Методика

Объектом исследования служили образцы гороха коллекции ВИР вида *P. fulvum* (И609881, И609885, К2523, К6070) и подвидов *P. sativum L.* – *elatius* (К1851, К2173, К2524, К3115, К4014), *transcausicum* (К296, К2365, К2376, К3249, К3980), *asiaticum* (К1923, К1974, К1975, К2645, К5322, К1915), *abyssinicum* (К2759), *syriacum* (К2521). Изучали сорта и линии *P. sativum ssp. sativum*: Стабил (усатый тип листа, *af*), 109б (усатый тип листа, *af*), ПАП (многократно непарноперистый морфотип, *aftl*). Межвидовую гибридизацию гороха

проводили в условиях тепличного бокса. Результативность гибридизации оценивали с использованием морфологических и белковых маркеров.

Использован стандартный арбитражный метод ISTA для выделения и электрофоретического разделения белков семян двудольных [10]. Анализировали белки из 50 индивидуальных семян каждого представителя вида и подвида гороха. Запасные белки экстрагировали из муки электродным буфером (Трис, глицин, додецилсульфат натрия, рН=8,3) в течение 20 часов при температуре 3-4°C. После центрифугирования 10 мкл экстракта переносили в ячейки планшеток для смешивания с равным объемом буфера нанесения (додецилсульфат натрия, Трис-НСl, глицерин, β-меркаптоэтанол, бромфеноловый синий). Концентрация разделяющего геля – 12,5%, концентрирующего – 5%. Для проведения исследований использовали камеру для вертикального электрофореза белков VE-4 фирмы «Хеликон» и реактивы для SDS-PAGE электрофореза.

Анализ относительной подвижности компонентов образцов гороха проведен с использованием спектра сои сорта Ланцетная. Окраску компонентов спектра оценивали как: 1 – слабую, 2 – интенсивную и 3 – очень интенсивную. Кластерный анализ проводили с использованием программы TREECON по методу UPMGA [11]. В качестве внешней группы был использован сорт сои Ланцетная. Индексы бутстрепа (ИБ) рассчитывали для 1000 реплик.

Идентификацию конвицилина проводили по молекулярной массе компонентов [12]. Использовали маркеры молекулярной массы 6,5-200 кДа (SIGMA, США). Анализ расщепления по электрофоретическим компонентам глобулинов проводили с использованием 27 семян гибридов F₂.

Белки семян дикорастущих родичей гороха

Электрофоретические спектры белков семян гороха Pisum L.

Объектом исследования служили образцы гороха коллекции ВИР вида *P. fulvum* (И609881, И609885, К2523, К6070) и подвидов *P. sativum* L. - *elatius* (К1851, К2173, К2524, К3115, К4014), *transcaucasicum* (К296, К2365, К2376, К3249, К3980), *asiaticum* (К1923, К1974, К1975, К2645, К5322, К1915), *abyssinicum* (К2759), *syriacum* (К2521). Исследовали белки семян сортов и линий культивируемого подвида гороха *sativum*: Стабил (усатый тип листа, *af*), 102b (усатый тип листа, *af*), ПАП (многократно непарноперистый морфотип, *aftl*), ВИ 9402 (акациевидный морфотип, *tl*). Проводили изучение электрофоретических спектров белков линии Рас-тип [13].

Электрофоретический анализ образцов коллекции ВИР показал большое число типов спектров, различных по составу и интенсивности окрашивания компонентов. Молекулярная масса компонентов варьировала от 17,5 до 97,4 кДа.

Во всех типах электрофоретических спектров компоненты распределялись по 76 позициям «соевой» шкалы (от 5 до 104). Образцы диких таксонов гороха И609881, И609885, К2523, К6070, К3115, К3980, К296, К1851, К1915, К1923, К1974, К1975, К2173, К2365, К2524, К2645, К2759, К3115, К3249, К4014, К5322, К2376, К2521 имели 26 одинаковых белковых компонентов. Они различались по наличию/отсутствию 26-ти и интенсивности окрашивания 16-ти компонентов (табл. 1).

Таблица 1. Полиморфные компоненты запасных белков у образцов диких таксонов гороха.

Тип полиморфизма	Полиморфные компоненты
наличие/отсутствие	9 10 12 18 19 20 24 26 29 30 31 35 38 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 68 69 71
интенсивность окрашивания	5 6 7 8 13 14 15 16 21 22 23 27 28 32 33 54

Образцы *P. fulvum* K2523 и K6070 коллекции ВИР имели 57 одинаковых белковых компонентов и различались по наличию/отсутствию 6-го компонента и интенсивности окрашивания компонента 23. Следует отметить, что образцы K6070 и K2523 характеризовались наличием маркерных компонентов 18, 19.

Образцы (K4014, K3115, K2524, K2173, K1851) имели 52 общих компонента и различались по наличию/отсутствию 14-ти и интенсивности окрашивания 8-го и 48-го компонентов. В спектрах образцов подвидов *asiaticum* (K1975) и *abyssinicum* (K2759) всего идентифицировано 58 компонентов разной интенсивности окрашивания. Образцы подвида *asiaticum* (K1923, K1974, K2645, K5322, K1915) имели 52 одинаковых компонента и различались по наличию/отсутствию 8-го компонента и интенсивности окрашивания компонентов 31, 32, 33. В спектрах образца K2521 подвида *syriacum* идентифицировано 63 белковых компонента. Образцы *transcausicum* (K296, K2365, K2376, K3249, K3980) имели 44 одинаковых компонента и различались по наличию/отсутствию 17-ти и интенсивности окрашивания 5-ти компонентов (6, 7, 8, 21, 46).

Запасные белки гороха - леугмин и вицилин в различных сочетаниях формируют гель высокого качества [12]. Конвицилин значительно ухудшает его качество. Поэтому использование в селекции гороха исходного материала, полиморфного по изоформам конвицилина, позволит значительно улучшить качество запасных белков у новых сортов гороха. Конвицилин имеет молекулярную массу ~70 кДа [12]. Локализация конвицилина на электрофоретических спектрах показана на рисунке 1.

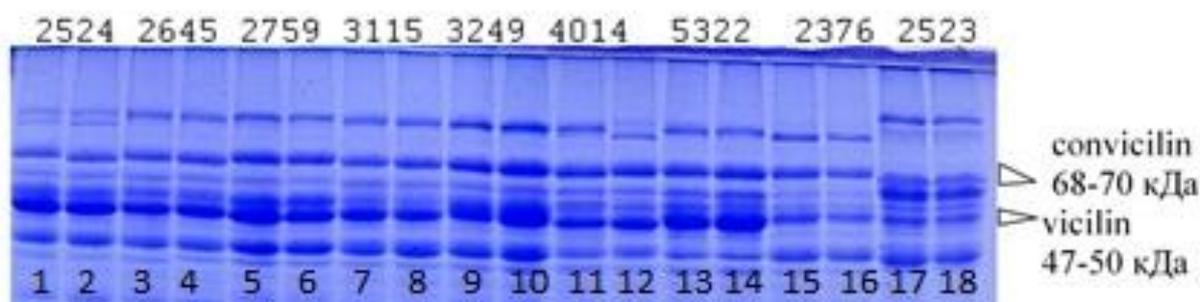


Рис. 1. Локализация конвицилина на электрофоретических спектрах. Электрофоретические спектры белков образцов *P. sativum* L. подвидов: 1, 2 - *elatius* (*Pisum sativum* L. ssp. *elatius* K2524); 3, 4 - *asiaticum* (K2645); 5, 6 - *abyssinicum* (K2759); 7, 8 - *elatius* (K3115); 9, 10 - *transcausicum* (K3249); 11, 12 - *elatius* (K4014); 13, 14 - *asiaticum* (K5322); 15, 16 - *transcausicum* (K2376); 17, 18 - *Pisum fulvum* (K2523).

Область локализации изоформ конвицилина у подвидов *P. sativum* - *elatius*, *asiaticum*, *abyssinicum* и *transcausicum* характеризовалась достаточно сильной консервативностью. Все компоненты находились на 15 позиции (рисунок 1). У образцов *P. fulvum* K2523 и K6070, И609881 были обнаружены облегченные (17-я позиция) изоформы конвицилина [14].

Спектры белков семян образцов *P. sativum* L. ssp. *elatius* и *sativum*

Проведено сравнительное изучение компонентного состава электрофоретических спектров белков семян у дикорастущего (*elatius*) и культивируемого (*sativum*) подвидов гороха *P. sativum* L. Объектом исследования служили образцы гороха подвида *Pisum sativum* ssp. *elatius* (K4014, K3115, K2524, K2173, K1851). Также анализировали образцы *Pisum sativum* ssp. *sativum*: сорт Стабил и линии 1096, ПАП, ВИ9402, Рас-тип.

Образцы *elatius* имели 52 общих компонента и различались по наличию/отсутствию 14-ти и интенсивности окрашивания 8-го и 48-го компонентов (табл. 2). Молекулярная масса компонентов варьировала от 17,5 до 97,4 кДа (рис. 2).

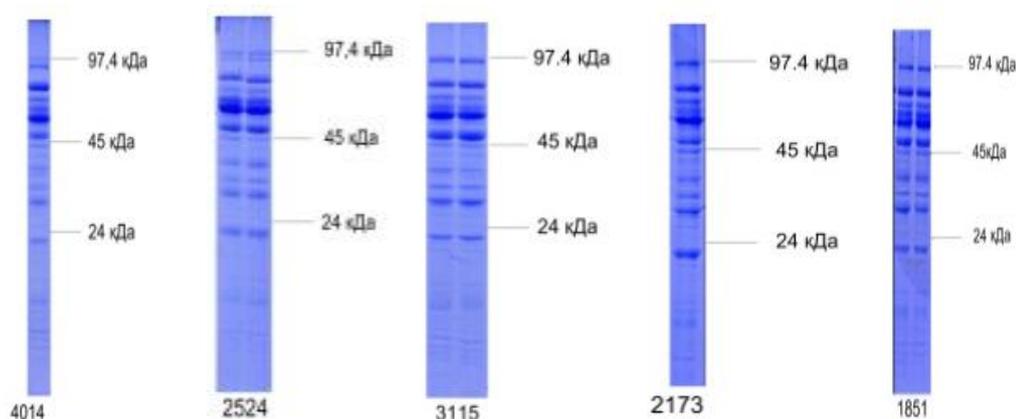


Рис. 2. Электрофоретические спектры белков образцов *P. sativum* ssp. *elatius*.

В диапазоне 45-65 кДа у образцов K2524 и K1851 присутствовали очень интенсивные компоненты (26 и 31), отсутствующие в спектрах K2173, K3115 и K4014. У образца K2524 обнаружено 35 компонентов, не встречающихся в других образцах *P. sativum* ssp. *elatius* (табл. 2). В диапазоне 24-45 кДа обнаружено 47 компонентов, характерных только для образца K2524 и 49 - для K1851.

Таблица 2. Полиморфные компоненты запасных белков у образцов *P. sativum* ssp. *elatius*.

Образец	Компоненты														
	8	20	26	30	31	35	40	41	42	45	46	47	48	49	69
K2524	1	1	3	2	3	3	0	3	3	3	3	1	1	0	3
K1851	3	1	3	2	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	3
K2173	3	1	0	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
K3115	3	0	0	2	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0
K4014	3	1	0	0	0	0	3	3	3	3	0	0	0	0	3

В результате анализа филогенетических отношений между образцами *elatius* и *sativum* по методу UPMGA была построена дендрограмма (рис. 3).

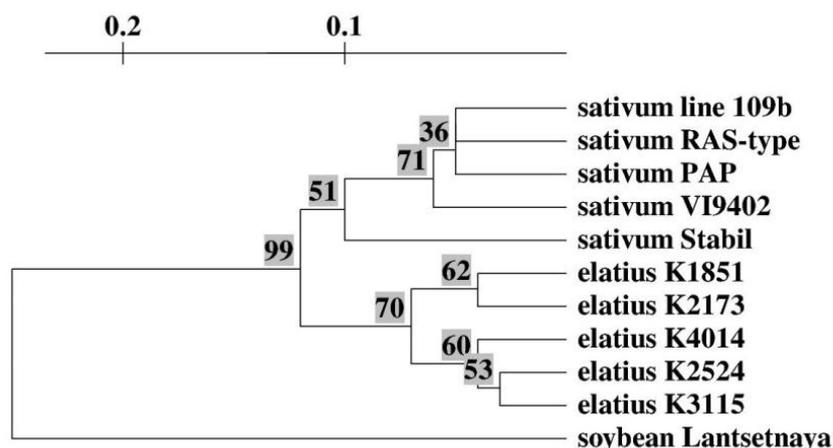


Рис. 3. Филогенетические отношения у образцов подвидов гороха *P. sativum* L. ssp. *elatius* и *sativum*.

На дендрограмме с 99% значением индекса бутстрепа выделились два кластера. В первый кластер вошли образцы культивируемого подвида гороха *sativum*. Образцы этого кластера формировали кладу. Во второй кластер вошли образцы подвида дикорастущего подвида *elatius*. Образцы *elatius* характеризовались более высоким уровнем дивергенции. Они распределялись по двум обособленным подкластерам (индекс бутстрепа 70%). Первый подкластер формировали образцы K1851 и K2173. Второй - образцы K4014, K2524 и K3115.

В настоящее время образцы дикорастущего подвида гороха *elatius* практически не используются в селекционном процессе в качестве источника хозяйственно-ценных признаков. Однако представители диких подвидов гороха *P. sativum* служат источником генетического разнообразия, не вовлеченного в селекционный процесс. Для оценки перспективности использования диких подвидов в селекции гороха проведен сравнительный анализ электрофоретических спектров белков семян у дикорастущего (*elatius*) и культивируемого (*sativum*) подвидов гороха *P. sativum* L. Установлено четкое распределение образцов по двум кластерам. Показано, что образцы культивируемого подвида *sativum* образуют монофилетическую группу. На основании этого можно сделать вывод о наличии узкого генетического базиса у современного селекционного материала гороха.

Межвидовая гибридизация гороха

Вид *P. fulvum* рассматривается в качестве ценного источника ценных хозяйственных признаков. Размер генома у этого вида составляет 108,9% от *P. sativum* [15]. В сравнении с горохом посевным он является более устойчивым к аскохитозу (*Micosphaerella pinodes*) [4], гороховой зерновке (*Bruchus pisorum*) [2] и мучнистой росе (*Erysiphe pisi*) [3]. В настоящее время определены специфичные для генома *P. fulvum* аллели, детерминирующие устойчивость к гороховой зерновке и мучнистой росе.

Вид *P. fulvum* активно используют в программах гибридизации с культивируемым видом гороха *P. sativum* для получения интрогрессивных линий с включениями части генома *P. fulvum* в качестве источника новых генов хозяйственно-ценных признаков. Гибридизация гороха посевного *P. sativum* с *P. fulvum* сталкивается с проблемой несовместимости. Небольшое число гибридных семян получено в скрещиваниях, где *P. fulvum* использовали в качестве отцовского компонента [16]. Истинность межвидовых гибридов гороха устанавливали по окраске

цветков [2], электрофоретическим спектрам изоэнзимов, ITS PCR-RFLP и геномной *in situ* гибридизации (GISH) [16].

Межвидовые гибриды гороха получены в комбинациях скрещивания: 109б × И609881, Стабил × И609881, ПАП × И609885 при использовании *P. fulvum* в качестве отцовского компонента. Линия 109б и сорт Стабил характеризовались усатым типом листа и белой окраской цветков. Растения линии ПАП представляли многократно непарноперистый морфотип с белыми цветками [13]. Растения образцов *P. fulvum* И609881 и И609885 характеризовались кремовыми цветками (рисунок 4). Гибриды F₁ во всех комбинациях имели обычную форму листа и розовую окраску лепестков цветков (рисунок 4). Спектр окраски цветков у гибридов F₂ сильно варьировал (рисунок 5).



Рис. 4. Образец *P. fulvum* И609881 с кремовыми цветками и гибрид F₁ *P. sativum* (Стабил) × *P. fulvum* (И609881).



Рис. 5. Вариации окраски цветков у гибридов F₂ *P. sativum* (Стабил) × *P. fulvum* (И609881).

В комбинации ПАП × И609885 проведено одно успешное скрещивание. В комбинации 1096 × И609881 гибриды получены в результате скрещивания 3 из 27 цветков (11,1%). Эффективность получения гибридов в комбинации Стабил × И609881 составила 46,7% (7 успешных скрещиваний из 15). Средняя эффективность межвидовой гибридизации для всех комбинаций скрещивания составила 25,6%.

*Наследование конвицилина у межвидового гибрида гороха *P. sativum* × *P. fulvum**

Белок семян гороха на 80% состоит из альбуминов и глобулинов [12]. При использовании ТРИС-глицинового буфера преимущественно экстрагируются глобулины [10]. Конвицилин является глобулином.

Изучение компонентного состава запасных белков родителей и гибридов F₂ проводили в комбинации скрещивания: ПАП × И609885 [17]. Анализ спектров конвицилина у гибридов F₂ выявил генетическое расщепление по электрофоретическим компонентам 15 и 16 (~70 кДа) - рисунок 6.

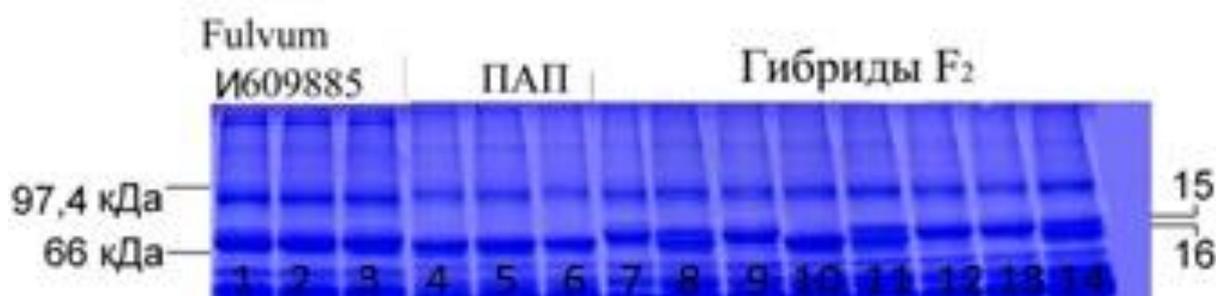


Рис. 6. Электрофореграмма запасных белков родителей и межвидовых гибридов F₂ ПАП × И609885: 1... 3 - спектры образца И609885, 4... 6 - спектры линии ПАП, 7... 14 - спектры гибридов F₂.

Таблица 3. Расщепление гибридов гороха F₂ ПАП × И609885 по изоформам конвицилина

Белок	Компонент	P ₁	P ₂	Гибриды F ₂		
Конвицилин	15	+	-	+	+	-
	16	-	+	-	+	+
	Распределение компонентов 1,25:1,1:1			10	9	8

У гибридов F₂ наблюдается расщепление по фенотипу в соотношении 1,25 +/- : 1,1+/- : 1 -/+ (табл. 3). В соответствии с гипотезой моногенного кодоминантного наследования теоретическое расщепление должно соответствовать соотношению 1 +/- : 2 +/+ : 1 -/+. Сравнение результатов по критерию χ^2 выявило совпадение фактического расщепления с теоретическим ($\chi^2_{\text{факт}}=3,29$; $\chi^2_{05}=5,99$). Следовательно, изоформы конвицилина И609885 и ПАП кодируются двумя аллелями одного локуса по кодоминантному типу наследования.

Выводы

1. Исследованы электрофоретические спектры белков семян дикорастущих образцов гороха. Описан компонентный состав спектров в единицах относительной подвижности реперных компонентов спектра сои, необходимый для идентификации биохимических маркеров интрогрессивных аллелей хозяйственно-ценных признаков у гибридов гороха.

2. На электрофоретических спектрах определена локализация важного запасного белка гороха - конвицилина. Область локализации изоформ конвицилина у подвидов *P. sativum - elatius*, *asiaticum*, *abyssinicum* и *transcaucasicum* характеризовалась достаточно сильной консервативностью. Однако у образцов *P. fulvum* K2523 и K6070, И609881 были обнаружены облегченные изоформы конвицилина.

3. Проведен кластерный анализ электрофоретических спектров белков семян у дикорастущего (*elatius*) и культивируемого (*sativum*) подвидов гороха *P. sativum* L. и построена дендограмма.

Установлено четкое распределение образцов по двум кластерам. Образцы культивируемого подвида *sativum* формировали монофилетическую группу, что указывало на узость генетического базиса современного селекционного материала гороха. Анализ филогенетических отношений выявил обособленность подвидов *elatius* и *sativum* и, следовательно, перспективность использования дикорастущего подвида *elatius* в селекции гороха.

4. Получены межвидовые гибриды гороха *Pisum sativum* × *Pisum fulvum*. Изучено наследование конвицилина в гибридной комбинации ПАП (*Pisum sativum*) × И609885 (*P. fulvum*). Изоформы конвицилина И609885 и ПАП контролировались двумя аллелями одного локуса по кодоминантному типу наследования.

Литература

1. Макашева Р.Х. Зерновые бобовые культуры // Культурная флора СССР. – СПб.: Колос, 1979. – С. 45-49.
2. Byrne O.M., Hardie D.C., Khan T.N. [et al.] Genetic analysis of pod and seed resistance to pea weevil in a *Pisum sativum* × *P. fulvum* interspecific cross // Austral. J. Agricult. Res. – 2008. – V. 59. – P. 854-862.
3. Fondevilla S., Cubero J.I., Rubiales D. Confirmation that the *Er3* gene, conferring resistance to *Erysiphe pisi* in pea, is a different gene from *er1* and *er2* genes // Plant Breeding. – 2010.
4. Fondevilla S., Avila C.M., Cubero J.I., Rubiales D. Response of *Micosphaerella pinodes* in a germplasm collection of *Pisum* ssp. // Plant Breeding. – 2005. – V. 124. – P. 313-315.
5. Jha S.S., Ohri D. Comparative study of seed protein profiles in the genus *Pisum* // Biologia Plantarum. – 2002. – V. 45. – № 4. – P. 529-532.
6. Богданова В.С., Галиева Э.Р. Нарушения мейоза как проявление ядерно - цитоплазматической несовместимости при скрещивании подвидов посевного гороха // Генетика. – 2009. – Т. 45. – № 5. – С. 711-716.
7. Gupta A.J., Singh Y.V., Ram H.H. Seed protein profiles and cultivar identification in garden pea (*Pisum sativum* L.) // The Indian Journal of Genetics and Plant Breeding. – 2008. – V.8. – №3. – P.283-287.
8. Nisar M., Ghafoor A., Khan M.R. [et al.] First proteomic assay of Pakistani *Pisum sativum* L. germplasm relation to geographic pattern // Генетика. – 2009. – Т. 45. – № 7. – С. 920-925.
9. Бобков С.В. Культура изолированных пыльников гороха // Доклады РАСХН. – 2010. – №6. – С.19-21.
10. Идентификация сортов и регистрация генофонда культурных растений по белкам семян / В.Г. Конарев [и др.]; под ред. В.Г. Конарева. – СПб.: ВИР, 2000. – 186 с.
11. Van de Peer Y., De Wachter Y. TREECON for Windows: a software package for the construction and drawing of evolutionary trees for the Microsoft Windows environment // Comput. Applic. Biosci. – 1994. – V.10. – P.569-570.
12. Tzitzikas E.N., Vincken J.P., Groot J. Genetic variation in pea seed composition // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2006. – №54. – P.425-433.
13. Зеленов А.Н., Щетинин В.Ю., Кондыков И.В., Уваров В.Н., Задорин А.М., Борзенкова Г.А., Аза-

рова Е.Ф., Наумкина Т.С., Бобков С.В., Уварова О.В. Паспорта доноров и источники селекционно-ценных признаков сельскохозяйственных культур. Горох (*Pisum sativum* L.). Формы с измененной архитектурой листа // Выпуск 9. – Орел. – 2011. – 25с.

14. Лазарева Т.Н., Бобков С.В. Полиморфизм запасных белков у образцов диких таксонов гороха // Доклады РАСХН. – 2013. – №5. – С. 20-22.

15. Baranyi M., Greilhuber J., Swiecicki W.K. Genome size in wild *Pisum* species // Theoretical and Applied Genetics. – 1996. – V. 93. – P.717-721.

16. Ochatt S.J., Benabdelmouna A., Marget P. [et al.] Overcoming hybridization barriers between pea and some of its wild relatives // Euphytica. – 2004. – V.137. – P.353-359.

17. Бобков С.В., Лазарева Т.Н. Компонентный состав электрофоретических спектров запасных белков межвидовых гибридов гороха // Генетика. – 2012. – Т.48. – №1. – С.56-61.

ELECTROFORETIC ANALYSIS OF PROTEINS OF PEAS PISUM L.

T.N. Selihova, S.V. Bobkov

The All-Russia Research Institute of Legumes and Groat Crops

Abstract: *Electroforetic spectra of storage proteins in wild-growing accessions of pea are investigated. Interspecific hybrids of pea *Pisum sativum* × *Pisum fulvum* are obtained. Convicilin inheritance in hybrid combination of PAP (*Pisum sativum*) × I609885 (*P. fulvum*) is studied.*

Keywords: pea, SDS-PAGE electrophoresis, protein, spectrum, band, convicilin.

ДИНАМИКА ЦВЕТЕНИЯ РАСТЕНИЙ МУТАНТНОЙ ФОРМЫ *DETERMINATE FLORET CLUSTER*

А.Н. ФЕСЕНКО, доктор биологических наук

О.В. БИРЮКОВА, кандидат сельскохозяйственных наук

ГНУ ВНИИ зернобобовых и крупяных культур

В условиях рядового посева изучена динамика цветения мутантной формы *determinate floret cluster*. Редукция числа цветков у мутантной формы *determinate floret cluster* ведет к значительному сокращению времени цветения как индивидуальных соцветий, так и растений в целом, что обеспечивает значительное (в 1,5 раза) увеличение доли цветков, раскрывшихся в течение эффективного периода цветения.

Растения мутантной формы *determinate floret cluster* созревают значительно раньше (в среднем на 4,7 дня) по сравнению с сортом-эталоном Дикуль, что обусловлено сокращением генеративного периода (в среднем на 7,0 дней).

Ключевые слова: гречиха, межвидовые гибриды, мутантные формы, энергия цветения, редукция числа цветков.

Сложность гречихи, как объекта селекции, заключается в том, что создание сортов интенсивного типа требует преобразования защитно-приспособительных механизмов культуры [1]. В частности, нерешенной проблемой остаётся растянутость периода цветения и плодообразования, что обуславливает необходимость двухфазной уборки (в отличие от наиболее урожайных видов, например, зерновых злаков).

Формы со сниженным числом цветков в соцветии являются ценным исходным материалом в селекции гречихи на повышение дружности созревания. Уже имеются примеры использования в селекции вида *F.homotropicum*, отличающегося уменьшенным числом цветков в соцветии и быстрым отцветанием соцветий [2]. Установлено, что признак «быстрое отцветание соцветий» передается потомству при скрещивании с культурной гречихой и полученные гибриды были использованы в селекции [3].

При самоопылении межвидовых гибридов (*F.esculentum* × *F.homotropicum*) была выделена мутация, вызывающая редукцию числа цветков в соцветии, которая получила название *determinate floret cluster (dfc)* [4].

Мы изучили динамику цветения растений мутантной формы *dfc* в сравнении с сортом-эталоном Дикуль – наиболее широко возделываемым сортом в России [5].

Материалы и методы

Исследования проводились в 2008...2011 гг. в севообороте лаборатории селекции крупяных культур. Объектом исследований были мутантная форма *determinate floret cluster*, представленная гибридом F₇ (*determinate floret cluster* × Дикуль) и детерминантный сорт Дикуль.

Исследования проводились по методике конкурсного сортоиспытания: посев рядовой, норма высева 3 млн. всхожих зёрен/га, площадь делянки 10 м². На средних рядках делянок каждого сорта маркировали по 8 типичных растений среднеспелого морфотипа (с 5 и 6 узлами в зоне ветвления стебля). Каждые 3 дня на модельных растениях подсчитывали число

раскрывшихся цветков. В процессе вегетации определяли продолжительность вегетативного (всходы – начало цветения), генеративного (начало цветения – уборочная спелость) и вегетационного (всходы – уборочная спелость) периодов.

Сортовые особенности динамики цветения оценивали по энергии зацветания (доле цветков, раскрывшихся на протяжении первой декады цветения) и проценту цветков, открывшихся за эффективный период цветения (то есть цветков, способных сформировать плоды к моменту уборки). У гречихи этот период завершается за 20 дней до достижения уборочной спелости.

Результаты и обсуждение

Установлено, что редукция числа цветков у мутантной формы привела к значительному сокращению времени цветения индивидуального соцветия (рис. 1). У сорта Дикуль цветение соцветий продолжается 31-33 дня. У формы *determinate floret cluster* полное отцветание соцветия происходило на 22-23 день наблюдений.

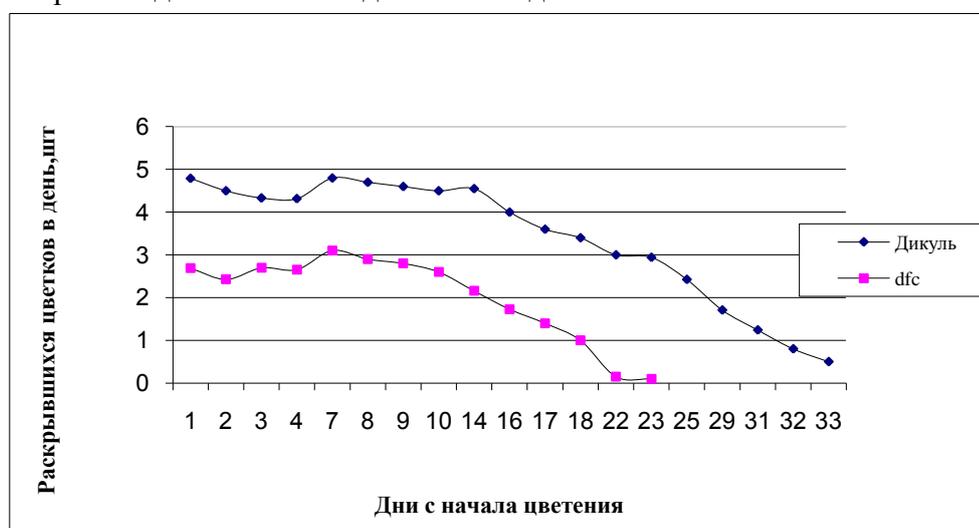


Рис. 1. Динамика цветения индивидуального соцветия у растений сорта Дикуль и растений мутантной формы *determinate floret cluster* (среднее за 2008...2011 гг.).

Ускоренное отцветание соцветий обеспечило быстрое отцветание главного побега: несмотря на то, что растения мутантной формы отличаются увеличенным числом соцветий на стебле, полное прекращение цветения наступило в среднем на 25-й день с начала цветения (рис. 2).

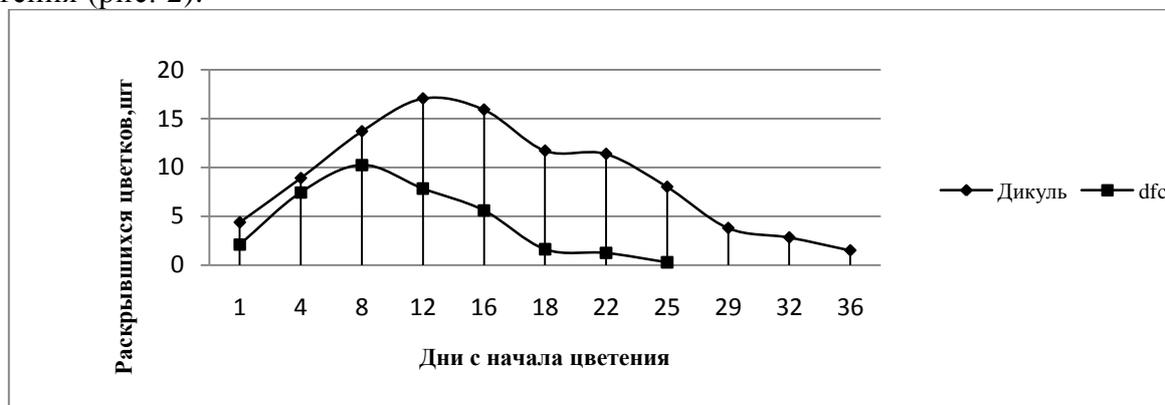


Рис. 2. Динамика цветения главного побега у растений сорта Дикуль и мутантной формы *determinate floret cluster* (среднее за 2008...2011 гг.).

Цветение стебля сорта-эталона Дикуль продолжалось значительно дольше и не

прекращалось полностью даже на 36-39 день наблюдений.

Повышенным динамизмом отличалось и цветение растений в целом: растения мутантной формы полностью отцвели на 32-й день с начала цветения, тогда как растения сорта-эталона Дикуль продолжали цвести на 40 день (рис. 3).



Рис. 3. Динамика цветения растений сорта Дикуль и мутантной формы *determinate floret cluster* (среднее за 2008...2011 гг.).

Мутантная форма отличалась высокой энергией зацветания: в течение первой декады цветения у сорта Дикуль раскрылось 16,0% цветков, у мутантной формы *determinate floret cluster* – 28,4% (табл. 1).

Таблица 1. Число цветков, открывшихся за первую декаду цветения (в % от полного числа цветков на побеге, среднее за 2008...2011 гг.)

Сорт	Стебель	Ветви	Растение
Дикуль (эталон)	26,3	7,0	16,0
<i>determinate floret cluster</i>	46,9	11,0	28,4

Доминирующая роль в нарастании энергии цветения принадлежит стеблю, как у сорта Дикуль, так и у мутантной формы *determinate floret cluster*. У сорта Дикуль в течение первой декады цветения на стебле раскрылось 26,3% цветков, а на ветвях – только 7,0%. У мутантной формы *determinate floret cluster* энергия зацветания стебля выше эталона: в течение первой декады цветения на стебле раскрылось в среднем 46,9% цветков, на ветвях раскрылось 11,0% цветков, что выше, чем у сорта-эталона Дикуль в 1,7 и 1,5 раза, соответственно.

Цветение мутантной формы происходило более динамично: максимальная доля цветков раскрылась на 15-й день с начала цветения, после чего происходило быстрое отцветание растений и практически полное прекращение цветения на 32-й день (рис. 3). У сорта-эталона Дикуль максимальная доля раскрытых цветков за годы исследований наблюдалась на 20-й день с начала цветения, после чего происходило постепенное снижение интенсивности цветения, продолжавшегося на 36-й день с начала цветения сорта (рис. 3).

Редукция числа цветков и повышение дружности отцветания соцветий обусловили значительный рост энергии цветения мутантной формы: в течение эффективного периода цветения у сорта Дикуль открылось всего 52,0% цветков, тогда как у мутантной формы *determinate floret cluster* – 80,3% (табл. 2). Особенно заметным было повышение энер-

гии цветения стебля мутантной формы: за эффективный период цветения на нём раскрылось 91,7% цветков.

Таблица 2. Число цветков, открывшихся за эффективный период цветения (в % от полного числа цветков на побеге) (среднее за 2008...2011 гг.)

Сорт	Растение	Стебель	Ветви
Дикуль (эталон)	52,0	67,1	49,7
<i>determinate floret cluster</i>	80,3	91,7	69,3

Повышение энергии цветения и снижение числа цветков привело к значительному сокращению продолжительности вегетационного периода мутантной формы (табл. 3).

Таблица 3. Фенологические особенности мутантной формы *determinate floret cluster* в конкурсном сортоиспытании (2008-2011 гг.)

Сорт	Средняя продолжительность периодов, сут.		
	вегетативного	генеративного	вегетационного
Дикуль (эталон)	26,8	47,7	74,5
<i>determinate floret cluster</i>	28,8	41,0	69,8

Число узлов в зоне ветвления стебля определяет время перехода растений к цветению [1]. Хотя растения мутантной формы являются морфологически более скороспелыми, чем растения сорта Дикуль (табл. 3), они отличались более поздним зацветанием: продолжительность периода «всходы – начало цветения» увеличилась на 2 дня (в среднем 28,8 дней против 26,8 дней у сорта-эталона Дикуль). По-видимому, это также можно считать плейотропным эффектом мутации. В то же время, несмотря на увеличение числа соцветий, редукция числа цветков способствует быстрому отцветанию и значительному (на 7 дней) сокращению генеративного периода (в среднем 41 день против 47,7 дней у сорта-эталона Дикуль). В итоге продолжительность вегетации растений мутантной формы сократилась на 4,7 дня. Столь значительное повышение дружности созревания растений позволяет проводить отбор более морфологически позднеспелых (и, следовательно, продуктивных) морфотипов при сохранении оптимальной для средне-спелых сортов продолжительности вегетационного периода.

Выводы

1. Редукция числа цветков у мутантной формы *determinate floret cluster* ведет к значительному сокращению времени цветения как индивидуальных соцветий (в 1,5 раза по сравнению с соцветиями сорта-эталона Дикуль), так и растений в целом.

2. Использование в селекции мутации *determinate floret cluster* обеспечивает значительное улучшение структуры потенциала ремонтантности растений гречихи: доля цветков, раскрывшихся в течение эффективного периода цветения у мутантной формы (80,3%) существенно выше, чем у сорта Дикуль (52,0%).

3. Основным фактором селекционного регулирования продолжительности цветения и плодообразования у сортовых популяций гречихи (повышения дружности их созревания) является редукция потенциала ремонтантности: растения мутантной формы *determinate floret cluster* созревали значительно раньше (в среднем на 4,7 дня) по сравнению с сортом-эталонем Дикуль, что было обусловлено сокращением генеративного пе-

риода (в среднем на 7,0 дней).

Литература

1. Фесенко Н.В. Селекция и семеноводство гречихи / М.: Колос, 1983. – 191с.
2. Фесенко А.Н., Фесенко Н.Н. Использование межвидовой гибридизации в селекции гречихи посевной // Доклады РАСХН.- 2002.- №5.- С.11-13.
3. Фесенко А.Н. Использование межвидовой гибридизации для повышения устойчивости гречихи к инбридингу // Доклады РАСХН.- 2007.- №2.- С.9-11.
4. Фесенко А.Н., Бирюкова О.В., Шипулин О.А., Фесенко И.Н. Перспективы использования мутации *determinate floret cluster* в селекции гречихи // Вестник ОрелГАУ.- 2012.- №3.- С. 41-44.
5. Фесенко А.Н., Мартыненко Г.Е., Селихов С.Н. Производство гречихи в России: состояние и перспективы // Земледелие. – 2012. - №5.- С. 12-14.

DYNAMICS OF BLOOMING OF PLANTS OF MUTANT FORM *DETERMINATE FLORET CLUSTER*

A.N. Fesenko, O.V. Birjukova

The All-Russia Research Institute of Legumes and Groat Crops

Abstract: *In the conditions of drill seeding dynamics of blooming of the mutant form determinate floret cluster is investigated. The reduction of number of flowers at the mutant form determinate floret cluster leads to considerable reduction of time of blooming of both individual racemes, and plants as a whole that provides considerable (in 1,5 times) increase of share of flowers which have opened during effective flowering time.*

Plants of the mutant form determinate floret cluster ripen much earlier (on the average for 4,7 days) in comparison to variety-standard Dikul that is caused by reduction of the generative period (on the average for 7,0 days).

Keywords: buckwheat, interspecific hybrids, mutant forms, energy of blooming, reduction of number of flowers.

УДК 633.12:631.523:575

МЕХАНИЗМЫ И ГЕНЕТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ПРОГАМНОЙ НЕСОВМЕСТИМОСТИ МЕЖВИДОВОГО СКРЕЩИВАНИЯ *FAGOPYRUM ESCULENTUM* MOENCH. × *F. HOMOTROPICUM* OHNISHI (ОБРАЗЕЦ С9606)

Н.Н. ФЕСЕНКО, кандидат биологических наук

И.Н. ФЕСЕНКО, кандидат биологических наук

ГНУ ВНИИ зернобобовых и крупяных культур

Пыльца линии С9606 *F. homotropicum* совместима в комбинации “*F. esculentum*, Д × С9606”, но абсолютно несовместима в комбинации “*F. esculentum*, К × С9606”. Показано, что абсолютная несовместимость короткого пестика *F. esculentum* (короткостолбчатость, доминантная короткая гомостилия) с пыльцой С9606 (линия с крупными цветками и крупной пыльцой) определяется механизмами двух типов: морфологическими факторами и геном несовместимости гаметофитного типа. Гаметофитный ген блокирует передачу потомству двух тесно сцепленных генов, *S4* (гомостилия цветка) и *SHT* (опадение плодов), при опылении короткопестичных цветков *F. esculentum* (доминантный ген *G*) пыльцой гибридов F_1 (*F. esculentum* × С9606). На расщепление по генам *S4* и *SHT* у гибридов, полученных опылением длинностолбчатых растений *F. esculentum* пыльцой F_1 (*F. esculentum* × С9606), гаметофитный ген не влияет.

Ключевые слова: гречиха, гетеростилия, гомостилия, гаметофитная несовместимость, *S*-локус.

Fagopyrum esculentum Moench. и *F. homotropicum* Ohnishi – близкородственные виды, фертильные гибриды между ними были получены неоднократно [1-5]. Однако *F. homotropicum* – морфологически очень полиморфный вид, различные формы которого проявляют разную степень предзиготической изоляции в скрещиваниях с длинностолбчатыми и короткостолбчатыми растениями гетеростильного вида *F. esculentum* [6].

Ранее мы показали, что линии С9606 и С9139 *F. homotropicum* несут ген *S4*, который находится в четвертой группе сцепления, и определяет тип цветка (гомостилия) [7]. Линия С9606 не отличается по размеру цветка от перекрестноопыляющейся дикой гречихи *F. esculentum* ssp. *ancestrale*, то есть имеет относительно крупные цветки и крупную пыльцу, близкую по размеру пыльце короткостолбчатых растений *F. esculentum*. Линия С9139 выглядит более адаптированной к постоянному самоопылению, т.к. формирует заметно менее крупные цветки (в 2 раза по линейным размерам) и, соответственно, менее крупную пыльцу. Эти различия обусловлены как накоплением минус-аллелей полигенов (диаметр цветка, размер пыльцевых зерен), так и «промежуточным» (по влиянию на размер пыльцы) аллелем субгена *P*, входящим в состав локуса гомостилии *S4* линии С9139 [7-9]. Линия С9139 в естественных условиях не скрещивается с гетеростильной гречихой, а искусственные скрещивания мало-

эффективны [6, 10]. Напротив, гибриды *F. esculentum* × С9139 полностью совместимы с гетеростильной гречихой, а их пыльца благодаря промежуточному размеру проявляет универсальную совместимость с пестиками длинностолбчатых (Д) и короткостолбчатых (К) цветков *F. esculentum*. Это обстоятельство способствовало получению гибридов ВС₁F₁ в количестве, достаточном для генетического анализа, показавшего, что в комбинации Д × F₁ передача тесно сцепленных доминантных генов осыпаемости и гомостилии цветка происходит без нарушений, а в комбинации К × F₁ в потомстве ВС₁F₁ наблюдается дефицит (точнее, почти полное отсутствие) осыпаемых и гомостильных форм, что было интерпретировано как результат действия гаметофитного гена [10]. В экспериментах с *F. esculentum* получила подтверждение гипотеза Х. Шох-Бодмер, согласно которой несовместимость может определяться морфологическим несоответствием параметров пестика и пыльцевых трубок (последние зависят от размеров пыльцы). В частности, толстые трубки крупной пыльцы не способны эффективно прорасти сквозь плотные ткани пестика короткостолбчатой формы [11].

Крупная пыльца линии С9606 полностью совместима в комбинации *F. esculentum*, Д × С9606 и абсолютно несовместима в комбинации *F. esculentum*, К × С9606. Возможно, эта несовместимость определяется сложением двух факторов – морфологического и гаметофитного. В статье представлены результаты экспериментов, тестирующих эти предположения.

Материал и методы

Экспериментальные подходы

Очень крупная пыльца гибридов F₁ (*F. esculentum* × С9606) *a priori* очень плохо совместима с пестиком короткостолбчатой формы (или ее аналогов по характеристикам пестика) [11]. Поэтому в данной ситуации были использованы специальные приемы, которые должны были а) обеспечить более надежное опыление и более надежный анализ на гибридность потомства и б) ослабить морфологический фактор несовместимости путем введения в генотип гомостильных гибридов минус-аллелей полигенов, влияющих на размер пыльцевых зерен.

Скрещивания проводили вручную, в изолированном помещении, без кастрации. Гибридность потомства определялась с помощью морфологических маркеров.

Растительный материал

1) Короткостолбчатые (К) растения или их аналоги по совместимости пестика:

а) К-растения, маркированные рецессивными мутациями (детерминантность, неотения);

б) гомостильная мутация $GPA \rightarrow GPa$ (короткий пестик + короткие тычинки, гомостилия Гк-типа), в том числе Гк-растение с нерастрескиванием пыльников (генотип мужской стерильности не установлен).

2) В качестве донора минус-аллелей полимерных генов использовали длинностолбчатые (Д) гибриды линии С9139, полученные по схеме: $D \times C9139 \rightarrow F_1$ (самоопыление) $\rightarrow F_2$ (Д) $\times C9139 \rightarrow BC_1$ (самоопыление) $\rightarrow BC_1F_2$ (Д): эти растения использованы для получения гибридов F_1 и BC_1 с линией С9606 *F. homotropicum*.

3) Гибриды F_1 (*F. esculentum* ssp. *ancestrale*, Д, $SHT \times C9606$). Эти гибриды гетерозиготны по гомостилии цветка, но гомозиготны по доминантному гену осыпаемости *SHT*, т.к. скрещиваемые формы дикой гречихи аллельны по осыпаемости [7].

Результаты

Скрещивание 1

♀ *F. esculentum*, К, детерминантность

♂ F_1 [*F. esculentum*, Д (М*) \times С9606], Гд («длинная» гомостилия), опадение семян.

Получено 8 индетерминантных, устойчивых к опадению гибридов, соотношение по типу цветка 5К:3Д. Эффективность гаметофитного гена 100%.

*М - несет минус-аллели генов, влияющих на размер пыльцы

Скрещивание 2

♀ *F. esculentum*, К-гомозигота (GPA/GPA), детерминантность

♂ F_1 [*F. esculentum*, Д \times С9606], Гд, опадение семян.

Получено 8 индетерминантных, устойчивых к опадению гибридов, соотношение по типу цветка 7К: 1 большой (определить тип цветка не удалось). Эффективность гаметофитного гена 100%.

Скрещивание 3

♀ *F. esculentum*, К, неотения, детерминантность

♂ F_1 [*F. esculentum*, Д (М) \times Гд(М), опадение семян], Гд, опадение семян.

Получено 88 растений, в т.ч. 76 негибридных (по маркеру неотения + детерминантность) и 12 гибридных в соотношении 10 устойчивых к опадению (9К : 1Д) и 2 опадающих (1К : 1Гд). Эффективность гаметофитного гена 77%.

Скрещивание 4

♀ *F. esculentum*, Гк (короткая гомостилия), мужская стерильность

♂ F_1 [*F. esculentum*, Д (М) \times Гд(М), опадение семян], Гд, опадение семян.

Получено 64 растения, все Гк-типа, фертильные, устойчивые к опадению семян. Эффективность гаметофитного гена 100%.

Скращивание 5

♀ *F. esculentum*, Гк

♂ F₁ [*F. esculentum* ssp. *ancestrale*, Д × С9606], Гд, опадение семян.

Получено 40 растений, в т.ч. 3 негибридных (устойчивых к опадению, Гк, с 5-6 вегетативными узлами на главном побеге) и 37 гибридных (опадение плодов, позднеспелый морфотип – от 7 до 12 вегетативных узлов на главном побеге, соотношение по типу цветка 19Гк : 18Д).

Эффективность гаметофитного гена 100%.

Скращивание 6 (контроль)

Д (Скороспелая 86) × Гд, опад. F₁ [Д (Дождик) × С9606].

♀ *F. esculentum*, Д (Скороспелая 86)

♂ F₁ [*F. esculentum*, Д (Дождик) × С9606], Гд, опадение плодов.

Получено 164 гибридных растения, в т.ч. 88 устойчивых к опадению (3 Гд : 85 Д) и 76 опадающих (75 Гд : 1Д). Влияние гаметофитного гена не установлено [χ^2 (1опад.:1устойч. к опад.)=0,88; P=0,35].

Обсуждение

Абсолютная несовместимость короткого пестика *F. esculentum* (короткостолбчатость (К), доминантная короткая гомостилия (Гк)) с пыльцой линии С9606 обусловлена сочетанием неоптимального размера пыльцы и активности гена несовместимости гаметофитного типа. Гаметофитный ген блокирует передачу потомству двух тесно сцепленных генов *S4* (гомостилия цветка) и *SHT* (облигатное опадение семян) после опыления цветков короткопестичных растений (несущих доминантный ген *G*) пыльцой гибридов F₁ (*F. esculentum* × *F. homotropicum*). Расщепление по локусам *S4* и *SHT* в потомстве, полученном от скрещивания *F. esculentum* (Д) × F₁, не было искажено в результате действия гаметофитного гена.

Ранее нами был сделан вывод, что гаметофитный ген, ассоциированный с локусом *S4* линии С9139 *F. homotropicum*, представляет собой фрагмент утраченной гаметофитной системы несовместимости [10]. Это была первая подобная находка у представителей таксона, для которого характерна гетероморфная система несовместимости. Обнаружение идентичного гена в геноме линии С9606 *F. homotropicum* подтверждает правильность этого вывода.

По результатам электрофоретического анализа запасных белков, эволюционные линии, представленные образцами С9139 и С9606, более близки между собой, чем каждая из них с *F. esculentum* [12]. В то же время, в ходе видообразования *F. homotropicum* сохранился заметный полиморфизм по запасным белкам, то есть, в данном случае не наблюдаются последствия прохождения предковой популяцией "бутылочного горлышка", что явно имело место при формировании другого автогамного вида гречихи – *F. tataricum* [13-14]. Тем не менее,

линии С9139 и С9606 явно происходят от общего предка, дивергенция которого от *F. esculentum* сопровождалась изменением локализации гена, контролирующего тип цветка [7], и ассоциированного с функциональным геном несовместимости гаметофитного типа, экспрессирующегося в пыльце. Предполагаемый общий предок видов *F. esculentum* и *F. homotropicum* должен был обладать комбинированной системой несовместимости (гетероморфная + гаметофитная). Не исключено, что такие популяции еще можно найти в горах Китая: начать поиск можно с более внимательного анализа образцов *F. esculentum* ssp. *ancestrale* Ohnishi.

Литература

1. Campbell C. Interspecific hybridization in the genus *Fagopyrum* // Proc. 6th Intl. Symp. Buckwheat at Ina. – 1995. – V. 1. – P. 255-263.
2. Fesenko N.N., Fesenko A.N., Ohnishi O. Some genetic peculiarities of reproductive system of wild relatives of common buckwheat *Fagopyrum esculentum* // Proc. 7th Intl. Symp. Buckwheat at Winnipeg. – 1998. – Part 6. – P. 32-35.
3. Wang Y.J., Campbell, C. Interspecific hybridization in buckwheat among *Fagopyrum esculentum*, *F. homotropicum* and *F. tataricum* // Proc. 7th Intl. Symp. Buckwheat at Winnipeg. – 1998. – Part 1. – P. 1-12.
4. Фесенко А.Н., Фесенко, Н.Н. Использование межвидовой гибридизации в селекции гречихи посевной // Докл. РАСХН. – 2002. – №5. – С.11-13.
5. Фесенко А.Н., Фесенко И.Н., Гуринович И.А. «Эволюционный» метод отбора на повышение устойчивости гречихи посевной к инбридингу // Вестник ОрелГАУ. – 2010. – №6. – С. 111-115.
6. Fesenko I.N., Fesenko N.N., Ohnishi O. Compatibility and congruity of interspecific crosses in *Fagopyrum* // Proc. 8th Intl. Symp. Buckwheat at Chunchon. – 2001. – V. 1. – P. 404-410.
7. Fesenko N.N., Fesenko I.N., Ohnishi O. Homostyly of two morphologically different lineages of *Fagopyrum homotropicum* Ohnishi is determined by locus *S4*, which is an *S*-locus related gene in the linkage group #4 // *Fagopyrum*. – 2006. – V. 23. – P. 11-15.
8. Фесенко И.Н. Наследование признаков системы размножения межвидовыми гибридами гречихи (*Fagopyrum* Mill.): специальность 03.00.15 "Генетика": автореф. дисс... на соиск. учен. степ. канд. биол. наук [ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова]. – СПб., 2002. – 19 с. – Библиогр.: с.19.
9. Фесенко И.Н., Фесенко А.Н. Генетический анализ некоторых последствий эволюции дикого автогамного вида *Fagopyrum homotropicum* Ohnishi и возделываемого перекрестноопылителя *F. esculentum* Moench. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – №3(7). – С. 19-25.
10. Фесенко Н.Н., Фесенко И.Н. Функциональные фрагменты реликтовой гаметофитной системы самонесовместимости ассоциированы с локусами, определяющими тип цветка *Fagopyrum esculentum* Moench. (гетеростильный перекрестноопылитель) и *F. homotropicum* Ohnishi (самоопылитель с гомостильными цветками) // Генетика. – 2011. – Т.47. – С. 48–56.
11. Fesenko N.N. Morphological factor in the system of compatibility- incompatibility of *Fagopyrum esculentum* Moench. // Proc. 6th Intl. Symp. Buckwheat at Ina. – 1995. – V. 1. – P. 463-468.
12. Лазарева Т.Н., Фесенко И.Н. Сравнительный анализ спектров запасных белков *Fagopyrum esculentum* и двух морфологически различных линий *F. homotropicum* // Ученые записки ОГУ. Серия естественные, технические и медицинские науки. – 2011. – №3 (41). – С.130-133.
13. Лазарева Т.Н., Фесенко И.Н., Павловская Н.Е. Изменчивость гречихи татарской *Fagopyrum tataricum* Gaertn. по белкам семян, выявляемая электрофорезом в ПААГ // Известия ТСХА. – 2007. – Вып. 3. – С. 93-97.
14. Лазарева Т.Н., Фесенко И.Н. Сравнительный анализ электрофоретических спектров белков семян *Fagopyrum cymosum* Meisn. × *F. tataricum* Gaertn. // Вестник ОрелГАУ. – 2010. – №4 (25). – С. 67-70.

MECHANISMS AND GENETIC CONTROL OF PRE-ZYGOTIC INCOMPATIBILITY OF INTERSPECIFIC CROSS *FAGOPYRUM ESCULENTUM* MOENCH. × *F. HOMOTROPICUM* OHNISHI (ACCESSION C9606).

N.N. Fesenko

I.N. Fesenko

All-Russia Research Institute of Grain Legumes and Groats Crops, 302502 Orel, Russia

E-mail: ivanfesenko@rambler.ru

Abstract: *Pollen of C9606 F. homotropicum is compatible in combination “F. esculentum, long-styled × C9606”, but absolutely incompatible in combination “F. esculentum, short-styled × C9606”. It was shown that the absolute incompatibility of short pistil of F. esculentum (both thrum-morph and dominant short homostyly) with pollen of C9606 (lineage with large flowers and large pollen) is determined by two mechanisms: morphological factors and gametophytic incompatibility gene. The gametophytic gene blocks the transmission of two tightly linked genes S4 (flower homostyly) and SHT (obligate seed shattering) after pollination of short pistils (carrying the dominant gene G) by pollen of F₁ hybrids F. esculentum × C9606. Segregation at loci S4 and SHT in progeny obtained in cross F. esculentum, pin × F₁ was not affected by activity of the gametophytic gene.*

Keywords: *buckwheat, heterostyly, homostyly, gametophytic incompatibility, S-locus.*

УДК 635.658:57

МОРФОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИКОРАСТУЩИХ ВИДОВ

LENS MILL.

А.В. ИКОННИКОВ

ГНУ ВНИИ зернобобовых и крупяных культур

Приведена характеристика дикорастущих видов рода *Lens* по морфологическим признакам и признакам продуктивности, показана модификационная изменчивость хозяйственно-ценных признаков чечевицы.

Ключевые слова: чечевица, дикорастущие виды, коэффициент вариации.

Чечевица – важнейшая бобовая культура, имеющая большое народнохозяйственное значение и пользующаяся спросом на мировом рынке [1]. По различным литературным источникам, содержание белка в зерне чечевицы варьирует в пределах от 22 до 30% [2,3]. Велико и агротехническое значение чечевицы. Как зерновая бобовая культура она обладает способностью в симбиозе с клубеньковыми бактериями фиксировать азот воздуха, вовлекая его в биологический круговорот [4]. Однако площади посевов чечевицы постоянно уменьшаются из-за низкой урожайности и технологичности возделываемых сортов. Одним из путей создания нового исходного материала для селекции может быть использование зародышевой плазмы дикорастущих сородичей.

На данный момент род *Lens* объединяет 7 таксонов: один культивируемый вид *L. culinaris* и шесть дикорастущих видов – *L. orientalis*, *L. nigricans*, *L. odemensis*, *L. ervoides*, *L. lamottei*, *L. tomentosus* [5].

Цель данной работы заключалась в изучении дикорастущих видов чечевицы по основным хозяйственно-ценным признакам.

Материал и методика

Материалом для исследований служили 6 образцов трех видов рода *Lens* коллекции ICARDA: *L.orientalis* ILWL7, *L.orientalis* ILWL11, *L.odemensis* ILWL21, *L.odemensis* ILWL164, *L.tomentosus* ILWL90, *L.tomentosus* ILWL120 и 2 контрольных сорта *L.culinaris* Рауза и Образцов Чифлик 7.

Опыт закладывали вручную, схема размещения растений 30×5см, растения маркировали этикетками, бобы собирали отдельно каждый день по мере созревания. В процессе роста и развития растений проводили фенологические наблюдения.

Структурный анализ растений проводили согласно Методическим указаниям ВИР по изучению зерновых бобовых культур [6].

Математическую обработку данных проводили методами дисперсионного и вариационного анализов по Б.А. Доспехову [7].

Результаты и обсуждение

Было проведено сравнение периода всходы – цветение культурных сортов *L.culinaris* и дикорастущих видов чечевицы (таблица 1). Полностью продолжительность вегетационного периода не определяли из-за растянутости процесса созревания у дикорастущих образцов и растрескиваемости бобов.

В 2009 году период всходы – цветение у дикорастущих видов варьировал от 28 до 32 суток, у контроля он составлял 39 суток у сорта Образцов Чифлик 7 и 41 сутки у сорта Рауза. В 2010 году из-за аномально жарких погодных условий этот период сократился на 3 – 6 дней и составил у дикорастущих видов 26 – 27 суток, а у контрольных сортов 35 – 37 суток.

Таблица 1. Продолжительность периода всходы – цветение у дикорастущих видов чечевицы

Сорт/Вид	Всходы – цветение	
	2009 г.	2010 г.
Рауза	41	37
Образцов Чифлик 7	39	35
<i>L.orientalis</i> ILWL 7	31	27
<i>L.orientalis</i> ILWL 11	30	26
<i>L.tomentosus</i> ILWL 90	29	26
<i>L.tomentosus</i> ILWL 120	32	26
<i>L.odemensis</i> ILWL 21	28	26
<i>L.odemensis</i> ILWL 164	31	26

Таким образом, у дикорастущих видов чечевицы период всходы-цветение был короче на 10 – 12 дней, чем у культурных сортов Рауза и Образцов Чифлик 7.

По высоте растений все дикие виды уступали контрольным сортам (таблица 2). Так, например, длина стебля варьировала от 33,5см у сорта Образцов Чифлик 7 до 35,9см у сорта Рауза, в то время как, длина стебля изученных видов не превышала 25,2см.

Таблица 2. Характеристика растений дикорастущих видов чечевицы по морфологическим признакам и продуктивности, среднее за 2009 – 2010 гг.

Сорт/ линия	Длина стебля, см	Число бобов	Число семян	Масса семян, г	Масса 1000 семян, г	Число семян в бобе	K _{хоз} , %
Рауза	35,9	40,9	49,5	2,79	55,9	1,23	44,9
Образцов Чифлик 7	33,5	35,0	57,0	2,45	42,8	1,64	50,2
<i>L.orientalis</i> ILWL7	19,0	37,6	61,3	0,77	12,6	1,66	40,7
<i>L.orientalis</i> ILWL11	25,2	28,4	43,4	0,65	15,3	1,56	36,8
<i>L.odemensis</i> ILWL21	20,0	24,1	37,0	0,37	11,0	1,60	32,9
<i>L.odemensis</i> ILWL164	21,4	29,3	49,4	0,59	12,1	1,72	42,1
<i>L.tomentosus</i> ILWL90	22,8	39,4	52,6	0,56	11,9	1,34	27,4
<i>L.tomentosus</i> ILWL120	23,3	31,5	47,5	0,63	13,1	1,60	31,1

Показатели семенной и биологической продуктивности дикорастущих видов были значительно ниже. По массе семян с растения виды (0,37 – 0,77г) значительно уступали куль-

турным сортам (2,45 – 3,38г). Масса 1000 семян дикорастущих образцов также ниже сортов *L. culinaris*.

Но по признакам число бобов и число семян с растения дикорастущих видов рода *Lens* не уступали культурным сортам. Число семян с растения у дикорастущих видов варьировало от 37,0 до 61,3, у контроля этот показатель составил 49,5 – 57,0 семян на растение.

По числу семян в бобе большинство дикорастущих видов превзошли контрольные сорта. Например, у контроля этот показатель составил 1,23 семени на боб у сорта Рауза и 1,64 семени у сорта Образцов Чифлик 7, тогда как у дикорастущих видов число семян в бобе варьировало от 1,34 у *L. tomentosus* ILWL90 до 1,72 у *L. odemensis* ILWL164

Определение значения коэффициента вариации показало, что к слабоизменчивым ($V < 10\%$) у большинства изучаемых видов относился признак число семян в бобе (таблица 3). Среднеизменчивыми ($V = 10...20\%$) почти у всех видов были признаки длина стебля, число ветвей и масса 1000 семян. Такие признаки как масса растения, число бобов с растения, число семян и масса семян характеризовались сильным модификационным варьированием ($V > 20\%$).

Таблица 3. Коэффициенты вариации хозяйственно ценных признаков дикорастущих видов *Lens*, 2009 – 2010 гг.

Сорт/Линия	Коэффициент вариации, %							
	Длина стебля	Число ветвей	Масса растения	Число бобов	Число семян	Масса семян	Масса 1000 семян	Число семян в бобе
2009								
Рауза	6	24	39	43	37	42	11	13
Образцов Чифлик 7	7	23	39	34	33	39	14	8
<i>L.orientalis</i> ILWL7	13	16	33	39	40	40	9	8
<i>L.orientalis</i> ILWL11	12	19	35	34	37	37	12	8
<i>L.tomentosus</i> ILWL90	16	18	43	63	65	62	25	14
<i>L.tomentosus</i> ILWL120	13	18	44	59	59	68	24	11
<i>L.odemensis</i> ILWL21	16	22	44	54	53	53	10	9
<i>L.odemensis</i> ILWL164	17	21	31	30	32	34	6	7
2010								
Рауза	6	27	27	23	23	21	8	7
Образцов Чифлик 7	11	23	39	42	43	44	6	8
<i>L.orientalis</i> ILWL7	11	18	38	39	40	41	10	6
<i>L.orientalis</i> ILWL11	10	19	40	43	40	37	19	8
<i>L.tomentosus</i> ILWL90	13	25	35	25	36	62	36	16
<i>L.tomentosus</i> ILWL120	5	17	21	32	32	35	9	4
<i>L.odemensis</i> ILWL21	17	23	39	48	48	66	20	13
<i>L.odemensis</i> ILWL164	10	22	18	19	21	29	15	8

Были выявлены различия по коэффициенту вариации между культурными сортами и дикорастущими видами. Длина стебля у сортов характеризовалась слабым модификационным варьированием, у видов этот признак был среднеизменчивым. Признак число ветвей у изучаемых видов отличался средним модификационным варьированием, у сортов он характеризовался высокими коэффициентами вариации.

Из выше сказанного следует, что к отрицательным свойствам дикорастущих видов относятся низкорослость, растрескиваемость бобов, мелкосемянность, низкая продуктивность.

Наряду с отрицательными характеристиками имеются и положительные – это большее число бобов и семян на растении, большее число семян в бобе. Таким образом, дикорастущие виды могут быть использованы в селекции чечевицы для получения ценного исходного материала.

Литература

1. Майорова М.М, Сорокин С.И. Современный уровень и задачи селекции чечевицы (Петровская селекционно-опытная станция) // Материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава и специалистов сельского хозяйства. – Пенза, 1997. – С. 22-24.
2. Бенкен И.И, Волузнева Т.А, Мирошниченко И.И. Активность ингибиторов трипсина и содержание белка в семенах чечевицы и чины // Научно-технический бюллетень ВИР. – 1977. – Вып.73. – С. 29-34.
3. Чернева И.Н. Генетика чечевицы (*Lens culinaris* Medik) // Вопросы генетики, селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур в Поволжье. – Саратов, 1997. – С. 96 – 105.
4. Шевцова Л.П, Марухненко А.И. Зерновая и симбиотическая продуктивность чечевицы на черноземах южных в зависимости от бактериальных препаратов и микроэлиментов // Материалы международной научно-практической конференции «Вавиловские чтения – 2011». – Саратов, 2011.- Издательство «Кубик». – С. 70-73.
5. Суворова Г.Н, Кондыков И.В., Скотникова Е.А., Шпилова Н.А., Яньков И.И. Характеристика дикорастущих видов чечевицы *Lens* Mill // Сборник научных трудов: Научное обеспечение производства зернобобовых и крупяных культур. – Орел, 2004. – С.219 – 225.
6. Методические указания по изучению коллекции мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение / [М.А. Вишнякова, Т.В. Буравцева, С.В. Булынец и др.]; под ред. М.А. Вишняковой. – Санкт-Петербург: ООО «Копи-Р Групп», 2010. – 141 с.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследования: учебные пособия для агрономов специалистов: - 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

MORFOBIOLOGIC CHARACTERISTICS OF WILD-GROWING VARIETIES *LENS* MILL.

A.V. Ikonnikov

The All-Russia Research Institute of Legumes and Groat Crops

Abstract: Characteristics of wild-growing species of genus *Lens* on morphological characters and production characters are resulted, modification variability of economic-valuable attributes of lentil is shown.

Keywords: lentil, wild-growing species, coefficient of variation

УПРАВЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИМ ПОТЕНЦИАЛОМ АГРОЦЕНОЗОВ БОБОВЫХ КУЛЬТУР КАК ФАКТОР РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ И УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Ю.В. КУЗМИЧЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук

С.Н. ПЕТРОВА, доктор сельскохозяйственных наук

ФГБОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет»

Показано, что создание эффективных растительно-микробных симбиозов (РМС) в агроценозах различных сортов зернобобовых культур способствует повышению экологической устойчивости последних, позволяя стабилизировать прибавки урожая за счет возобновляемых природных ресурсов.

Ключевые слова: зернобобовые культуры, сорт, агроценоз, растительно-микробный симбиоз, биологический потенциал, экологическая устойчивость, ресурсосбережение

Хозяйственная деятельность человека нанесла природе возможно непоправимый ущерб, нарушив практически все важнейшие биогеохимические циклы (особенно углерода). С каждым годом глобальная климатическая система и аграрное производство всё меньше синхронизированы между собой, что делает занятие сельским хозяйством всё трудней для фермеров во всем мире [1, 2].

Разрушение стабильности экосистем, в том числе созданных человеком, в связи с растущим применением синтетических удобрений и средств защиты растений, привело к снижению эффективности последних. Более того, реализация высокого потенциала продуктивности современных сортов проблематична в силу их низкой устойчивости к стрессам в условиях интенсификации. Поэтому сельхозпроизводители крайне заинтересованы в создании таких агроценозов, которые из года в год давали бы стабильный урожай при высокой экологической устойчивости растений.

Как известно, устойчивость любой экосистемы, в том числе и агроценоза, прямо связана с силой взаимосвязи между соседними видами, которую осуществляют микроорганизмы [3]. Последние являются донорами адаптивно значимых функций для растений, поскольку приспосабливаются к условиям изменяющейся окружающей среды в десятки тысяч раз быстрее [4, 5]. Тем не менее, в процессе своей хозяйственной деятельности мы не учитываем колоссальный биологический потенциал почвы, в 1 г которой находится несколько млрд. живых микроорганизмов, погибающих от средств химизации.

Ведь с позиций производства продовольствия, рост урожайности растений без почвенных микроорганизмов просто невозможен. Во-первых, в результате микробиологической деятельности растение получает необходимый для фотосинтеза углерод, который в атмосфере содержится в недостаточном количестве [6]. Во-вторых, микробиологическая активность почвы главным образом определяет ее плодородие. К тому же используя уникальные способности микробов и растений, мы можем снизить затраты на производство растениеводческой продукции [7, 8]. Речь идет о различных видах растительно-микробных симбиозов, благодаря которым повышается обеспеченность растений основными элементами минерального питания, необходимыми для продукционного процесса, при экономии ресурсов на производ-

стве и внесении удобрений. Следовательно, чем лучше условия мы создадим для активной микробиологической деятельности, чем больше бактерий будет в почве, тем устойчивее агроценоз, выше урожай и ниже затраты.

В этой связи необходимо внедрение перспективных сортов и адаптивных технологий на основе регуляции растительно-микробных взаимодействий (РМВ), что позволит нивелировать последствия интенсификации при снижении экономических рисков.

Подтверждением выдвинутых положений являются результаты наших исследований, посвященных изучению влияния интродукции различных групп почвенных микроорганизмов на реализацию биологического потенциала зернобобовых культур, в агроценозах которых эколого-стабилизирующая роль РМВ проявляется наиболее ярко в связи с более высокой их симбиотрофностью.

Исследования проводились в 2007-2010 гг. в Орловском государственном аграрном университете в рамках совместной с ВНИИ зернобобовых и крупяных культур научно-исследовательской программы, поддержанной Российским фондом фундаментальных исследований (Грант РФФИ офи-ц 08-04-13565).

Объектом исследований служили три сорта гороха посевного с различной архитектурой листа (Спартак «гетерофильный», Темп «листочковый» и Фараон «усатый») и два сорта сои (Ланцетная и Свапа).

Опытный материал был выращен в полевом селекционном севообороте, площадь делянки составила 10 м², повторность 4-х кратная, способ посева – рядовой. Размещение делянок рендомизированное.

Почва опытного участка темно–серая лесная среднесуглинистая, подстилаемые лессовидным суглинком, средней окультуренности (среднее содержание гумуса 5,1%, подвижного фосфора – 23,3, обменного калия – 9,7 мг/100 г почвы, рН_{сол} – 5,3, гидролитическая кислотность – 4,4 мг экв/100 г почвы). Предшественник – ячмень. Микрорельеф участка выровненный.

Использовали микробиологические препараты, изготовленные во ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии (г. Санкт-Петербург):

Горох	Соя
<i>R. leguminosarum</i> , шт. 250а	<i>B. japonicum</i> , шт. 626а
<i>R. leguminosarum</i> , шт. 260б	<i>B. japonicum</i> , шт. 634а
<i>R. leguminosarum</i> , шт. 263б	<i>B. japonicum</i> , шт. 645
АМГ*	АМГ
БуС**	БуС

*АМГ – препарат на основе гриба арбускулярной микоризы (*Glomus intraradices*, шт.7)

** БуС – препарат БисолбиСан (*Artrobacter mycorens* 7, *Flavobacterium sp.* L. – 30, *Agrobacterium radiobacter* 204, *Agrobacterium radiobacter* 10, *Bacillus subtilis* Ч-13, *Pseudomonas fluorescens* 2137, *Azospirillum lipoferum* 137)

Штаммами клубеньковых бактерий инокулировали семена из расчета 200 г на гектарную норму семян. БиС опрыскивали всходы растений (10% р-р). Препарат АМГ вносили в почву перед посевом из расчета 5 ц/га.

Метеорологические условия вегетационных периодов 2007-2010 гг. были контрастными. Засушливые условия отмечены в 2007 и 2010 годах, причем 2010 г. характеризовался

экстремально жарким летом. Наиболее благоприятным для роста и развития растений были 2008 и 2009 годы.

Исследования проводились как по общепринятым, так и с использованием современных инструментальных методов анализа.

Согласно полученным нами результатам, при формировании эффективного симбиоза с полезной почвенной микрофлорой растения зернобобовых культур отличались большей экологической приспособленностью, в частности засухоустойчивостью. Так, например, колонизация корней растений сои ассоциативными и фосфатмобилизующими микроорганизмами в засушливые годы способствовала повышению продуктивности агроценозов сои на 4-58% в зависимости от сорта и микробного препарата (табл. 1).

Таблица 1. Относительные прибавки урожайности сортов сои в разные годы исследований, %

Варианты	2007 г.		2008 г.		2010 г.	
	Свапа	Ланцетная	Свапа	Ланцетная	Свапа	Ланцетная
1. Контроль	-	-	-	-	-	-
2. Шт. 645 б	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	13,6
3. Шт. 626 а	8,0	4,8	0,3	27,1	15,7	10,9
4. Шт. 634 а	0,0	0,0	0,0	20,0	12,6	6,8
5. БиС	4,8	6,5	0,0	20,6	24,6	58,5
6. АМГ	23,7	23,4	0,0	27,1	22,4	5,4

Продуктивность гороха в данных вариантах в экстремально засушливом 2010 году повышалась от 3 до 109%, соответственно (табл. 2).

Таблица 2. Относительные прибавки урожайности сортов гороха в разные годы исследований, %

Варианты	Годы исследований		
	2008	2009	2010
Спартак			
1. Контроль	-	-	-
2. Шт. 250 а	0,0	33,5	6,4
3. Шт. 260 б	0,0	0,0	0,0
4. Шт. 263 б	0,0	41,3	68,1
5. БиС	0,0	41,1	109,6
6. АМГ	4,9	39,0	54,3
Темп			
1. Контроль	-	-	-
2. Шт. 250 а	0,0	0,0	0,0
3. Шт. 260 б	0,0	36,6	20,6
4. Шт. 263 б	0,0	9,0	12,4
5. БиС	3,4	0,0	0,5
6. АМГ	2,2	0,0	2,9
Фараон			
1. Контроль	-	-	-
2. Шт. 250 а	35,9	14,3	18,6
3. Шт. 260 б	5,6	0,0	0,0
4. Шт. 263 б	0,0	16,2	69,8
5. БиС	40,4	2,4	0,5
6. АМГ	36,9	0,0	3,5

Причинами индукции у сортов зернобобовых культур стрессовой устойчивости могло быть обеспечение дополнительными ресурсами питания и энергии, продуцирование антаго-

нистов стрессового фитогормона АБК, а также улучшение водоснабжения при симбиотических взаимодействиях с микроорганизмами [9, 10].

Клубеньковые бактерии также играли немаловажную роль в адаптации растений бобовых к условиям выращивания, способствуя повышению урожайности в засушливые годы от 6 до 69% в зависимости от культуры, сорта и микробного препарата.

В среднем за годы исследований урожайность зернобобовых культур при формировании эффективных РМС повышалась на 26 – 50%, достигая у сои и гороха 2,9 и 4,5 т/га, соответственно, при этом доля азота воздуха в урожае составляла 40 и 70%, что было обусловлено активизацией азотфиксирующей функции растений.

Более того создание эффективных в хозяйственном плане симбиозов способствовало повышению рентабельности производства зерна гороха в 1,2 – 2,6 раза при снижении себестоимости 1 т зерна в 1,1 – 1,4 раза, причем экономия материальных ресурсов за счет азотфиксации достигала 1,8 тыс. руб./га (табл. 3).

Таблица 3. Экономическая эффективность возделывания различных сортов гороха, среднее 2008-2010 гг.

Варианты	Производственные затраты, тыс. руб.	Себестоимость 1 т зерна, тыс. руб.	Чистый доход, тыс. руб.	Рентабельность, %
Спартак				
1. Контроль	11,29	3,53	8,16	72,3
2. Шт. 250а	11,60	3,31	9,65	83,2
3. Шт. 260б	11,52	3,87	6,61	57,3
4. Шт. 263б	11,75	2,58	15,86	135,0
5. БиС	11,57	2,63	15,08	130,2
6. АМГ	13,67	3,30	11,42	83,6
Темп				
1. Контроль	11,27	3,66	7,46	66,2
2. Шт. 250а	11,51	3,97	6,14	53,3
3. Шт. 260б	11,61	3,23	10,24	88,2
4. Шт. 263б	11,57	3,50	8,54	73,8
5. БиС	11,39	3,66	7,52	66,0
6. АМГ	13,49	4,64	4,22	31,2
Фараон				
1. Контроль	11,19	4,37	4,42	39,4
2. Шт. 250а	11,54	3,72	7,31	63,3
3. Шт. 260б	11,46	4,56	3,85	33,6
4. Шт. 263б	11,65	3,03	11,70	100,5
5. БиС	11,36	3,97	6,05	53,3
6. АМГ	13,47	4,93	3,16	23,5

В свою очередь, регуляция РМВ в агроценозах сои обеспечила повышение чистого дохода на 9 – 24% по сравнению с контролем, при этом реализация азотфиксирующего потенциала растений позволила снизить затраты, связанные с внесением минеральных азотных удобрений на 1,5 – 2,9 тыс. руб./га (табл. 4).

Таблица 4. Экономическая эффективность возделывания различных сортов сои, среднее 2007, 2008, 2010 гг.

Экономические показатели	Контроль	БиС	АМГ	Шт. 645б	Шт. 626а	Шт. 634а
Свапа						
Производственные затраты, тыс. руб.	6,66	6,78	8,95	6,91	6,93	6,96
Себестоимость 1 т продукции, тыс. руб.	2,55	2,60	3,12	2,83	2,66	2,47
Чистый доход, тыс. руб.	14,45	14,34	14,26	12,86	14,18	15,78
Рентабельность, %	217,1	211,5	159,3	186,2	204,6	227,0
Ланцетная						
Производственные затраты, тыс. руб.	6,63	6,80	8,96	6,93	6,96	6,97
Себестоимость 1 т продукции, тыс. руб.	2,73	2,46	3,04	2,66	2,45	2,42
Чистый доход, тыс. руб.	13,06	15,61	14,89	14,17	15,99	16,32
Рентабельность, %	196,8	229,5	166,0	204,5	229,7	234,2

Важно отметить, что регуляция РМВ в агроценозах бобовых обеспечивала главное условие ресурсосберегающих технологий в растениеводстве – экономию энергетических затрат на единицу продукции.

Таким образом, управление биологическим потенциалом живых компонентов агроценозов зернобобовых культур является принципиально важным условием повышения устойчивости последних для получения стабильного урожая экологически безопасного растительного белка при снижении ресурсозатрат.

Литература

1. Яншин А.Л. Потепление климата и другие глобальные экологические проблемы на пороге XXI века // Экология и жизнь. – №1. – 2001.
2. Lester R. Brown. The New Geopolitics of Food // Foreign Policy, May-June, 2011.
3. Заварзин Г.А. Микробы держат небо // Наука из первых рук. – 2004. – №1(2). – С. 20-28.
4. Проворов Н.А., Тихонович И.А. Эколого-генетические признаки селекции растений на повышение эффективности взаимодействия с микроорганизмами // Сельскохозяйственная биология. – 2003. – №3. – С. 11-23.
5. Пеневич А.В. Микробиология. Биология прокариотов: учебник в 3 т. Т 1. – Спб.: Изд-во С.-Пб. ун-та, 2007. – 331с.
6. Слащинин Ю.И. Удобрения делай сам, или кругооборот высоких урожаев. - Санкт-Петербург: Реал, 1996. – 63 с.
7. Кузмичева Ю. В. Энергосберегающие приемы повышения продуктивности сортов гороха посевного (*Pisum sativum* L.) на основе растительно-микробных взаимодействий. Автореф. дисс... канд. с.-х. наук. – Орел, 2011. – 22 с.
8. Петрова С.Н. Ресурсосберегающая роль растительно-микробных взаимодействий в растениеводстве: Автореф. дисс... докт. с.-х. наук. Орел, 2011. – 41 с.
9. Белимов А.А. Взаимодействие ассоциативных бактерий и растений в зависимости от биотических и абиотических факторов: Автореф. дисс... докт. биол. наук. – Санкт-Петербург, 2008. – 46 с.
10. Юрков А.П., Якоби Л.М., Степанова Г.В., Дзюбенко Н.И., Проворов Н.А., Кожемяков А.П., Завалин А.А. Эффективность инокуляции грибом *Glomus intraradices* и внутривидовая изменчивость растений люцерны хмелевидной по показателям продуктивности и микоризообразования // С.-х. биология. – 2007. – №5. – С. 67-74.

MANAGEMENT OF BIOLOGICAL POTENTIAL OF LEGUME CROP AGROCE- NOSES AS A FACTOR OF RESOURCE AND STABILITY OF PLANT INDUSTRY

Y.V. Kuzmicheva, S.N. Petrova

Orel State Agrarian University

Abstract: *It is shown that the establishment of effective of plant-microbe symbioses (PMS) in agrocenoses of different varieties of legume crops contributes to improving the environmental sustainability of the latter, allowing stabilize yield increase at the expense of renewable natural resources.*

Keywords: *legumes, cultivar, agrocenosis, plant-microbe symbiosis, biological potential, environmental sustainability, resource.*

УДК 635.655:631.5

ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ СОРТА КРАСИВАЯ МЕЧА НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ И НЕТРАДИЦИОННЫХ ТЕХНОГЕННЫХ РЕСУРСОВ

А.С. АКУЛОВ, кандидат сельскохозяйственных наук

ГНУ ВНИИ зернобобовых и крупяных культур

В статье приведены результаты исследований по разработке технологии возделывания сои сорта Красивая Меча на основе использования биологических и нетрадиционных техногенных ресурсов. Дана экономическая эффективность энергосберегающей технологии.

Ключевые слова: *сорт, соя Красивая Меча, способы посева, нормы высева, инокуляция, клубеньковые бактерии, минеральные удобрения.*

Соя – уникальная сельскохозяйственная культура. Она отличается высоким содержанием белка, практически идентичного белкам животного происхождения и насыщенных фосфатами растительных жиров. По своей питательной ценности соя не имеет конкурентов среди возделываемых сельскохозяйственных культур. Однако производство ее в России осуществляется в ограниченном объеме. В настоящее время ежегодные валовые сборы составляют в среднем 600...750 тыс. тонн. Низкий уровень агротехники сои является причиной невысокой урожайности, незначительных посевных площадей и валовых сборов ее в нашей стране.

Программой «Развитие производства сои на 2010...2012 гг. и период до 2020 г.» предусматривается увеличение посевных площадей сои в России до 6 млн. га, производство сои – на уровне 12 млн. тонн [1].

В последние годы селекционерами ВНИИЗБК созданы скороспелые сорта, адаптированные не только к климатическим условиям, но и имеющие нейтральную фотопериодическую реакцию. Опыт возделывания их в научно–исследовательских учреждениях и хозяйствах Орловской и смежных с ней областях показывает, что вполне реально получение урожаев 2,0...2,5 т/га семян. Однако, имеют место существенные колебания урожайности по годам, обусловленные рядом биологических особенностей сои, определяющих приемы ее возделывания. Прорастание семян и появление всходов очень ответственные периоды в жизни растений сои, поскольку она относится к группе теплолюбивых культур с повышенными требо-

ваниями к теплу и влаге после посева. Указанные свойства, замедленный рост в начале вегетации определяют необходимость создавать путем высококачественной предпосевной обработки почвы, семян, своевременного посева и ухода за растениями оптимальные условия для дружного появления всходов с желаемой густотой стояния, формирования чистых от сорняков высокопродуктивных агроценозов. Исследования по решению данных проблем проводятся на фоне оптимального питания растений на основе внесения в почву расчетных доз минеральных удобрений на планируемый урожай, инокуляции семян активными штаммами клубеньковых удобрений (№ 645, 634) с использованием широкорядного подгребневого способа посева, фиксированной технологической колеи.

Цель исследований - разработать сортовую агротехнику для нового сорта сои Красивая Меча, адаптированную к неблагоприятным условиям среды.

Методика и условия проведения исследований

В пятифакторном опыте в 2010...2012 годы, изучались: сорт сои Красивая Меча, контролем был районированный сорт Свапа; способы посева (широкорядный подгребневой, рядовой), нормы высева: 400, 500, 600 тыс. всхожих семян при широкорядном посеве, 600, 700, 800 тыс. всх. семян при рядовом посеве: инокуляция семян активными клубеньковыми бактериями и расчетная доза минеральных удобрений на планируемый урожай 3 т./га. Схема полевого опыта представлена в таблице 3. Повторность опыта четырехкратная. Размещение вариантов систематическое. Посевная площадь делянки 50 м², учетная – 45 м².

В течение вегетационного периода проводилось, в зависимости от варианта, боронование посевов – разрушение гребней, вносились гербициды: в 2010 году Центурион 0,8 л/га против злаковых сорняков, Базагран 2,9 л/га против двудольных сорняков, инсектицид Самум 0,6 л/га против черной тли, в 2011 году – Пульсар 1л/га, в 2012 году – противозлаковый гербицид Шеврон 0,5 л/га и против двудольных сорняков Пульсар 1л/га, кроме того, на широкорядных посевах – 2 междурядные обработки с подокучиванием растений сои.

Результаты исследований обрабатывались методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову[2].

Опыт закладывался в севообороте лаборатории агротехнологий и защиты растений. Предшественник - озимая пшеница.

Зяблевая вспашка проводилась в сентябре на глубину 23...25 см. Почва темно–серая лесная, среднекультуренная. Рельеф слабо выражен. Агрохимический анализ показал, что почва – слабо кислая – рН_{сол.} 5,1...5,2, обеспеченность легкогидролизуемым азотом низкая – 9,8...10,8 мг на 100 г. почвы, содержание фосфора высокое 15,1...18,0 мг на 100 г. почвы, калия - от среднего – 10,1 до повышенного - 14,1 мг/100 г. почвы. Гумуса содержалось 4,36...4,80 %.

Погодные условия в годы проведения исследований были различными, если 2010 г. характеризовался дефицитом влаги, осадков выпало за вегетационный период 44,9 % от среднемноголетней нормы, то в 2011 году с конца июля и по 1 декаду сентября выпала практически двойная норма осадков, 2012 год был промежуточным, в мае, июле и сентябре осадков выпадало меньше среднемноголетней нормы, июнь и август отличались обильными осадками (табл.1).

Таблица 1. Метеорологические условия в период вегетации сои

Месяцы	Средняя температура воздуха, °С				Осадки, мм			
	средне-много-летнее	2010 г.	2011 г.	2012 г.	средне-много-летнее	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Май	13,8	17,1	15,6	16,8	50,7	43,8	27,2	15,9
Июнь	16,8	21,0	19,4	17,7	72,4	31,9	64,5	93,6
Июль	17,6	25,1	22,2	21,3	80,5	19,8	143,7	59,5
Август	17,0	23,8	18,2	18,7	65,4	25,3	126,8	70,5
Сентябрь	11,6	13,7	12,6	13,6	51,9	62,7	40,1	27,3

Средняя температура воздуха в годы исследований была выше среднемноголетней на 1,2...7,5 °С.

Благоприятные условия для посева сои сложились во второй декаде мая, почва прогрелась на глубине заделки семян до 14...16 °С.

Полная спелость у сорта Красивая Меча в 2010 году наступила 19.08, в 2011 году – 14.09, в 2012 – 2.09, у Свапы соответственно 6.09, 23.09. и 12.09. Вегетационные периоды у Красивой Мечи составили: в 2010 году 93 дня, в 2011 году – 118 дней, 2012 – 109 дней, у Свапы – 111, 128 и 119 дней.

Результаты исследований и их обсуждение

В литературе нет единого мнения об эффективности рядового или широкорядного способов посева сои. Исследования многих научных учреждений и производственная практика показывают, что способ посева сои в значительной степени определяется плодородием почвы и биологическими особенностями возделываемых сортов, системой машин. На почвах менее плодородных предпочтение отдается размещению сои в широкорядных посевах, на плодородных черноземах с легким механическим составом, с более высокой окультуренностью хорошие результаты можно получить при рядовом посеве [3].

Опытным путем установлено, что на среднеокультуренных почвах наиболее высокий урожай с гектара получается при площади питания одного растения 225 см² и формы приближенной к квадрату [4].

Защитники широкорядных посевов больше склоняются в пользу однострочных посевов через 45 см. По сообщению Дозорова А.В., Ермошкина Ю.В. [5] при этой схеме посева накапливается больше сухого вещества по сравнению с другими аналогичными посевами. В опытах Махонина В.П. [6] продуктивность однострочного посева с междурядьями 45 см была на 16...27% выше, чем при выращивании сои рядовым способом (15см). Аналогичные данные получены в опытных посевах Куликова Н.И., Овсянникова В.А. (2000); Рыженко В.Х. Рыженко С.Н., Вороновой Е.А. [7], где превышение урожайности в посевах с междурядьями 45 см составило 2,4...2,9 ц/га.

В наших работах в прошлые годы выявлен наиболее эффективный широкорядный подгребневой способ посева [8]. Установлено, что в 2010 году подгребневой широкорядный способ посева обеспечил наиболее благоприятные условия для сохранения почвенной влаги в зоне расположения семян и полнота всходов здесь была наибольшей – 89,2...98,0% (табл.2).

Рядовой способ посева значительно уступал по полевой всхожести и обеспечил прорастание 73,5...90 % семян.

В 2011 году вопрос сохранения влаги не был таким актуальным и наблюдалась обратная картина – полнота всходов при рядовом посеве составила 76,8...90,8%, при широкорядном 60,5...79,0%.

В 2012 году как широкорядный, так и рядовой посева существенно не отличались по полноте всходов, особенно по сорту Красивая Меча, однако, следует отметить, что при рядовом посеве растения были разновозрастными из-за недружного появления всходов.

В среднем за три года отмечена тенденция большей полноты всходов при широкорядном посеве по сравнению с рядовым.

Таблица 2. Полнота всходов сои в зависимости от технологии ее возделывания

№ п/п	Сорт, способ посева, норма высева, фактор А.	Фон питания, фактор В.						Среднее	
		без удобрений			N ₃₉ P ₅₇ K ₅₇			Тыс. шт. на 1 га	%
		2010 г.	2011 г.	2012 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.		
1.	Свапа, широкорядный подгребневой, 600 тыс. всх. семян/га	587	510	334	503	447	333	452	75,3
2	Свапа, рядовой, 800 тыс. всх. семян/га	706	696	692	734	726	346	650	81,2
3	Красивая Меча, широкорядный подгребневой, 400 тыс. всх. семян/га	330	357	387	380	316	400	362	90,5
4	Красивая Меча, широкорядный подгребневой, 500 тыс. всх. семян/га	406	380	466	487	310	407	409	81,8
5	Красивая Меча, широкорядный подгребневой, 600 тыс. всх. семян/га	596	400	600	580	363	516	509	84,8
6	Красивая Меча, рядовой, 600 тыс. всх. семян/га	420	406	552	512	532	548	495	82,5
7	Красивая Меча, рядовой, 700 тыс. всх. семян/га	546	452	528	632	600	634	565	80,7
8	Красивая Меча, рядовой, 800 тыс. всх. семян/га	600	668	720	574	614	774	658	82,2

Сравнивая сорта сои, следует отметить, что сорт Свапа, отличающийся большей крупностью семян, уступал Красивой Мече по полноте всходов в среднем за три года на 5,6%. Это обусловлено, вероятно, большей потребностью во влаге для прорастания и ее дефиците.

Как и все зернобобовые культуры, соя является средообразующей культурой из-за ее способности к симбиотической азотфиксации, эффективность которой зависит как от наличия благоприятных почвенно-климатических условий, так и от комплементарности генотипа макросимбионта – данного сорта сои и микросимбионта – данного штамма клубеньковых бактерий. Поэтому приемы технологии должны быть направлены на создание благоприятных условий для развития растений и на повышение эффективности симбиоза. Для этого необходимо наличие в почве достаточного количества активных клубеньковых бактерий. С этой целью проводилась обработка семян сои бактериальным удобрением нитрагином.

Погодные условия 2010 г. характеризовались дефицитом влаги и высокой среднесуточной температурой воздуха в течение всего вегетационного периода сои, 2011 и 2012 годы – первой половины этого периода, что отрицательно сказалось на формировании клубеньков, и их количество колебалось от 0 до 8 шт. на 1 растение в среднем за три года (табл. 3).

Таблица 3. Влияние инокуляции семян сои на формирование клубеньков и рост растений (среднее за 2010...2012 гг.)

Сорт, способ посева, норма высева, фактор А	Фон питания, фактор В											
	без удобрений						N ₃₉₋₅₇ P ₅₇₋₈₁ K ₅₇₋₈₁					
	Обработка семян, фактор С											
	не обработаны			инокулированы			не обработаны			инокулированы		
Кол. клуб. с 1 раст. шт.	Масса клуб. с 1 раст., Г	Высота растения, см	Кол. клуб. с 1 раст. шт.	Масса клуб. с 1 раст., Г	Высота растения, см	Кол. клуб. с 1 раст. шт.	Масса клуб. с 1 раст., Г	Высота растения, см	Кол. клуб. с 1 раст. шт.	Масса клуб. с 1 раст., Г	Высота растения, см	
Свапа, широко-рядный подгребневой, 600 тыс. всх. семян/га	3,9	0,15	60,5	2,7	0,13	53,4	4,4	0,12	62,5	4,7	0,17	58,9
Свапа, рядовой, 800 тыс. всх. семян/га	4,3	0,25	59,2	7,6	0,21	55,2	6,1	0,22	56,4	7,8	0,31	59,1
Красивая Меча, широко-рядный подгребневой, 400 тыс. всх. семян/га	2,0	0,12	46,7	5,5	0,30	49,8	3,6	0,13	50,8	2,7	0,17	53,6
Красивая Меча, широко-рядный подгребневой, 500 тыс. всх. семян/га	0,9	0,08	55,1	4,5	0,29	48,8	0,9	0,10	53,5	2,4	0,10	51,7
Красивая Меча, широко-рядный подгребневой, 600 тыс. всх. семян/га	1,4	0,10	51,1	3,1	0,13	56,5	1,2	0,11	50,1	2,0	0,19	52,2
Красивая Меча, рядовой, 600 тыс. всх. семян/га	0,7	0,04	49,1	5,6	0,32	51,2	3,7	0,13	47,1	1,1	0,11	49,4
Красивая Меча, рядовой, 700 тыс. всх. семян/га	1,4	0,04	53,0	2,7	0,09	49,3	1,3	0,9	48,1	1,0	0,5	49,2
Красивая Меча, рядовой, 800 тыс. всх. семян/га	1,5	0,15	48,9	4,0	0,16	52,5	0,9	0,08	50,2	0,7	0,11	49,7

Колебание их по вариантам было незначительным, отмечена лишь тенденция увеличения количества клубеньков при инокуляции семян на неудобренном фоне. Как инокуляция, так и внесение минеральных удобрений в условиях недостатка влаги не оказали положительного влияния на рост растений.

Структурный анализ снопового материала свидетельствует о том, что количественные характеристики растений сои изменялись в зависимости от агроприемов. Индекс урожая или коэффициент хозяйственной интенсивности, масса семян с одного растения возрастали в ва-

риантах с минимальной нормой посева, широкорядным способом посева на 1 ...60 % (табл.4).

Высота прикрепления нижнего боба колебалась в зависимости от сорта, способа посева, нормы высева. Если у сорта Свапа, в среднем за три года, она была в пределах от 15,2 до 19,4 см, то у Красивой Мечи – 11,1...18,9 см, что на 0,5...4,1 см ниже. Отмечена тенденция увеличения высоты прикрепления нижнего боба при возрастании нормы высева семян, при широкорядном способе посева по сравнению с рядовым.

Таблица 4. Влияние различных агроприемов на количественные признаки элементов структурного анализа снопового материала (сред. за 2010...2012 гг.)

№	Сорт, способ посева, норма высева, фактор А	Фон питания, фактор В											
		не удобренный						N ₃₉₋₅₇ P ₅₇₋₈₁ K ₅₇₋₈₁					
		обработка семян											
		не обработанные			инокулированные			не обработанные			инокулированные		
		коэф. хоз. интенсивности	высота прикрепления нижнего боба, см	масса семян с 1 растения, г	коэф. хоз. интенсивности	высота прикрепления нижнего боба, см	масса семян с 1 растения, г	коэф. хоз. интенсивности	высота прикрепления нижнего боба, см	масса семян с 1 растения, г	коэф. хоз. интенсивности	высота прикрепления нижнего боба, см	масса семян с 1 растения, г
1	Свапа, широкорядный подгребневой, 600 тыс. всх. семян/га	0,37	18,3	4,74	0,33	19,0	6,31	0,35	19,4	7,20	0,35	16,0	6,53
2	Свапа, рядовой, 800 тыс. всх. семян/га	0,36	17,4	4,02	0,37	15,2	5,53	0,33	16,3	5,3	0,33	17,5	6,38
3	Красивая Меча, широкорядный подгребневой, 400 тыс. всх. семян/га	0,33	16,1	5,53	0,34	17,2	6,53	0,36	14,9	5,92	0,34	15,4	7,66
4	Красивая Меча, широкорядный подгребневой, 500 тыс. всх. семян/га	0,35	18,1	4,41	0,34	18,9	5,42	0,36	15,6	5,92	0,29	13,3	4,21
5	Красивая Меча, широкорядный подгребневой, 600 тыс. всх. семян/га	0,39	16,8	4,57	0,32	16,5	5,15	0,37	13,7	5,35	0,34	17,1	5,41
6	Красивая Меча, рядовой, 600 тыс. всх. семян/га	0,37	11,1	6,89	0,36	11,1	5,03	0,33	15,8	5,68	0,33	14,9	5,97
7	Красивая Меча, рядовой, 700 тыс. всх. семян/га	0,34	18,5	6,19	0,33	15,2	5,04	0,35	15,4	6,89	0,33	13,6	5,72
8	Красивая Меча, рядовой, 800 тыс. всх. семян/га	0,33	17,6	5,12	0,32	17,9	4,05	0,36	13,2	4,04	0,34	15,7	5,61

Сорт Свапа превзошел Красивую Мечу по продолжительности периода вегетации на две недели, а по урожайности в среднем за три года на 0,24...0,42 т/га (таблица 5, рисунок).

Таблица 5. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность сои (2010...2012 гг.)

Варианты			Урожайность, т/га				Прибавка ± по фактору		
Сорт, способ посева, норма высева, ФА	Фон питания, ФВ	Обраб. семян, ФС	2010 г.	2011 г.	2012 г.	Среднее	А	В	С
инок.	1,23	3,28	2,07	2,19	+0,24				
без обр.	1,33	2,75	2,27	2,12	+0,13	-			
инок.	1,36	3,11	2,37	2,28		+0,16			
Свапа, рядо- вой, 800 тыс. всх. семян/га	без удобрений	без обр.	1,22	2,53	2,14	1,96	-0,08	-	-
		инок.	1,16	2,94	1,77	1,96			0,0
	расчетная доза N ₃₉₋₅₇ P ₅₇₋₈₁ K ₅₇₋₈₁	без обр.	1,32	2,71	2,55	2,19		+0,20	-
		инок.	1,26	3,08	2,03	2,12			-0,07
Красивая Меча, широко- рядный подгребне- вой, 400 тыс. всхожих се- мян/га	без удобрений	без обр.	1,00	2,25	1,26	1,50	-0,41	-	-
		инок.	1,04	2,47	1,58	1,70			+0,20
	расчетная доза N ₃₉₋₅₇ P ₅₇₋₈₁ K ₅₇₋₈₁	без обр.	1,16	2,20	1,64	1,67		+0,12	-
		инок.	1,16	2,30	1,85	1,77			+0,10
Красивая Меча, широко- рядный подгребне- вой, 500 тыс. всхожих се- мян/га	без удобрений	без обр.	1,16	2,27	1,24	1,56	-0,31	-	-
		инок.	1,04	2,76	1,68	1,83			+0,27
	расчетная доза N ₃₉₋₅₇ P ₅₇₋₈₁ K ₅₇₋₈₁	без обр.	1,16	2,33	1,73	1,74		+0,12	-
		инок.	1,18	2,64	1,92	1,91			+0,17
Красивая Меча, широко- рядный подгребне- вой, 600 тыс. всхожих се- мян/га	без удобрений	без обр.	1,16	2,26	1,43	1,62	-0,24	-	-
		инок.	1,16	2,78	1,87	1,94			+0,32
	расчетная доза N ₃₉₋₅₇ P ₅₇₋₈₁ K ₅₇₋₈₁	без обр.	1,14	2,41	1,74	1,76		+0,10	-
		инок.	1,20	2,68	2,10	1,99			+0,23
Красивая Меча, рядо- вой, 600 тыс. всхожих се- мян/га	без удобрений	без обр.	0,79	2,04	1,54	1,46	-0,42	-	-
		инок.	0,92	2,36	1,68	1,65			+0,19
	расчетная доза N ₃₉₋₅₇ P ₅₇₋₈₁ K ₅₇₋₈₁	без обр.	1,04	2,02	1,84	1,63		+0,18	-
		инок.	1,11	2,39	2,09	1,86			+0,23
Красивая Меча, рядо- вой, 700 тыс. всхожих семян/га	без удобрений	без обр.	0,92	2,09	1,41	1,47	-0,40	-	-
		инок.	0,96	2,49	1,88	1,78			+0,31
	расчетная доза N ₃₉₋₅₇ P ₅₇₋₈₁ K ₅₇₋₈₁	без обр.	1,05	1,98	1,76	1,60		+0,09	-
		инок.	1,15	2,38	1,94	1,82			+0,22
Красивая Меча, рядо- вой 800 тыс. всхожих се- мян/га	без удобрений	без обр.	0,92	2,11	1,49	1,51	-0,32	-	-
		инок.	1,00	2,50	1,83	1,78			+0,37
	расчетная доза N ₃₉₋₅₇ P ₅₇₋₈₁ K ₅₇₋₈₁	без обр.	1,00	2,10	1,95	1,68		+0,21	-
		инок.	1,13	2,70	2,22	2,02			+0,34
НСР для частных различий			0,22	0,32	0,24				
ФА			0,12	0,16	0,12				
ФВ и С			0,06	0,08	0,06				

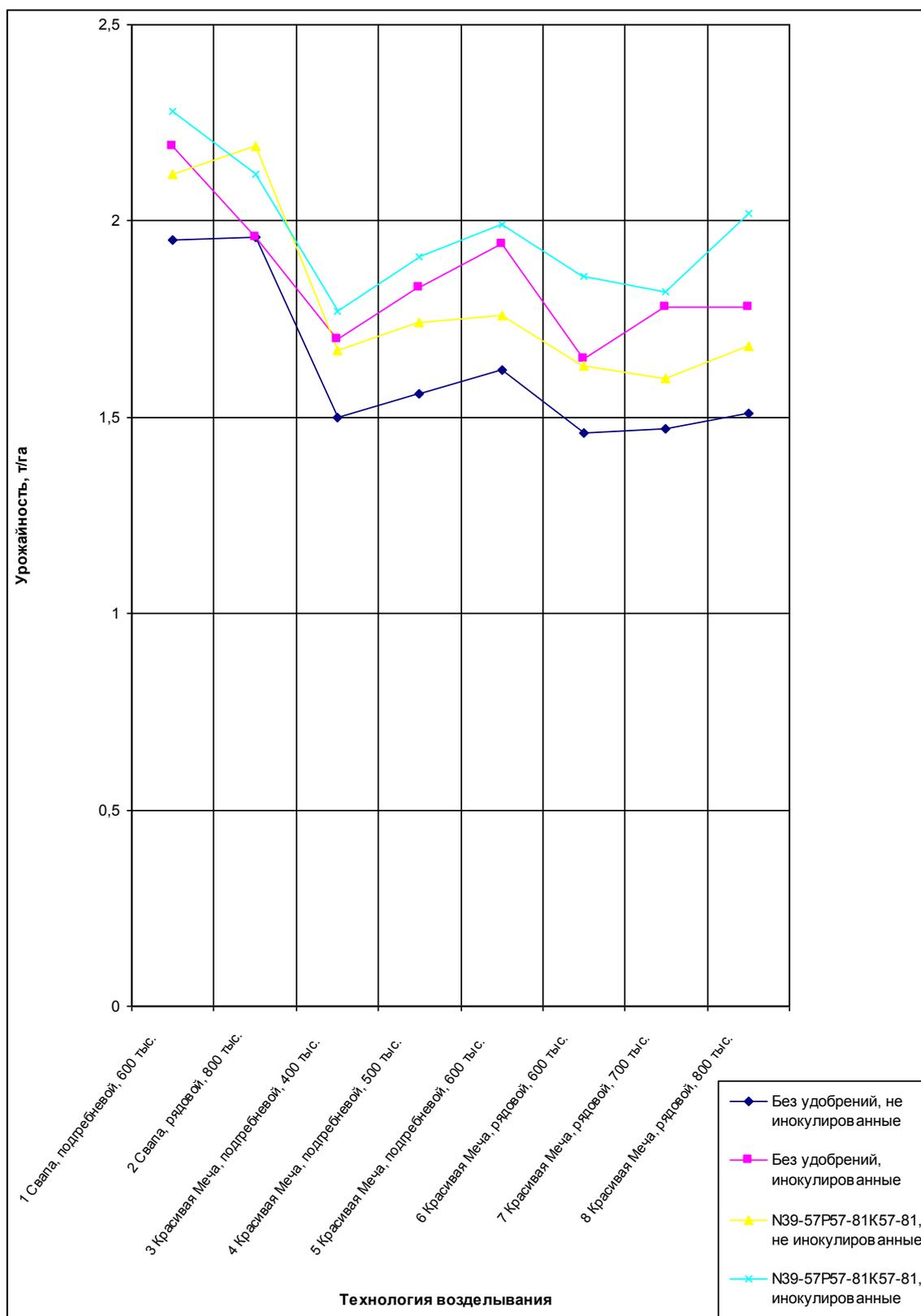


Рисунок. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность сои, т/га (в среднем за 2010...2012 гг.)

Следует отметить, что сорт Красивая Меча при широкорядном подгребневом посеве меньше снижала урожайность (на 0,24...0,41т/га), чем при рядовом (на 0,32...0,42 т/га).

Для сорта Красивая Меча оптимальной нормой высева оказалась 600 тыс. всхожих семян при широкорядном посеве и 800 тыс. всхожих семян при рядовом, при этом получен в среднем за три года максимальный урожай семян соответственно 1,83т/га и 1,75 т/га.

Внесение расчетной дозы удобрений под сою обеспечило достоверную прибавку урожая на 0,09...0,21 т/га, в то же время инокуляция семян по эффективности была равна внесению удобрений, а их совместное применение обеспечило получение максимального урожая 2,28т/га Свапы и 2,02т/га Красивой Мечи.

Соя-культура экономически выгодная. На ее возделывание, в зависимости от степени интенсификации, затрачивается 9927-10494 руб/га (табл.6).

Таблица 6. Экономическая эффективность энергосберегающей технологии возделывания сои

Показатели	Технология	
	общепринятая	энергосберегающая
Урожайность, т/га	2,19	2,28
Стоимость валовой продукции, руб/га	43800	45600
Производственные затраты, руб/га	10494	9927
Себестоимость семян, руб/т	4792	4354
Условный чистый доход, руб/га	33306	35673
Уровень рентабельности, %	317,4	359,4

Основная доля затрат при возделывании сои приходится на пестициды, семена, удобрения (80%). Экономическая оценка подтверждает преимущества энергосберегающей технологии, снижение себестоимости семян сои составило 438руб/т, рентабельность увеличилась на 42%.

Таким образом, при современном уровне цен на семена и стабилизации расходов на возделывание, соя является высокодоходной культурой, способной повысить рентабельность растениеводческой отрасли.

Заключение

Сорт сои Красивая Меча уступил стандартному сорту по технологичности и урожайности, однако, одним из его существенных достоинств является то, что он созрел на две недели раньше Свапы, поэтому может быть рекомендован для возделывания в Центральном регионе и как предшественник озимых культур.

Для реализации урожайного потенциала сои целесообразно применять широкорядный подгребневой способ посева с нормой высева 600 тыс. всхожих семян на 1 га, инокуляцию семян активными штаммами клубеньковых бактерий и вносить минеральные удобрения на запланированный урожай.

Разработанная технология обеспечила снижение себестоимости семян сои на 438 руб/т, увеличение рентабельности на 42%.

Литература

1. Павлова Т.И. Чудо культура – «Орловская правда», №153, 2010.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта //М., Агропромиздат, 1985. – 351с.
3. Синеговская В.Т. Фотосинтетическая деятельность посевов и ее влияние на формирование урожая. // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук, 2008. – №2. – С.31-33
4. Чухно Т.В. Площади питания растений сои и способы посева // Науч.-техн. бюлл. ВНИИ сои-Новосибирск, 1977. – Вып.5,6.-С.55-60.
5. Дозоров А.В., Ермошкин, Ю.В. Симбиотическая и фотосинтетическая деятельность сои при разных сроках и способах посева // Зерновое хозяйство, 2007. – №6. – С.30-32.
6. Махонин В.П. Агротехнические приемы возделывания сои в рисовых севооборотах Кубани: Автореф. дис... канд. с.-х. наук. – Краснодар, 1997. – 24с.
7. Рыженко В.Х., Воронова Е.А. Влияние удобрений и норм высева на урожайность семян сои Приморская 69 // Роль научных исследований высших учебных заведений в формировании научно-технического и производственного потенциала региона. – Уссурийск, 2000. – С.105-107.
8. Зотиков В.И., Акулов А.С. Элементы технологии для сортов сои нового поколения // Земледелие, №3, 2010. – С.27-29.

TECHNOLOGY OF CULTIVATION OF SOYA OF VARIETY KRASIVAJA MECCHA ON THE BASIS OF USE OF BIOLOGICAL AND NONCONVENTIONAL TECHNOGENIC RESOURCES

A.S. Akulov

The All-Russia Research Institute of Legumes and Groat Crops

Abstract: *In the article results of researches on working out of technology of cultivation of soya variety of Krasivaja Mecha on the basis of use of biological and nonconventional technogenic resources are presented. Economic efficiency of power saving technology is given.*

Keywords: soya variety Krasivaja Mecha, sowing methods (wide-row, under ridge, drill), seeding rates, inoculation of seeds with active nodule bacteria, calculation dose of fertilizers.

ВРЕДНАЯ ЭНТОМОФАУНА СОЕВОГО АГРОЦЕНОЗА В ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С.Н. ФЕДОРОВА

ГНУ ВНИИ зернобобовых и крупяных культур

Определены вредные членистоногие соевого агроценоза на всех фазах развития культуры и при хранении зерна. Предложены меры защиты сои от комплекса вредных насекомых.

Ключевые слова: агроценоз, вредность, соя, вредители, система защиты.

В Центральном федеральном округе посевы сои занимают в структуре посевных площадей около 100 тыс. га и ежегодно происходит их расширение. Проведенные научные исследования и широкая производственная проверка подтверждают, что в европейской части России сою можно выращивать на площади не менее 5 млн. га, получая около 10 млн. тонн зерна [1,2].

Расширение посевов сои происходит в Орловской области и в 2012 году ее площади достигли более 26 тыс. га. Учеными ВНИИ зернобобовых и крупяных культур, ОрелГАУ разработана технология возделывания, выведены сорта, имеющие спрос далеко за пределами области, используются сорта других регионов и зарубежные (всего в «Государственном реестре...» на 2012 год для пятого региона разрешено использовать 23 сорта сои) [3-5].

Одним из препятствий в получении высоких урожаев этой культуры может стать вредная энтомофауна, которая остается недостаточно изученной для нашего региона. Вне поля зрения остаются вопросы формирования энтомоценоза сои при расширяющихся площадях ее посевов, в условиях изменяющегося климата. Известно, что вредные членистоногие, повреждающие сою могут снизить урожайность на 30-50%, влиять на качество семенного материала, вредить зерну при хранении. Поэтому изучение особенностей формирования вредной энтомофауны соевого агроценоза актуально и позволит целенаправленно обеспечить фитосанитарную устойчивость технологии ее возделывания.

Исследования, проведенные нами по изучению проблемы заселения посевов сои вредными насекомыми, разработка мер контроля за состоянием популяций вредных организмов сои, а также разработка мер предупреждения, ослабления и ликвидации действия вредных биологических факторов на соевый агроценоз позволят предвидеть и избежать значительных потерь урожайности и качества зерна этой ценной культуры.

Место, условия и методика проведения исследований

Изучение вредной энтомофауны соевого агроценоза проводили в 2010-2012 гг. на производственных посевах сои на основе маршрутных исследований в ФГУП «Стрелецкое» РАСХН и НПОЦ «Интеграция» (Орловский район), ЗАО «Агрогарт» (Покровский район), ЗАО «Эксима» (Троснянский район), а также на посевах Шатиловской СХОС Новодеревеньковского и ООО «Дубовицкое» Малоархангельского районов Орловской области.

Индексы встречаемости, общности видового состава, доминирования, преферентности видов и коэффициент размножения определяли по К.К. Фасулати [6].

Результаты исследований и их обсуждение

По нашим наблюдениям, соя в Орловской области повреждается вредными насекомыми на всех стадиях развития. Семена в почве повреждали личинки жуков щелкунов. Соя не является предпочитаемой для них культурой, а засушливые условия 2010-2011 гг. неблагоприятно сказывали

вались на их численности. Нами отмечена единичная численность шелкоу широкого (*Selatosomus latus F.*), который лучше, чем другие виды, переносит засуху. При использовании семян протравленных инсектицидом Круйзер повреждений проволочниками нами не отмечено.

Семядоли и простые листья сои повреждают гусеницы подгрызающих совков и лугового мотылька. Крупные гусеницы совков (озимая *Agrotis segetum Schiff.*, восклицательная *Agrotis exclamation L.*) грубо объедают поверхность семядолей, часто повреждая и уничтожая точку роста и тронувшиеся в рост листья. Численность подгрызающих совков на сое в Орловской области в исследуемые годы была очень низкой.

Луговой мотылек (*Pyrausta (Loxostege) sticticalis L.*) отмечен нами в высокой численности на посевах сои в августе 2011 года в Орловском районе с численностью гусениц локально до 100 экз/м². На участках полей, где численность гусениц была высокой отмечено до 20 экз./м² коконов, ушедших на перезимовку.

Потенциал вредоносности этого вредителя очень высок, следует опасаться «вспышек» увеличения его численности в последующих годах.

Совка-гамма (*Autographa gamma L.*) отмечена на посевах сои в Покровском, Орловском, Троснянском районах с единичной численностью.

В 2011 году в Орловской области на посевах сои, а также на других культурах нами отмечено появление хлопковой совки (*Helicoverpa armigera* (Hbn.)). В нашей зоне предпочитаемым кормовым растением является кукуруза, особенно сахарная. Гусеницы могут быть разного цвета – от бледно зеленого до серо-зеленого и даже красно-бурого (рис.1).



Рис. 1. Различные цветовые морфотипы гусениц хлопковой совки из Орловской области (ориг.).

Из других многоядных вредителей на сое нами отмечены саранчовые и кузнечиковые. Из стадных саранчовых в южных районах области отмечена *Locusta migratoria rossica* Uv.et Zol., которая вместе с итальянской саранчой *Calliptamus italicus italicus L.* способна в сильной степени уничтожать посевы. Их численность относительно невысока и локальна, но потенциал вредоносности по численности, скорости распространения, внезапности появления на посевах высок. Из нестадных саранчовых на посевах сои отмечены кобылки: темнокрылая *Stauroderus scalaris*, чернополосая *Oedaleus decorus* Germ., стройная или, белополосая *Chorthippus albomarginatus* D.G., сибирская *Gomphoceris sibiricus sibiricus L.* Нестадные саранчовые, как правило, в пределах поля распространены в краевых полосах, потенциал их вредоносности заметно ниже, чем стадных.

Вредителями всходов сои в Орловской области также являются клубеньковые долгоносики *Sitona lineatus L.* и *S. crinitus* Hbst. На сое обычны на всходах, особенно, если поле расположено вблизи прошлогодних зернобобовых или многолетних бобовых культур. Растения повреждают

имаго и личинки. Жуки делают погрызы по краям листьев (рис.2), особенно молодых, а личинки питаются бактериальной тканью клубеньков на корнях. Численность на сое в 2010-2012 гг была относительно не высокая, но постоянная.



Рис. 2. Повреждения всходов сои клубеньковым долгоносиком (ориг.).

Также на всходах нами отмечена вредоносность ростковой мухи, повреждающей семя и стебель. Ростковая муха (*Delia platura* Mg.), насекомое семейства настоящих мух. Отмечена в Орловском и Покровском районах. Вредят личинки, повреждая набухшие семена и всходы огурца, гороха, бобов, фасоли, сои, шпината, арбуза, тыквы, свёклы, кукурузы, подсолнечника, хлопчатника и др. (рис.3).



Рис. 3. Повреждения, вызванные личинками Ростковой мухи (ориг.).

При ранней и теплой весне на поздних всходах могут появиться тли-расселительницы нескольких видов. Гороховая тля *Acyrtosiphon pisum* Harris – зимует на двулетних и многолетних бобовых культурах. Люцерновая тля *Aphis craccivora* Koch. - первоначально питается на люцерне, с середины апреля происходит миграция на другие культуры. Большая картофельная тля *Macrosiphum euphorbiae* Thom. встречается повсеместно на посевах сои в Орловской области. Зимуют бескрылые партеногенетические самки на сорняках.

Кроме многоядных вредителей в этот период начинают вредить виды клопов, тлей и клещи. Люцерновый клоп *Adelphocoris lineolatus* Goeze. отмечен повсеместно в Орловской области на посевах сои с численностью до 5 экз./м². Может развиваться на многих культурных и дикорастущих бобовых, а также и на некоторых сложноцветных, капустных и маревых. Похоже вредит свекловичный клоп (*Polymerus (Poeciloscytus) cognatus* Fieb.)

В Орловском и Новодеревеньковском районах отмечены повреждения сои дневной бабочкой семейства нимфалид репейницей, или чертополоховкой, или нимфой чертополоха *Vanessa (Cynthia) cardui* L (рис.4).



Рис. 4. Гусеница репейницы и ее повреждения листьев сои (ориг.).

Бобовая (акациевая) огневка (*Etiella zinckenella*) - многоядный вредитель. Повреждает более 70 видов растений, включая горох, сою, бобы и люпин. Гусеницы питаются внутри боба, грубо объедая семена.

Потери урожая за счет повреждения генеративных органов наблюдаются в результате питания сосущих вредителей на цветках и формирующихся бобах, а гусеницы совок почти полностью съедают семя, вследствие чего снижаются качества семян, их всхожесть и устойчивость к болезням.

В Малоархангельском районе на сое отмечена вредоносность горохового трипса.

Кроме насекомых на сое вредит обыкновенный паутинный клещ (*Tetranychus telarius*, или *T. urticae*), относится к семейству *Tetranychidae*, отряда *Acariformes* класса паукообразных. На сое отмечен в Покровском, Малоархангельском и других районах Орловской области. Интенсивно заселяет посевы сои в июне-июле.

На сое отмечено присутствие насекомых-энтомофагов из семейств кокцинеллиды, сирфиды, хризопы, тахины, некоторые виды наездников и паразитов яиц. Их точные трофические связи и предпочтения в агроценозе сои центральной лесостепи пока остаются не выясненными.

Исходя из видового состава энтомоценоза сои к профилактическим мероприятиям, предупреждающим быстрое распространение и увеличение численности вредных насекомых на сое, следует отнести соблюдение севооборота и размещение по лучшим предшественникам. Следует иметь в виду, что злаковая растительность - неблагоприятный корм для большинства вредителей сои, поэтому зерновые культуры (пшеница, ячмень, овес) считаются наиболее эффективными предшественниками сои. При чередовании сои с зерновыми культурами повреждаемость бобов, например, плодовой жоркой и совками будет заметно снижаться по сравнению с бессменным посевом. Размещение сои после бобовых трав будет, напротив, способствовать распространению насекомых, трофически связанных с бобовыми растениями. На таких участках повреждаемость бобов во много раз выше, чем на изолированных посевах [7].

Эффективность защитных мероприятий против вредителей во многом зависит от характера и сроков основной обработки почвы. Особенно тщательно следует обрабатывать почву из-под многолетних трав.

Важно соблюдать оптимальные сроки посева и норму высева семян. Ослабленные, редкие всходы будут сильнее повреждаться подгрызающими совками, ростковой мухой, клубеньковыми долгоносиками.

В целом же, основу системы защиты сои от вредителей в период увеличения ее площадей составят агротехнические приемы, направленные на создание неблагоприятных условий для

размножения и распространения вредных насекомых и способствующие хорошему развитию растений. Комплекс организационно-хозяйственных мероприятий не оказывает отрицательного действия на полезных насекомых, обитающих в соевом агроценозе.

Проведению химической защиты посевов всегда предшествуют маршрутные обследования и детальные учеты численности вредителей, анализ популяционного состояния (возраст личинок, гусениц, наличие хищных насекомых, зараженность паразитами и энтомопатогенами), использование показателей ЭПВ. По нашим данным эффективным профилактическим химическим мероприятием по защите сои от вредителей и болезней является протравливание семян инсектицидом протравителем Круйзер в норме расхода 1,0 л/т.

Выводы

В условиях увеличения площадей посевов сои формирование вредной энтомофауны идет, в первую очередь за счет видов многоядных вредителей (подгрызающие и листогрызущие совки, луговой мотылек, прямокрылые), олигофагов (клубеньковые долгоносики, клопы, виды тлей), а также видов, вредоносность которых проявляется в большей мере на сое (репейница, акациевая огневка).

Вредные членистоногие соевого агроценоза определяются на всех фазах развития культуры и при хранении зерна: в конце апреля-мае прорастающие семена сои и всходы повреждают личинки щелкунов, подгрызающие совки, ростковая муха. В конце мая-июне растениям сои наносят вред луговой мотылек, репейница, виды клопов, а также появляются тли, паутинный клещ. В конце июня, начале июля начинает вредить второе поколение совок, разные виды клопов, прямокрылые. В конце июля - начале августа на посевах появляются бобовые огневки. В этот период при сухой жаркой погоде может представлять серьезную угрозу паутинный клещ.

Обычными видами для сои на данный период следует считать клубеньковых долгоносиков с заметным индексом доминирования, а также сосущие виды полужесткокрылых и тлевых. Однако наибольшим потенциалом размножения и, следовательно, хозяйственным значением, обладают многоядные вредители – луговой мотылек, акациевая огневка. Если численность первых видов может достигать очень высоких величин, но локально и в отдельные годы, то вредитель семян имеет тенденцию к увеличению численности ежегодно и на всей площади. Среди энтомофагов доминируют кокциnellиды, сирфиды, хризопы, тахины, виды наездников и паразитов яиц.

Меры защиты сои от комплекса вредных насекомых включают профилактические агротехнические мероприятия (соблюдение севооборота, предшественник, обработка почвы), протравливание семян инсектицидом, а также использование инсектицидов и акарицидов в период вегетации при достижении ЭПВ. Мониторинг численности вредных насекомых сои необходимо вести весь период вегетации.

Литература

1. Зотиков В.И. Научное обеспечение производства зернобобовых и крупяных культур в РФ: состояние и перспективы / Зернобобовые и крупяные культуры.- 2013.- №6.- С.10-17.
2. Зотиков В.И. Зернобобовые и крупяные культуры – источник растительного белка. - Орел: ГНУ ВНИИЗБК, 2010.-265 с.
3. Зайцев В.Н., Зайцева А.И. Перспективы селекции сои на севере Центрально-Черноземного региона. //Вестник РАСХН.-2006.-№2.-С.51.
4. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию.Т.1. Сорта растений. - М.:МСХ РФ, ФГУ «Госкомиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений, 2012.

5. Злобин А.С., Вороничев Б.А., Кружков В.В. и др.- Технология возделывания сои в Орловской области. Орел, 2006.-12 с.
6. Фасулати К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных.- М.: Издательство «Высшая школа», 1971.- 424 с.
7. <http://www.agroatlas.ru/ru/content/pests>

HARMFUL ENTOMOFAUNA OF SOYA AGROCENOSIS IN OREL REGION

S.N. Fedorova

The All-Russia Research Institute of Legumes and Groat Crops

Abstract: Harmful arthropods of soya agrocenosis on all phases of development of crop and at grain storage are defined. Measures of protection of soya from complex of harmful hexapods are developed.

Keywords: agrocenosis, harm, soya, pests, protection system.

УДК 631.5:635.651

КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ БОБОВ КОРМОВЫХ НА ЗЕРНО В УСЛОВИЯХ ПРАВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

В.А. САВЧЕНКО

Институт кормов и сельского хозяйства Подолья НААН Украины

Обоснованы основные этапы оценки конкурентоспособности технологии выращивания бобов кормовых на зерно в условиях правобережной Лесостепи Украины. Установлено, что инокуляция семян в сочетании с микро- и макроэлементами и система удобрения, которая включала основное внесение удобрений и применение внекорневых подкормок в критические периоды органогенеза бобов кормовых повышает конкурентоспособность технологии их выращивания.

Ключевые слова: бобы кормовые, урожайность, коэффициент энергетической эффективности, коэффициент энергетической оценки, коэффициент интегральной оценки, коэффициент комплексной оценки на конкурентоспособность.

В мировом земледелии бобы кормовые известны еще за II тыс. лет до н.э., на территории Украины - с IV - V вв. Эту культуру до сих пор выращивают в Китае, Индии, Австралии и странах Европы. Общая площадь под бобами кормовыми в мире составляет около 2,4 млн. га, валовой сбор 3,5 млн. т при урожайности 1,50 т/га [1, 2]. По итогам 2010–2012 годов в Украине бобы кормовые выращивались на площади соответственно 4,6; 3,6 и 3,1 тыс. га, уровень урожая зерна колебался от 1,48 до 1,82 т/га [3, 4, 5]. При выращивании бобов кормовых в благоприятных условиях уровень урожая зерна может достигать 7,0–8,0 т/га. Поэтому современным направлением повышения урожайности зерна сельскохозяйственных культур, в том числе и бобов кормовых, является внедрение технологий выращивания, обеспечивающих максимальную реализацию генетического потенциала продуктивности культур и будут выгодными с точки зрения экономических и энергетических показателей, то есть конкурентоспособными и привлекательными для производства.

В Институте кормов и сельского хозяйства Подолья НААН проведена оценка технологий выращивания на конкурентоспособность многих культур, в частности сои, вики яровой, клевера лугового, люцерны посевной и других. Установлено, что разработка собственно сортовых технологий выращивания этих культур обеспечила комплексный коэффициент конкурентоспособности больше единицы и интенсивное направление их развития [6, 7, 8, 9].

В связи с этим, **целью** наших исследований было разработать сортовую технологию выращивания бобов кормовых на основе совершенствования способа предпосевной обработки семян и системы удобрения и провести объективный и полный анализ смоделированных нами технологий выращивания бобов кормовых на конкурентоспособность.

Материалы и методы исследований

Исследования проводились в течение 2010-2012 гг. в Институте кормов и сельского хозяйства Подолья НААН Украины. Почвы - серые лесные среднесуглинистые на лессе. В опыте изучали действие и взаимодействие двух факторов: А - способ предпосевной обработки, В - внекорневые подкормки. Градация факторов составляла 4x5. Факторы размещались систематическим методом в два яруса. Повторность опыта четырехкратная. Площадь опытного участка - 25 м².

Для предпосевной обработки семян и внекорневой подкормки использовали многокомпонентное удобрение на хелатной основе Рексолин АВС и многокомпонентное органическое удобрение Вермисол. Для бактеризации семян - штамм клубеньковых бактерий *R.leguminosarum* bv. *viceae* Б -9 из коллекции микроорганизмов лаборатории биологического азота и фосфора Института сельского хозяйства Крыма НААН Украины. В основное удобрение вносили минеральные удобрения в норме N₃₀P₆₀K₉₀. Высевали сорт бобов кормовых Визир селекции Института кормов и сельского хозяйства Подолья НААН Украины.

Комплексную оценку конкурентоспособности разработанных технологий выращивания бобов кормовых проводили по методике, предложенной Гарькавым А. Д., Петриченко В. Ф. и Спириным А. В. [10]. Комплексный коэффициент конкурентоспособности базовой технологии принято за 1. Если у новой или усовершенствованной технологии он ≥ 1 - то она конкурентоспособна.

После обоснования базовой и выбора усовершенствованной (новой) технологии оценивают произведенную продукцию на конкурентоспособность. Оценкой конкурентоспособности технологии выращивания является коэффициент комплексной оценки ($K_{кс}^{н-б}$) на конкурентоспособность, учитывающий следующие аспекты технологий: энергетические (коэффициент энергетической оценки ($K_{э}$) и энергетической эффективности ($K_{эм}$)), экономические (коэффициент интегральной оценки (J)).

Кроме того, проведя комплексную оценку технологий на конкурентоспособность мы определяли возможные направления развития технологий выращивания бобов кормовых. По отношению к базовой технологии новая технология может иметь следующие направления развития: интенсивный, экстенсивно-интенсивный и экстенсивный.

Результаты исследований

При проведении оценки на конкурентоспособность технологии выращивания бобов кормовых сорта Визир на зерно за базовую технологию был принят вариант опыта, где проводили инокуляцию семян без внекорневых подкормок. Урожайность составила 2,94 т/га, коэффициент комплексной оценки на конкурентоспособность - 1,00 (табл. 1, 2). Максимальную урожайность 3,96 т/га и наибольший коэффициент комплексной оценки на конкурентоспособность 1,24 обес-

печил вариант технологии, где для предпосевной обработки семян использовали штамм клубеньковых бактерий Б -9 и комплексное микроудобрение Рексолин АВС в норме 150 г/т и проводили внекорневые подкормки этим же удобрением в норме 150 г/га в фазах бутонизации и образования зеленых бобов. На этом же варианте отмечены наибольшие коэффициенты энергетической эффективности (1,88), энергетической (1,31) и интегральной (1,38) оценок.

Отмечено, инокуляция семян и инокуляция в сочетании с макро- и микроэлементами увеличивают не только урожайность культуры, но и повышают конкурентоспособность технологии выращивания бобов кормовых на зерно. Так, прибавка от инокуляции семян составил 0,29 т/га, а дополнительная обработка макро- и микроэлементами увеличила урожайность на 0,33 и 0,29 т/га. Коэффициент комплексной оценки на конкурентоспособность соответственно составил 1,00–1,12, 1,05–1,24.

Таблица 1. Урожайность зерна бобов кормовых в зависимости от способа предпосевной обработки семян и внекорневых подкормок, среднее за 2010 –2012 гг.

Способ предпосевной обработки	Урожайность, т/га				
	Внекорневые подкормки				
	без внекорневых подкормок	в фазу бутонизации Рексолином АВС	в фазу бутонизации Вермисолом	в фазах бутонизации и образования зеленых бобов Рексолином АВС	в фазах бутонизации и образования зеленых бобов Вермисолом
Без инокуляции	2,65	2,93	2,85	3,24	3,05
Инокуляция	2,94	3,23	3,13	3,49	3,34
Инокуляция +Рексолин АВС	3,23	3,66	3,37	3,96	3,59
Инокуляция +Вермисол	3,16	3,55	3,43	3,82	3,67

А - способ предпосевной обработки; В - внекорневые подкормки;

НСР_{0,05} т/га (среднее за 2010-2012 гг.) А - 0,018; В - 0,021; АВ - 0,041;

Кроме этого, следует отметить, что внекорневые подкормки положительно влияли на урожайность зерна и конкурентоспособность технологии выращивания бобов кормовых. Сочетание внекорневых подкормок в фазах бутонизации и образования зеленых бобов имело преимущество перед однократным в фазу бутонизации.

Таблица 2. Конкурентоспособность технологий выращивания бобов кормовых, среднее за 2010-2012 гг.

Способ предпосевной обработки	Внекорневые подкормки*	Комплексные показатели конкурентоспособности			коэффициент комплексной оценки на конкурентоспособность, К _{кс} ^{н-б}
		коэффициент энергетической эффективности технологии, К _{эт}	коэффициент энергетической оценки, К _э	коэффициент интегральной оценки, J	
Без инокуляции	1	0,94	0,91	0,91	0,94
	2	1,14	0,99	1,00	1,00
	3	1,03	0,96	0,97	0,97
	4	1,36	1,09	1,10	1,07
	5	1,11	1,01	1,03	1,01
Инокуляция	1	1,16	1,00	1,00	1,00
	2	1,36	1,09	1,09	1,06
	3	1,23	1,05	1,06	1,04
	4	1,54	1,17	1,17	1,12
	5	1,31	1,10	1,12	1,07

		продолжение таблицы 2				
Инокуляция + Рексолин ABC	1	1,37	1,09	1,10	1,07	
	2	1,68	1,22	1,24	1,16	
	3	1,40	1,12	1,14	1,09	
	4	1,88	1,31	1,38	1,24	
	5	1,48	1,17	1,24	1,14	
Инокуляция + Вермисол	1	1,31	1,07	1,07	1,05	
	2	1,58	1,19	1,20	1,13	
	3	1,43	1,13	1,15	1,10	
	4	1,76	1,27	1,29	1,19	
	5	1,52	1,19	1,23	1,14	

*Примечание: 1 – без внекорневых подкормок; 2 – внекорневые подкормки в фазу бутонизации Рексолином ABC; 3 – внекорневые подкормки в фазу бутонизации Вермисолом; 4 – внекорневые подкормки в фазах бутонизации и образования зеленых бобов Рексолином ABC; 5 – внекорневые подкормки в фазах бутонизации и образования зеленых бобов Вермисолом;

Также применение комплексного удобрения Рексолин ABC на хелатной основе, как для предпосевной обработки, так и для внекорневых подкормок обеспечивало больший урожай зерна (3,24–3,96 т/га) и коэффициент комплексной оценки на конкурентоспособность (1,07–1,24) по сравнению с использованием органического удобрения Вермисол, соответственно 3,05–3,67 т/га и 1,01–1,14.

Вместе с этим были определены возможные направления развития разработанной сортовой технологии выращивания бобов кормовых. Отмечено, что инокуляция в сочетании с макро- и микроэлементами и двухразовые подкормки комплексными удобрениями обеспечивают интенсивное направление развития технологии, тогда как посев бобов кормовых не инокулированными семенами и проведение только одной внекорневой подкормки в фазу бутонизации - экстенсивное направление (рис.1).

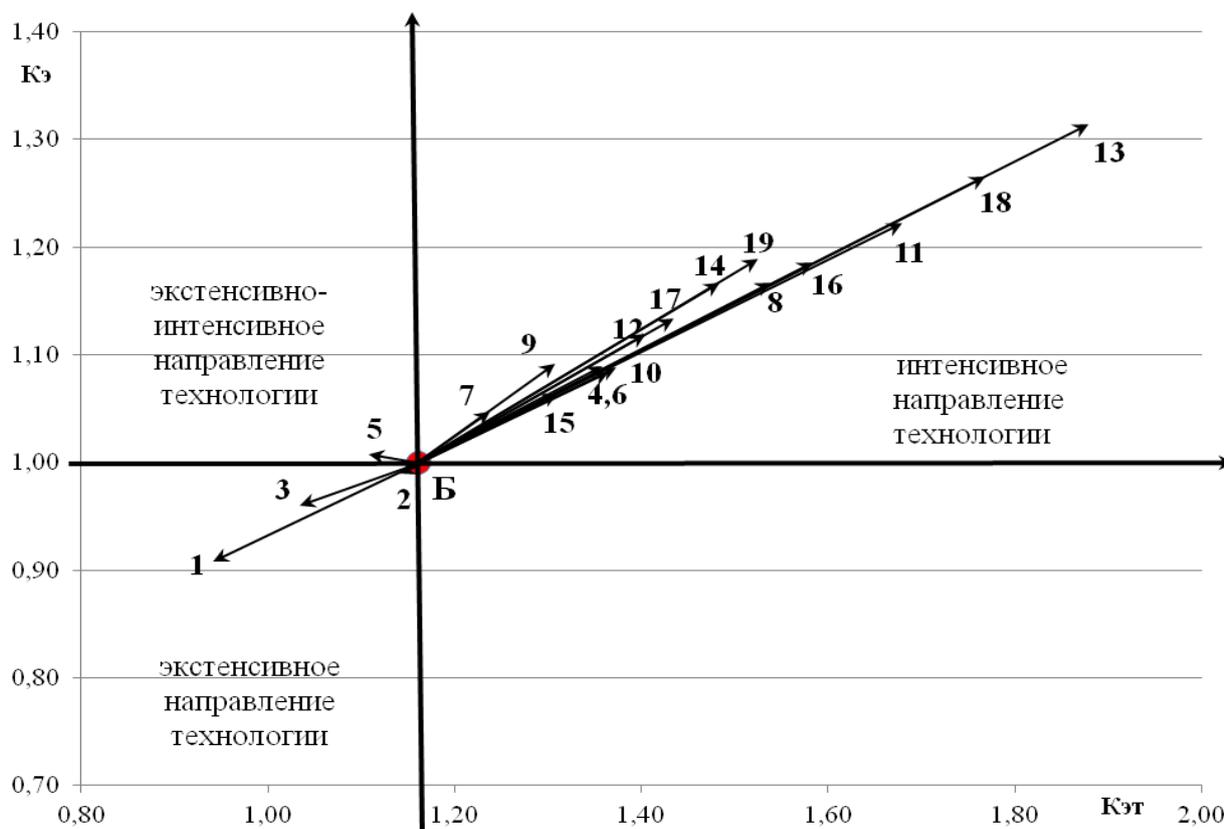


Рисунок 1. Определение направления развития предлагаемых технологий выращивания бобов кормовых

Содержание вариантов:

Б (базовая технология) - инокуляция (штамм Б -9); без внекорневых подкормок;

1. без инокуляции; без внекорневых подкормок;
2. без инокуляции; внекорневые подкормки в фазу бутонизации Рексолином АВС;
3. без инокуляции; внекорневые подкормки в фазу бутонизации Вермисолом;
4. без инокуляции; внекорневые подкормки в фазах бутонизации и образования зеленых бобов Рексолином АВС;
5. без инокуляции; внекорневые подкормки в фазах бутонизации и образования зеленых бобов Вермисолом;
6. инокуляция; внекорневые подкормки в фазу бутонизации Рексолином АВС;
7. инокуляция; внекорневые подкормки в фазу бутонизации Вермисолом;
8. инокуляция; внекорневые подкормки в фазах бутонизации и образования зеленых бобов Рексолином АВС;
9. инокуляция; внекорневые подкормки в фазах бутонизации и образования зеленых бобов Вермисолом;
10. инокуляция; Рексолином АВС; без внекорневых подкормок;
11. инокуляция; Рексолин АВС; внекорневые подкормки в фазу бутонизации Рексолином АВС;
12. инокуляция; Рексолин АВС; внекорневые подкормки в фазу бутонизации Вермисолом;
13. инокуляция; Рексолин АВС; внекорневые подкормки в фазах бутонизации и образования зеленых бобов Рексолином АВС;
14. инокуляция; Рексолин АВС; внекорневые подкормки в фазах бутонизации и образования зеленых бобов Вермисолом;
15. инокуляция; Вермисол; без внекорневых подкормок;
16. инокуляция; Вермисол; внекорневые подкормки в фазу бутонизации Рексолином АВС;
17. инокуляция; Вермисол; внекорневые подкормки в фазу бутонизации Вермисолом;
18. инокуляция; Вермисол; внекорневые подкормки в фазах бутонизации и образования зеленых бобов Рексолином АВС;
19. инокуляция; Вермисол; внекорневые подкормки в фазах бутонизации и образования зеленых бобов Вермисолом;

Выводы

В условиях правобережной Лесостепи Украины на серых лесных почвах выращивание бобов кормовых по технологии, где элементами являются инокуляция семян в сочетании с макро- и микроэлементами (Рексолин АВС, 150 г/т) и система удобрения, предусматривающая внесение в основное удобрение $N_{30}P_{60}K_{90}$ и внекорневые подкормки в фазах бутонизации и образования зеленых бобов комплексным удобрением на хелатной основе (Рексолин АВС, 150 г/га) обеспечивает уровень урожайности зерна сорта Визыр 3,96 т/га и коэффициент комплексной оценки на конкурентоспособность 1,24.

Литература

1. Hochman M. Влияние норм высева на урожай бобов. Результаты опытов в различных производственных зонах Чехословакии // Urocla. – 1990. – К 38. – С. 2-90.
2. Eg Z., Pilleat, DueEg, Hebblefhwite Rell C. Влияние плотности посадки на рост, компоненты урожайности и урожай четырех сортов кормовых бобов с различным габитусом роста при весеннем посеве // hdn. Si. London, 1990. – Woll. ptl – p.19-33.

3. Сбор урожая сельскохозяйственных культур, плодов, ягод и винограда в регионах Украины за 2010 год. Статистический бюллетень. – Киев, 2011. – С.7.
4. Сбор урожая сельскохозяйственных культур, плодов, ягод и винограда в регионах Украины за 2011 год. Статистический бюллетень. – Киев, 2012. – С.7.
5. Сбор урожая сельскохозяйственных культур, плодов, ягод и винограда в регионах Украины за 2012 год. Статистический бюллетень. – Киев, 2013. – С.7.
6. Фостолович С.И. Кормовая производительность вики яровой в зависимости от влияния норм минеральных удобрений и внекорневых подкормок в условиях Лесостепи Украины: Автореф. дисс... канд. с.-х. наук: спец. 06.01.12 «Кормопроизводство и луговое хозяйство» – Винница, 2012. – 20 с.
7. Венедиктов О.М. Формирование урожайности и качества сои в зависимости от технологических приемов выращивания в условиях правобережной Лесостепи Украины: Автореф. дисс... канд. с.-х. наук: спец. 06.01.09 «Растениеводство» – Винница, 2006. – 20 с.
8. Забарный А.С. Кормовая производительность люцерны посевной в зависимости от покровной культуры, минерального питания и режимов использования в условиях Лесостепи правобережной Украины: Автореф. дисс... канд. с.-х. наук: спец. 06.01.12 «Кормопроизводство и луговое хозяйство». – Винница, 2012. – 20 с.
9. Забарна Т.А. Производительность клевера лугового в зависимости от способа выращивания и норм минеральных удобрений в условиях правобережной Лесостепи Украины: Автореф. дисс... канд. с.-х. наук: спец. 06.01.12 «Кормопроизводство и луговое хозяйство» – Винница, 2012. – 20 с.
10. Гарькавый А.Д., Петриченко В. Ф., Спирин А. В. Конкурентоспособность технологий и машин: учебное пособие (второе дополненное издание). – Винница: ВДАУ – «Тирас». – 2006. – 73 с.

**COMPETITIVENESS OF THE TECHNOLOGIES OF FABA BEAN CULTIVATION
FOR GRAIN UNDER CONDITIONS OF THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE OF
UKRAINE**

V.O. Savchenko

Institute of Feeds and Agriculture of Podillya NAAS of Ukraine

E-mail: viktoriya-savchenko@inbox.ru

***Abstract:** Basic stages of assessing competitiveness of the technology of faba bean cultivation for grain under conditions of the right-bank Forest-Steppe of Ukraine are grounded. It is established that inoculation of seeds in combination with micro-and macro-elements and the system of fertilization that included basic fertilizer application and foliar nutrition at critical periods of organogenesis of faba bean improves the competitiveness of the cultivation technology.*

Keywords: faba bean, yield capacity, coefficient of energy efficiency, coefficient of energy assessment, coefficient of the integral assessment, coefficient of the complex assessment of competitive ability.

ИННОВАЦИИ В СОРТОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ФАСОЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ СЕВА И СРОКОВ УБОРКИ УРОЖАЯ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

О.В. ОВЧАРУК, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, докторант

Подольский государственный аграрно-технический университет

Рассмотрены особенности формирования урожая фасоли в зависимости от сортов, сроков посева и сроков уборки урожая. Установлено, что лучшими по урожайности зерна были сроки посева с уровнем термического режима почвы у сортов фасоли Харьковская штамбовая – 16°C, Мавка – 14°C, Надия – 14°C, Буковинка – 16°C, а также у сорта Перлина – 12°C, при проведении уборки урожая с влажностью зерна 18%.

Ключевые слова: фасоль, сорт, элементы продуктивности, сроки посева и уборки.

В связи с интенсификацией производства и развитием агроэкологического подхода к возделыванию зернобобовых культур в технологии выращивания на первый план выдвинулись вопросы сроков посева и сроков уборки урожая. Особенно актуальны эти вопросы при возделывании фасоли.

Рост и развитие растений фасоли проходит в прямой зависимости от условий внешней среды, основными составляющими которой являются температура и влажность воздуха, а также почвы. Одним из мероприятий в технологии выращивания фасоли есть сроки посева. Объективным показателем срока посева каждой культуры является уровень термического режима почвы на глубине заделки семян и запасы производительной влаги.

Известны разные данные о температуре почвы, при которой можно высевать фасоль. Одни авторы в результате своих исследований рекомендуют высевать фасоль, когда почва прогреется на глубине 10 см, или на глубине заделки семян до 8-12°C [1, 2], другие – при достижении прогрева почвы до температуры 10-15°C, или до 12-15°C [3,4,5,6]. Рекомендации по возделыванию фасоли на индустриальной основе рекомендуют посев проводить при достижении прогрева почвы до температуры 14-16°C.

Интенсивная технология предусматривает механизированное выращивание и сбор фасоли. Уборка урожая наиболее слабое звено в технологии выращивания. Это обусловлено биологическими особенностями фасоли. Достаточно низкое расположение бобов, длительное дозревание при обмолоте приводит к повреждению семян, снижается выход товарной продукции, и как следствие, уровень рентабельности. Растрескивание бобов ведет к потере до 20-30% урожая. Установлено, что лучшим сроком сбора фасоли, при котором потери зерна минимальные, можно считать период, когда на растениях дозреет 55-60% бобов. По результатам исследований А.И. Седова и др., высшая урожайность была при раннем сроке уборки (при дозревании 50-60% бобов), опоздания на 15 суток снижало урожайность на 5,2 ц/га.

Материал и методика исследований

Экспериментальную работу проводили на опытном поле Подольского государственного аграрно-технического университета в полевом севообороте, в течение 2007-2012 годов, предшественник – озимая пшеница. Задачей было изучение влияния сорта и сроков посева при уровне термического режима почвы на глубине заделки семян, а также сроков уборки на урожайность фасоли.

Климат южной части западной Лесостепи Украины умеренно континентальный. Годовая сумма осадков составляет в среднем 581 мм, из них 68% выпадает в теплое время года. Суммарная фотоактивная радиация достигает 51,8 ккал/см², а за период «апрель-октябрь» – 42,2 ккал/см². Это позволяет выращивать в зоне высокие урожаи фасоли.

Почва – чернозем глубокий малогумусный, среднесуглинистый на лессе. Содержание гумуса (по Тюрину) в пахотном слое – 3,4-3,8%, легкогидролизного азота (по Корнфильду) – 10,5-12,2 мг/100 г почвы, подвижного фосфора (по Чирикову) – 16,5 мг/100 г почвы, калия (по Чирикову) – 21,0 мг/100 г почвы, рН (солевое) – 7,3.

Посевная площадь экспериментального участка – 45,0 м², учетная – 25,2 м².

Учет урожая проводили методом сплошного сбора и взвешивания зерна с каждого учетного участка. Для определения биологической урожайности отбирали среднюю пробу, из которой определяли количественные и качественные показатели урожая. Для изучения сроков посева при уровне термического режима почвы на глубине заделки семян установлены следующие: температура почвы 10, 12, 14 и 16°C. Изучались сорта: Харьковская штамбовая, Мавка, Надия, Буковинка, Подоляночка, Перлина.

Результаты исследований

В опытах по изучению разных сроков посева в зависимости от уровня термического режима почвы и сроков уборки от влажности зерна было установлено значительное влияние на изменение структуры урожая.

За годы исследований формировалось в среднем у сорта Мавка – 11,8-13,1 бобов на растении. На растениях сорта Перлина формировалось больше всего бобов среди исследуемых сортов, в пределах 11,9-13,2 штук. Наименьшее количество бобов было у сорта Буковинка – 9,6-11,0 штук. У сорта Харьковская штамбовая в зависимости от уровня термического режима почвы было отмечено наименьшее количество бобов при посеве с температурой почвы 10°C и составляло 9,8 штук, и наибольшее количество бобов на контроле при уровне термического режима грунта 14°C – 12,3 штук (табл. 1).

Таблица 1. Динамика продуктивности растений сортов фасоли в зависимости от сроков посева и сроков уборки урожая (среднее за 2007-2012 гг.)

Срок сева при уровне термического режима почвы	Показатели							
	Количество бобов на растении, шт.		Количество семян в бобе, шт.		Масса семян из растения, г		Масса 1000 семян, г	
	Срок уборки урожая (влажность зерна)							
	18%	16%	18%	16%	18%	16%	18%	16%
Сорт Харьковская штамбовая								
10°C	9,8		4,1		7,2	6,7	171,2	165,7
12°C	10,6		4,3		7,5	7,1	175,8	170,4
14°C(контроль)	12,3		4,1		8,9	8,6	172,4	168,3
16°C	12,1		4,2		8,4	8,1	178,3	175,2

Сорт Мавка						
10°C	11,8	3,5	7,8	7,6	201,5	198,1
12°C	12,2	3,6	8,6	8,4	202,2	198,6
14°C(контроль)	13,1	3,4	9,6	9,1	204,3	201,5
16°C	12,5	3,7	8,8	8,5	210,0	208,3
Сорт Надия						
10°C	12,1	3,3	9,2	8,8	209,7	206,8
12°C	12,8	3,6	9,4	8,9	210,2	207,6
14°C(контроль)	12,9	3,3	9,1	8,7	209,8	207,3
16°C	12,6	3,4	9,6	9,1	209,1	205,9
Сорт Буковинка						
10°C	10,7	3,7	7,4	7,2	202,3	198,6
12°C	11,0	4,0	7,7	7,5	205,7	201,9
14°C(контроль)	11,2	3,5	8,1	7,8	209,2	205,4
16°C	9,6	3,8	7,2	7,0	210,1	205,7
Сорт Перлина*						
10°C	12,2	3,4	8,2	8,1	199,6	196,4
12°C	12,6	3,9	9,1	8,7	200,9	197,1
14°C(контроль)	13,2	3,7	10,1	9,8	203,2	198,6
16°C	11,9	3,6	9,7	9,2	198,5	193,4

Примечание: * - данные по сорту Перлина средние за 2011-2012 гг.

Исследования показали, что количество семян в бобе – более константный показатель. Среднее количество семян в бобе у сорта Харьковская штамбовая составляла 4,2шт., у сорта Мавка – 3,6 шт., у сорта Надия – 3,5 шт.

Масса семян с растения у сорта Мавка в среднем составляла 8,4 г и уборке урожая при влажности зерна 16%, и 8,7 г при 18% влажности. Наибольшим этот показатель был при уровне термического режима грунта 14°C (9,6 г) и уборке урожая при влажности зерна 16%, а также при 12°C (8,6 г) и 16°C (8,8 г).

Масса 1000 семян увеличивалась при каждом последующем сроке посева завися от уровня термического режима почвы от 10°C до 14°C по всем сортам фасоли. С увеличением температуры почвы до 16°C этот показатель снижался. Наибольшая масса 1000 семян была у сорта Надия (210,2 г), немного меньше у сорта Буковинка (210,1 г), наименьшая у сорта Харьковская штамбовая (178,3 г) при уборке урожая с влажностью зерна 18%.

Урожайность является результатом взаимодействия всех морфо-физиологических признаков, которые определяют особенности роста и развития растений в ценозе с условиями внешней среды. К ним принадлежат особенности развития вегетативных и генеративных органов, реакция растений на неблагоприятные факторы среды.

О влиянии исследуемых факторов (сроков посева при уровне термического режима почвы и сроков уборки урожая при влажности зерна) на урожайность зерна фасоли за годы исследований можно судить по данным таблицы 2.

Таблица 2. Урожайность зерна сортов фасоли в зависимости от сроков посева и сроков уборки урожая (среднее за 2007-2012 гг.)

Сорт (Фактор А)	Сроки посева при уровне термического режима почвы (Фактор В)							
	10°C		12°C		14°C		16°C	
	Срок уборки урожая (влажность зерна) (фактор С)							
	18%	16%	18%	16%	18%	16%	18%	16%
Харьковская штамбовая	1,71	1,58	1,73	1,64	1,82	1,65	1,88	1,67
Мавка	1,83	1,74	1,94	1,82	2,01	1,83	1,95	1,80
Надия	1,77	1,68	1,82	1,69	1,86	1,71	1,71	1,65
Буковинка	1,75	1,66	1,84	1,73	1,87	1,74	1,93	1,77
Перлина*	1,73	1,67	1,79	1,71	1,75	1,68	1,73	1,65
$\bar{X}=1,76$; $HIP_{05(A)}=0,06$; $HIP_{05(B)}=0,05$; $HIP_{05(C)}=0,03$; $HIP_{05(AB)}=0,10$; $HIP_{05(AC)}=0,07$; $HIP_{05(BC)}=0,07$; $HIP_{05(ABC)}=0,15$; $S_{\bar{X}}\% = 2,93$								

Примечание: * - данные по сорту Перлина средние за 2011-2012 гг.

Полученные нами урожайные данные свидетельствуют о том, что урожайность фасоли зависит в первую очередь от сортовых особенностей культуры и от погодных условий вегетационного периода. Наивысшую урожайность зерна фасоли 2,01 т/га получили на варианте сорта Мавка, при посеве с уровнем термического режима почвы 14°C и уборке урожая при влажности зерна 18%.

Вывод

Таким образом, лучшими по урожайности зерна были сроки посева с уровнем термического режима почвы для сортов фасоли Харьковская штамбовая – 16°C, Мавка – 14°C, Надия – 14°C, Буковинка – 16°C, а также у сорта Перлина – 12°C, при проведении уборки урожая с влажностью зерна 18%. Результаты исследований свидетельствуют, что исследованные сорта пригодны для выращивания в западной Лесостепи Украины и обеспечивают стабильные урожаи.

Литература

1. Стаканов Ф.С. Фасоль. Кишинев: Штиинца. – 1986, 168 с.
2. Минюк П.М. Фасоль / – Минск: Ураджай, 1991. – 93 с.
3. Коренев Г.В., Щербак С.Н., Подгорный П.И. Растениеводство с основами селекции и семеноводства / Под ред. Г. В. Коренева. – М.: Колос, 1983. – С. 212-216.
4. Бабич А.О., Петриченко В.Ф., Адамень Ф.Ф. Проблема фотосинтезу і біологічної фіксації азоту бобовими культурами // Вісник аграрної науки. – 1996. – №2. – С 37-39.
5. Ветрова Е.Г., Голбан Н.М., Коробко В.А. Зернобобовые культуры: (Горох, фасоль, соя) / – Кишинев: Картя молдовеняскэ. – 1982. – 154 с.
6. Вавилов П.П. Растениеводство / под ред. П.П. Вавилова. – М.: Агропромиздат, 1986. – 512 с.

INNOVATIONS IN HIGH-QUALITY TECHNOLOGY OF CULTIVATION OF KIDNEY BEANS DEPENDING ON THE TIMING OF PLANTING AND HARVESTING THE CROP IN THE CONDITIONS OF WESTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE

O.V. Ovcharuk

Podylskiy State Agrarian-Technical University

Abstract: Considered are the peculiarities of formation of a crop of beans, depending on the varieties, terms of sowing and harvesting the crop. It is established that the best yield of grain were sowing the level of the thermal regime of the soil of varieties of beans Kharkovska shtambova – 16°C, Mav-

ka – 14°C, Nadia – 14°C, Bukovynka – 16°C, as well as the varieties of pearl – 12°C, at carrying out of harvest with the moisture content of the grain 18%.

Keywords: French bean, grade, elements of efficiency, terms of sowing and harvesting.

УДК 631.51

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МИНИМАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ТЕМНО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ В ЗЕРНОТРАВЯНОПРОПАШНОМ СЕВООБОРОТЕ

А.А. ЗАБРОДКИН

ГНУ ВНИИ зернобобовых и крупяных культур

Рассмотрены результаты исследований по влиянию различных способов обработки почвы на агрофизические, биологические показатели плодородия почвы и продуктивность культур зvena севооборота в условиях Орловской области.

Ключевые слова: обработка почвы, плодородие, свойства почвы, продуктивность, дождевые черви, плотность, агрегатный состав почвы.

Обработка почвы – важнейший элемент технологии возделывания сельскохозяйственных культур, влияющий на факторы почвенного плодородия. Из всего объема затрат по возделыванию культур на нее приходится около 20%. В связи с этим в земледелии наметилась тенденция к переходу на минимальные приемы обработки почвы. Однако на сегодняшний день мало изучен вопрос о влиянии таких обработок на плодородие темно-серой лесной почвы. В связи с этим, изучение влияния обработки почвы на показатели плодородия и эффективность применения минимализации является актуальным.

Методика исследований

Объект исследований – темно-серая лесная почва опытного поля кафедры «Земледелие» Орловского ГАУ в учхозе «Лавровский», содержание в пахотном слое гумуса 4,3%, подвижного фосфора и обменного калия (по Кирсанову) 11,9 и 6,0 мг/100 г почвы, рН солевой вытяжки – 5,3.

Изучались следующие варианты обработки почвы:

1. Вспашка ПЛН 3-35 на глубину 20-22 см без предплужников (контроль); 2. Вспашка оборотным плугом Евро Диамант 10 фирмы LEMKEN (Германия) с предплужниками на глубину 20-22 см; 3. Обработка почвы комбинированным орудием KOS 3,7 фирмы UNIA (Польша) на глубину 14-16 см; 4. Обработка почвы плоскорезом КПШ 5 + игольчатые катки на глубину 14-16 см; 5. Нулевая обработка почвы, посев John Deere 730.

Результаты исследований

Обработка почвы влияет на агрофизические свойства пахотного слоя. Анализ агрегатно-структурного состава пахотного слоя показал, что в среднем за 3 года исследований меньшее содержание агрегатов размером 10-0,25 мм отмечалось в варианте со вспашкой плугом ПЛН 3-35 (контроль) - 74,7%, незначительное повышение наблюдается в варианте с обработкой оборотным плугом Евро Диамант 10 до 75,4%. Лучшей структурой и наибольшим количеством агрегатов характеризовался вариант нулевой обработки почвы - 80,8%, комбинированным орудием KOS 3,7 - 79,7% и плоскорезной обработки почвы КПШ 5 - 77,6%.

При применении минимальных способов обработки почвы наблюдался высокий коэффициент структурности и в среднем составлял в варианте нулевой обработки - 4,06, комбинирован-

ной KOS 3,7 - 3,86 и плоскорезной КПШ 5 - 3,74. При применении отвальных обработок значение этого показателя было наименьшим, в среднем 2,8.

Большое значение для агрофизических свойств и водно-воздушного режима почвы оказывает водопрочность почвенной структуры. Ее минимальные значения наблюдались на вспашках 72,5%, а при минимальных способах обработки почвы наблюдалось повышение содержания на нулевом варианте до 87,1%, плоскорезной обработке - 80,0% и комбинированном агрегате KOS 3,7 - 78,4%.

Важным агрофизическим показателем является плотность сложения почвы в слое 0-30 см. Перед уборкой культур на отвальной обработке почвы плугом ПЛН 3-35 (контроль) в слое 0-10 см она составляла 1,18 г/см³, а вариант обработки оборотным плугом фирмы LEMKEN понижал ее до 1,13 г/см³. Слои 10-20 и 20-30 см на отвальных вспашках находились в близких значениях 1,23 и 1,24 г/см³. Максимальная плотность сложения наблюдалась на варианте нулевой обработки почвы 1,26, 1,28 и 1,31 г/см³, соответственно, что отрицательно повлияло на рост и развитие растений.

На плодородие почвы большое влияние оказывает почвенная биота, которая способствует перемещению веществ по профилю почвы, склеиванию органо-минеральной части почвы и созданию прочной структуры.

По нашим исследованиям уровень биологической активности почвы зависел от численности и массы дождевых червей (табл. 1).

Таблица 1. Численность и масса дождевых червей после уборки озимой пшеницы и проса на 1 м² в слое почвы 0-30 см

Варианты основной обработки почвы	Исследуемые культуры			
	озимая пшеница		просо	
	количество, шт./м ²	масса, г/м ²	количество, шт./м ²	масса, г/м ²
1	85	79	65	50
2	87	83	74	72
3	197	143	127	138
4	151	103	121	113
5	141	125	113	100
НСР ₀₅	8,2	8,3	4,8	2,9

Примечание: 1. вспашка ПЛН 3-35 (контроль); 2. вспашка оборотным плугом Евро Диаметр 10; 3. обработка почвы комбинированным орудием KOS 3,7; 4. обработка почвы плоскорезом КПШ 5; 5. нулевая обработка почвы.

Полученные результаты исследований за численностью и массой дождевых червей в слое почвы 0-30 см на 1 м² свидетельствуют о понижении этих показателей при применении отвальных обработок почвы в среднем по озимой пшенице до 86 шт./м² при массе 81 г/м², а на просе - 69,5 шт./м² и 61 г/м²; и нарастании при минимальных обработках по озимой пшенице - 163 шт./м² и 123,6 г/м², просу - 120,3 шт./м² и 117 г/м².

Энергосберегающие способы обработки почвы менее интенсивно воздействуют на пахотный слой, что приводит к более естественному строению почвы и повышению не только численности, но и массы дождевых червей.

Изучаемые приемы обработки почвы существенно влияли на засорённость посевов.

Учет засорённости посевов показал прогрессивное повышение количества сорной растительности при применении энергосберегающей обработки почвы. В большей степени это прояв-

лялось в варианте с нулевой обработкой, где засоренность превышала контрольный вариант в 2-2,5 раза.

Так же прослеживалась тенденция несколько меньшей засорённости в вариантах плоскорезной обработки почвы КПШ 5 (72 шт./м²) и комбинированного агрегата KOS 3,7 (61 шт./м²). Отвальные вспашки способствовали меньшему распространению сорной растительности (48 шт./м²) и являлись эффективными в подавлении их численности.

Следовательно, сдерживающим фактором применения плоскорезной и нулевой обработки почвы является повышение засоренности посевов. Однако это не означает, что энергосбережение не имеет перспектив в данной зоне, так как применение комбинированных агрегатов незначительно снижает урожайность, и даже в отдельные годы дают такой же урожай культур, как и по отвальной обработке почвы (табл. 2).

Отвальные обработки обеспечивали оптимальные условия для роста и развития растений горохо-овсяной смеси, о чем свидетельствует наибольшая продуктивность на вспашках 55,5 ц/га.

Близкие значения отмечались в варианте комбинированной обработке почвы KOS 3,7 – 54,46 ц/га, что меньше контроля на 1,29 ц/га.

Таблица 2. Продуктивность исследуемых культур, в среднем, ц/га

Варианты обработки почвы	Продуктивность культур, ц/га		
	горохо-овсяная смесь	озимая пшеница	просо
1	55,75	30,50	26,80
2	55,38	30,00	27,10
3	54,46	30,25	25,90
4	52,80	29,60	25,10
5	45,34	27,30	24,50
НСР ₀₅	1,85	3,15	1,97

Примечание: 1. вспашка ПЛН 3-35 (контроль); 2. вспашка оборотным плугом Евро Диамант 10; 3. обработка почвы комбинированным орудием KOS 3,7; 4. обработка почвы плоскорезом КПШ 5; 5. нулевая обработка почвы.

При возделывании озимой пшеницы варианты опыта незначительно повлияли на урожайность. Существенные различия были в нулевом варианте, который понизил урожайность по отношению к контролю на 3,2 ц/га.

Просо имело наибольшую продуктивность при вспашке оборотным плугом фирмы LEMKEN – 27,1 ц/га. Комбинированная обработка почвы KOS 3,7 незначительно уменьшала урожайность культуры на 0,9 ц/га по отношению к контролю.

Вывод

Эффективным способом обработки темно-серой лесной почвы в северных районах Центрально-Черноземной зоны в звене полевого севооборота горохо-овсяная смесь – озимая пшеница – просо является под горохо-овсяную смесь отвальная вспашка плугом ПЛН 3-35 (контроль); под озимую пшеницу и просо с точки зрения агрофизических и биологических свойств – поверхностная комбинированная обработка почвы KOS 3,7.

Литература

1. Бабьева И. П., Зенова Г. М. Биология почв. - Изд-во Моск. Ун-та, 1983. - 248 с.
2. Васюков П. П., Цыганков В.И. Минимальная обработка почвы при возделывании озимой пшеницы по различным предшественникам // Земледелие. – 2008. - №5. – С. 27 - 29.

3. Гармашов В. М., Качанин А.И. Минимизация обработки почвы в Центрально-Черноземной зоне // Земледелие. - 2007. - № 6. - С. 8 - 10.
4. Новиков В. М., Исаев А.П. Комплексный подход к снижению засоренности полей // Защита и карантин растений. - 2003. - № 4. - С. 28.
5. Новиков, В. М. Эффективность систем основной обработки почвы в севообороте // Земледелие. - 2008. - №1. - С. 24 - 26.

EFFICACY OF MINIMUM TREATMENT OF DARK GRAY FOREST SOIL IN GRAIN-FODDER-FALLOW ROTATION

A.A. Zabrodkin

The All-Russia Research Institute of Legumes and Groat Crops

Abstract: *The results of studies on the effect of different methods of soil cultivation on agro-physical, biological indicators of soil fertility and productivity of crop rotation link in Orel.*

Key words: Soil fertility, soil properties, productivity, earthworms, density, aggregate composition of the soil.

УДК 631.51

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА

А.С. НОВИКОВА

ФГБОУ ВПО «Орловский государственный аграрный университет»

Рассмотрены результаты исследований по влиянию почвообрабатывающих агрегатов на показатели плодородия почвы в северной части Центрально-Черноземного региона.

Ключевые слова: обработка почвы, условия среды, ферменты, каталаза, инвертаза, фосфор, калий, гумус, плодородие.

В современной земледелии широкое применение получают почвообрабатывающие орудия, позволяющие решать вопросы ресурсбережения и сохранения почвенного плодородия.

В связи с недостаточным научно-исследовательским материалом, связанным с изучением влияния на почву почвообрабатывающих агрегатов необходимо углубленное изучение процессов и явлений, происходящих под их влиянием в почве. Среди них актуальным остается явление дифференциации пахотного слоя по плодородию, препятствующее формированию гомогенного пахотного слоя - одного из условий роста, развития культурных растений и получения стабильного урожая. Имеющиеся к настоящему времени по этому вопросу немногочисленные данные касаются лишь традиционных технологий обработки почвы [1,2,3]/

Действие современных почвообрабатывающих машин изучалось на тёмно-серой лесной среднесуглинистой почве, содержание в пахотном слое гумуса 4,3%, подвижного фосфора и обменного калия 12,5 мг и 7,5 мг/100 г почвы и включала следующие почвообрабатывающие агрегаты:

1. Вспашка ПЛН 3-35 + МТЗ-82 на глубину 20-22 см без предплужников (контроль).
2. Вспашка оборотным плугом Евро Диамант 10 фирмы LEMKEN (Германия) с предплужниками на глубину 20-22 см + John Deer 8430.

3. Обработка почвы комбинированным орудием KOS 3,7 фирмы UNIA (Польша) + МТЗ-1221 на глубину 14-16 см.

4. Обработка почвы плоскорезом КПШ 5 + МТЗ-1221 + игольчатые катки на глубину 14-16 см.

5. Нулевая обработка почвы, посев посевным комплексом John Deere 730 + John Deere 8430.

Обработка почвы воздействует на многие свойства пахотного горизонта и в первую очередь на агрофизические, которые динамичны и определяются способами обработки почвы, применяемыми почвообрабатывающими агрегатами, погодными условиями.

По нашим данным в среднем за 3 года исследований применение энергосберегающей обработки почвы повышает содержание агрономически ценных агрегатов до 79,5%, по сравнению с отвальной вспашкой - 75,1%. Почвенные агрегаты меньше подвергаются разрушению и распылению, что повышает противозерозионную устойчивость почвы.

Плотность сложения в ходе проведения исследований в пахотном горизонте почвы при ресурсосберегающих способах обработки почвы возросла (1,23-1,29 г/см³), а по отвальной вспашке наоборот понижалась (1,20-1,22 г/см³).

Анализ агрофизических свойств почвы под влиянием основной обработки почвы показал, что они не существенно изменяются и не являются сдерживающим фактором минимализации обработки почвы.

В ходе проведения исследований выявлено, что содержание элементов минерального питания растений находилось в тесной зависимости от системы основной обработки почвы (табл. 1).
Таблица 1. Влияние почвообрабатывающего агрегата на содержание элементов минерального питания (среднее за 2010-2012 гг.)

Элемент минерального питания	Глубина почвы, см	Вариант почвообрабатывающего агрегата				
		1	2	3	4	5
подвижный фосфор, мг/100 г а.с.п.	0-10	11,8	12,0	12,4	12,3	11,6
	10-20	12,2	12,4	11,0	10,9	9,6
обменный калий, мг/100 г а.с.п.	0-10	5,3	5,5	6,7	6,5	6,3
	10-20	6,6	6,4	5,7	5,8	5,4
гумус, %	0-10	4,14	4,13	4,23	4,21	3,99
	10-20	4,19	4,16	4,12	4,08	3,87

Примечание: 1 - ПЛН 3-35 (контроль); 2 - оборотный плуг Евро Диамант 10; 3 - комбинированный агрегат KOS 3,7; 4 - плоскорез КПШ 5; 5 - нулевая обработка почвы.

Поверхностная обработка почвы приводит к накоплению элементов минерального питания в верхних слоях, а в нижних - сокращению. Таким образом, энергосбережение привело к дифференциации пахотного слоя темно-серой лесной почвы по элементам минерального питания и гумусу.

Диагностическим показателем биологической активности почвы является ферментативная почвенная активность.

Показатели биологической активности почвы (ферментативная активность, структура микробиоценоза и токсичность) дают ценную информацию об экологических условиях среды произ-

водства продукции растениеводства. Их изучение приобретает большое значение при переходе на энергосберегающие технологии обработки почвы.

К росту ферментативного потенциала приводит система обработки почвы, способная улучшать агрофизические свойства, микробиологическую деятельность и плодородие почвы в целом (табл. 2).

Таблица 2. Влияние почвообрабатывающего агрегата на изменение активности почвенных ферментов (среднее за 2010-2012 гг.), мкМ/час 1 г а.с.п.

Вариант почвообрабатывающего агрегата	Слой отбора почвенной пробы, см				
	0-5	5-10	10-15	15-20	0-20
Инвертаза					
1	28,40	28,35	28,30	28,75	28,49
2	27,89	27,86	27,90	28,32	28,03
3	32,70	32,66	31,30	28,68	30,87
4	31,26	31,20	30,44	26,58	29,32
5	32,76	30,71	22,07	18,35	23,99
НСР ₀₅	-	-	-	-	1,87
Каталаза					
1	794,8	791,5	809,2	836,3	802,3
2	796,5	797,5	804,8	833,9	802,4
3	781,9	768,2	757,6	769,3	770,0
4	783,5	771,7	745,9	756,3	768,0
5	756,2	747,3	735,6	736,9	749,2
НСР ₀₅	-	-	-	-	12,18

Примечание: 1 - ПЛН 3-35 (контроль); 2 - оборотный плуг Евро Диамант 10; 3 - комбинированный агрегат KOS 3,7; 4 - плоскорез КПШ 5; 5 - нулевая обработка почвы.

Применение ресурсосберегающих способов обработки почвы способствовало понижению активности почвенных ферментов с уменьшением глубины обрабатываемого слоя, особенно в нулевом варианте, что свидетельствует о четкой дифференциации активности ферментов по пахотному горизонту темно-серой лесной почвы. Применение почвообрабатывающего агрегата KOS 3,7 приводило к повышению активности ферментов на фоне плоскорезной и нулевой обработки почвы.

При отвальных вспашках активность ферментов по слоям пахотного горизонта более равномерна по сравнению с минимальными обработками.

Сделанные нами расчеты по экономической эффективности возделывания сельскохозяйственных культур показали наиболее высокий экономический эффект на фоне отвальной обработки почвы и комбинированного агрегата KOS 3,7, а наименьший эффект при нулевой.

Наибольшей рентабельностью при возделывании горохо-овсяной смеси характеризовался вариант обработки ПЛН 3-35 (контроль) - 144,8%; озимой пшеницы - в варианте обработки почвы оборотным плугом - 75,0%; проса - в варианте ПЛН 3-35 (контроль) - 159,1%.

Энергосберегающие способы обработки почвы отмечались меньшей рентабельностью и при ее оценке в варианте комбинированного агрегата KOS 3,7 была большая рентабельность, при возделывании горохо-овсяной смеси составила 43,5%, озимой пшеницы - 73,4% и проса - 121,9%.

Обобщая выше изложенный материал, следует подчеркнуть, что изучаемые почвообрабатывающие агрегаты оказывают разнообразное воздействие на показатели плодородия почвы. На

минимальных системах обработки почвы наблюдается дифференциация слоев пахотного слоя, а на отвальных – гомогенность по плодородию пахотного слоя почвы.

На темно-серых лесных почвах целесообразно расширение площадей с использованием в качестве способа основной обработки почвы применение комбинированного почвообрабатывающего агрегата KOS 3,7 при возделывании зерновых и крупяных культур.

Литература

1. Картамышев Н. И. и др. Приемы биологизации земледелия в зернотравяном севообороте // Земледелие.-2006.-№1.-С. 32.
2. Лобков В. Т. Качество полевых работ при возделывании кормовых культур - Орел: Орел ГАУ, 2009. – 152 с.
4. Макаров В. И., Глушков В.В. Приемы обработки почвы под яровой ячмень // Земледелие. - 2010. - № 6. - С. 19 – 21

EVALUATION OF EFFICACY OF APPLICATION OF SOIL-CULTIVATING UNITS IN THE NORTHERN PART OF CENTRAL BLACK EARTH REGION

A.S. Novikova

Orel State Agrarian University

Abstract: The results of studies on the effect of different ways of tillage on biological and agrochemical parameters of soil fertility in the northern part of the Central Black Earth region.

Keywords: tillage, environmental conditions, enzymes, catalase, invertase, phosphorus, potassium, humus, fertility.

УДК 635.65:581.19

УРОЖАЙНОСТЬ И КОЛИЧЕСТВО БЕЛКА БОБОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ СЕЗОННОПРОМЕРЗАЮЩИХ ПОЧВ ЧЕРНОЗЁМНОГО РЯДА ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

М.С. БАЛУКОВ, аспирант кафедры почвоведения

Ю.С. ЛАРИОНОВ, доктор с.-х. наук, профессор, Член-корреспондент МАНЭБ,

Заслуженный работник высшей школы РФ

Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина

Сезоннопромерзающий тип почв характеризуется процессом нагревания, который сопровождается оттаиванием и процессом охлаждения - неглубоким промерзанием. Глубина проникновения отрицательных температур не более 2 метров. Длительность сезонного промерзания от нескольких дней до 5 месяцев. Температура на глубине 20 сантиметров самого холодного месяца отрицательная, среднегодовая-положительная.

Одной из важнейших проблем аграрной и биологической науки является производство растительного белка, сбалансированного по комплексу аминокислот. В успешном решении этой проблемы большое значение имеет увеличение производства зерна высокобелковых зернобобовых культур [1, 2]. В зеленой массе бобовых культур также содержится значительно больше белка и незаменимых аминокислот в сравнении со злаковыми, поэтому расширение посевов бобовых культур как на зернофуражные цели, так на зеленый корм и сенаж может способствовать

повышению продуктивности животноводства и увеличению рентабельности всего сельскохозяйственного производства. Несмотря на это, площади посева зернобобовых культур после реформирования сельскохозяйственного производства в России сокращаются и занимают в структуре посевных площадей не более 1,0-2,0%, вместо необходимых 10-15%. Причём из всего разнообразия видов используются только горох, в редких случаях вика [1].

Увеличить производство растительного белка можно за счёт значительного роста урожайности и расширения видового состава бобовых культур (фасоли, сои, нута и др.). Урожайность этих культур часто не уступает зерновым злаковым культурам. В связи с этим, изучение и оценка различных бобовых культур и выделение наиболее адаптированных, более высокоурожайных сортов с высоким качеством белка является актуальным для сегодняшнего сельскохозяйственного производства [1, 2, 4].

Новизна работы заключается в том, что впервые в условиях южной лесостепной зоны Омской области проведена комплексная сравнительная оценка по урожайности и качеству белка сои, гороха и фасоли с целью выделения дальнейших перспектив их использования.

Цель исследований: Провести сравнительную оценку хозяйственно-биологических признаков сортов различных бобовых культур (фасоли, сои и гороха) по урожайности и качеству белка в условиях южной лесостепи Омской области на лугово-чернозёмной почве.

Задачи:

1. Оценить урожайность бобовых культур;
2. Определить качество белка по аминокислотному составу;
3. Провести сравнительную оценку клубенькообразующей способности сортов изучаемых культур.

Место и объекты исследований

Опыты закладывались на малом опытном поле ОмГАУ в 2010-2011 гг., расположенном в южной лесостепной почвенно-климатической зоне Омской области. В качестве материала исследований были использованы 3 культуры и 12 сортов, рекомендованные в различные годы для возделывания в Западно-Сибирском регионе, характеризующиеся различной скороспелостью и другими хозяйственно-ценными признаками. Фасоль – Рубин (2001 г., скороспелый), Нерусса (1991 г., среднеспелый), Щедрая (1938 г., скороспелый), Фиалка (местный образец с 1999 г., скороспелый); соя- Омская-4 (1993 г., скороспелый), Дина (2003 г., скороспелый), Эльдорадо (2010 г., скороспелый), СибНИИСХоз-6 (2000 г., скороспелый); горох- Благовест (2008 г. скороспелый), Демос (2003 г., среднеспелый), Омский-9 (1999 г., среднеспелый), Омский-7 (1981 г., среднеспелый).

Методика исследований

Почва на малом опытном поле ОмГАУ лугово-черноземная, с характерным глубинным солонцеванием. Содержание гумуса от 3,5 до 4 %. Механический состав почв среднесуглинистый и легкосуглинистый с выраженной фракцией мелкого песка.

Вследствие высокого уровня подъема грунтовых вод данная почва является более холодной, чем черноземы. К неблагоприятным факторам для возделывания бобовых культур следует отнести уплотненность верхнего горизонта.

Вниз по профилю почвенный раствор подщелачивается за счет карбонатов почвы. Состав почвенного поглощающего комплекса благоприятный, основная доля приходится на кальций (86

% суммы поглощенных оснований) и магний (13,7%). Содержание поглощенного натрия незначительно (0,9 %).[3]

Образцы высевались на делянках 3м² в трехкратной повторности. Схема посева междурядья 60 см., в ряду между растениями расстояние 10 см. Глубина заделки семян 5-6 см., так как изучаемые культуры не выносят глубокой заделки семян при посеве. Посев проводили вручную. После посева почва прикатывалась.

Изучение особенностей роста и развития изучаемых сортов и их продуктивности проводилось по методике ВИР (Методические указания, 1975).

Предшественник в опыте-чистый пар. Рядки были расположены с севера на юг. Опыты окаймлялись защиткой – посев пшеницы. Уход за посевами включал ручные прополки, которые проводились по мере необходимости.

Анализ количественного содержания белка был проведен с помощью двух аналитических подходов. Во-первых, по гостированной (ГОСТ 13496.4-93) методике определения азота по Кьельдалю. Во-вторых, при помощи прибора для определения азота VELP NDA 701, результаты которого принимают международные организации. Этот прибор является автоматизированной системой, на основе метода Дюма.

Анализ аминокислотного состава был проведен относительно новым методом капиллярного электрофореза КЭ. Это метод разделения, реализуемый в капиллярах и основанный на различиях в электрофоретических подвижностях заряженных частиц как в водных, так и в неводных буферных электролитах. Система капиллярного электрофореза «Капель-105», разработанная и выпускаемая фирмой «Люмэкс», внесенная в Госреестр средств измерений, позволила провести электрофоретический анализ. Статистическая обработка данных проведена дисперсионным методом по Б.А. Доспехову (1985 г.) на ПК. Статистическую обработку и вычисления осуществляли в программе Excel 2007.

Результаты исследований

При оценке сортов по хозяйственно ценным признакам самым важным критерием является урожай семян с единицы площади. Урожайность сортов бобовых культур представлена в таблице 1.

Таблица 1. Урожайность бобовых культур фасоли, сои и гороха среднее за 2010-2011 гг.

Культура	Сорт	Урожайность, т/га
Фасоль	Рубин	3,0
	Фиалка	2,6
	Нерусса	3,3
	Щедрая St	2,9
НСР 05		0,25
Соя	Эльдорадо	2,4
	Омская 4 St	2,3
	СибНИИСХоз 6	2,0
	Дина	2,5
НСР 05		0,18
Горох	Омский 7 St	2,7
	Омский 9	3,2
	Благовест	3,3
	Демос	2,6
НСР 05		0,25

Из данных, приведенных в таблице 1 видно, что наиболее урожайными культурами в условиях 2010-2011 г. оказались фасоль и горох. Это можно объяснить тем, что условия для роста, развития и формирования элементов продуктивности у фасоли и гороха были более благоприятные, так как они являются более скороспелыми культурами в сравнении с соей. Фасоль и горох успели использовать запасы ранне-весенней влаги и июньские осадки. Среди сортов наиболее высокую урожайность по культурам показали: фасоль Нерусса, соя Дина и горох Благовест.

Известно, что бобовые культуры вступают в симбиоз с клубеньковыми бактериями (ризобиями), способными усваивать (фиксировать) недоступный для растений молекулярный азот (N_2) воздуха и поставлять его растениям для питания. Помимо использования биологического азота растениями часть азота остается и в почве. Поэтому бобовые культуры обычно вводят в севообороты агроценозов для накопления азота в почве. Результаты анализа показали, что лучшей клубенькообразующей способностью из анализируемых образцов обладает сорт фасоли Нерусса. У нее оказались самые крупные клубеньки массой 78 г. с одного растения (таблица 2), что может быть использовано в практике возделывания бобовых культур.

Таблица 2. Клубенькообразующая способность сортов бобовых культур (2010-2011 гг.)

Культура	Сорт	Масса клубеньков на 1 растение, г.
Фасоль	Рубин	20 ±1,77
	Нерусса	78±2,02
	Щедрая	38 ±1,68
	Фиалка	31 ±1,98
Соя	Омская 4	48 ±2,13
	Дина	57 ±2,02
	Эльдорадо	30 ±1,16
	СибНИИСхоз 6	59 ±1,77
Горох	Благовест	40,36 ± 2,19
	Демос	37,46 ±2,0
	Омский 9	28,66 ±2,02
	Омский 7	20,10 ± 1,68

В питании человека и животных важным является не только содержание в пище и кормах белков, но и их качественный состав, отражаемый в аминокислотном составе. Незаменимые аминокислоты не синтезируются в организме и должны обязательно в определенных количествах поступать с пищей. Отсутствие любой из восьми незаменимых аминокислот в пище вызывает серьезные нарушения здоровья, особенно это тяжело сказывается на молодом растущем организме. К таким незаменимым аминокислотам относятся – гистидин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, фенилаланин, треонин, триптофан, валин [2]. Белки бобовых культур различаются по аминокислотному составу (таблица 3).

Таблица 3. Аминокислотный состав* бобовых культур, г/100 г. (среднее 2010-2011 гг.)

Культура	Показатели	Лизин	Гистидин	Треонин	Валин	Метионин	Лей-цин+изолейцин	Фенилаланин	Триптофан	Сумма аминокислот	Сумма незаменимых аминокислот
Горох	ср.	2,4	0,8	0,9	1,3	0,9	3,1	1,4	1,0	28,5	13,7
	S	0,3	0,1	0,1	0,4	0,2	0,4	0,1	0,2	2,6	1,4
	cv,%	0,4	17,0	5,8	1,5	7,2	12,4	8,5	16,5	9,3	9,9
	Группап. сcv,%	II	II	II	II	II	II	I	I	I	I
Соя	ср.	3,8	1,3	2,2	2,0	1,0	5,1	2,3	1,7	45,9	23,5
	S	0,3	0,1	0,1	0,2	0,4	0,5	0,3	0,2	3,3	1,7
	cv,%	6,9	9,8	5,8	8,1	42,2	10,5	11,4	10,3	7,2	7,2
	Группап. сcv,%	I	I	I	I	III	II	II	II	I	I
Фасоль	ср.	2,1	0,7	1,5	1,4	1,2	3,3	1,5	1,1	29,0	15,6
	S	0,5	0,2	0,4	0,3	0,2	0,5	0,4	0,1	5,9	3,0
	cv,%	22,1	24,1	28,0	18,6	18,2	16,7	28,4	4,9	20,5	19,1
	Группап. сcv,%	III	III	III	II	II	II	III	I	III	II

*Группы варьирования: I - слабоварьирующий (до 10%), II - средневарьирующий 10,1-20%, III - сильноварьирующий более 20,1 показатель.

Анализ уровня варьирования средних показателей аминокислотного состава (табл. 3) по годам в пределах культуры гороха и сои, представленных районированными в Омской области сортами, показывает, что эти сорта достаточно стабильно формируют качество белка и, следовательно, являются сравнительно адаптированными к местным условиям. В то же время сорта фасоли, по которым селекция в области только начинается (возделываются в основном инорайонные) проявляют высокий уровень варьирования содержания аминокислот, что указывает на необходимость усиления в ближайшие годы селекции на качество зерна у этой культуры

Выводы

1. В условиях сезоннопромерзающих почв южной лесостепной зоны Омской области перспективным является расширение возделывания наиболее скороспелых сортов фасоли, которые могут обеспечить получение более высокого урожая и качество белка в конце августа начале сентября в сравнении с горохом.

2. Оценка аминокислотного состава белка бобовых культур показала, что в условиях южной лесостепной зоны Омской области по содержанию белка и сумме незаменимых аминокислот зерновая фасоль превосходит горох, но уступает сое.

3. Клубенькообразующая способность свидетельствует о перспективности возделывания зернобобовых культур в качестве предшественников, используя в первую очередь сорта фасоли Нерусса, сои СибНИИСхоз 6 и гороха Благовест.

Литература

1. Васякин Н.И. Зернобобовые культуры в Западной Сибири. - Новосибирск, 2002. С. 156-160.
2. Ларионов Ю.С., Горбатая А.П., Казыдуб Н.Г. Урожайность и содержание белка бобовых культур в условиях южной лесостепи Западной Сибири. // V Международная научно-практическая

конференция «Актуальные проблемы земледелия и растениеводства», Республика Казахстан, Алматы, 2011. - С.128-130.

3. Мищенко Л.Н. Почвы Омской области и их сельскохозяйственное использование. - Омск, 1991. - 80 с.

4. Шаманин В.П., Казыдуб Н.Г. Курс лекций по частной селекции и генетике зернобобовых культур. - Омск: Изд-во ОмГАУ, 2003. 137 с.

PRODUCTIVITY AND AMOUNT OF PROTEIN OF BEAN CULTURES IN CONDITIONS OF SEASONALLY FREEZING SOILS OF BLACK-SOIL ROW OF SOUTHERN FOREST-STEPPE OF WESTERN SIBERIA

M.S. Balukov, Ju.S. Larionov
Omsk State Agrarian University

УДК 633.16:631.527

УСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО К БИОТИЧЕСКОМУ СТРЕССУ В УСЛОВИЯХ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

П. Н. СОЛОНЕЧНЫЙ, кандидат сельскохозяйственных наук
Институт растениеводства им. В. Я. ЮРЬЕВА НААН, Украина

В статье приведены результаты оценки устойчивости 32 сортов ячменя ярового к комплексу биотических факторов среды в условиях восточной части лесостепи Украины в 2010-2012 гг. Выделены сорта с индивидуальной, групповой и комплексной устойчивостью, с высоким уровнем генетической защиты от биотического стресса.

Ключевые слова: ячмень яровой, сорт, биотический стресс, индекс, биотическая пластичность, возбудители болезней, вредители.

Ячмень является одной из основных сельскохозяйственных культур мира. Это обусловлено широким спектром использования зерна ячменя, его высокими пищевыми и кормовыми свойствами и низкой себестоимостью продукции [1]. Около 30 % мирового урожая сельскохозяйственных культур ежегодно теряется за счет биотического стресса [2]. Среди основных причин массового поражения зерновых культур исследователи называют сужение генетического разнообразия, недостаточное использование в селекции интрогрессии генов устойчивости от диких предков и исчезновение местных адаптированных сортов – источников устойчивости к биотическим и абиотическим факторам среды [3-6].

Актуальной задачей селекции в современных условиях является создание и внедрение сортов с высоким уровнем защиты от стрессовых условий биотической среды, что не только способствует повышению урожайности и его качества, но и уменьшает себестоимость урожая и экологическую нагрузку на окружающую среду [7, 8].

В решении вышеупомянутых проблем важное значение приобретает изучение исходного материала и выделение генетических источников устойчивости к наиболее распространенным возбудителям болезней и вредителям. В данной работе была проведена оценка устойчивости со-

ртов ячменя ярового к поражению возбудителями каменной головни, сетчатого гельминтоспориоза, стеблевой (линейной) ржавчины, мучнистой росы и повреждению личинками шведских мух.

Целью данных исследований была дифференциальная оценка комплексной устойчивости к поражению основными возбудителями болезней и повреждению шведскими мухами 32 сортов ячменя ярового и выделение ценного исходного материала для селекции с индивидуальной, групповой и комплексной устойчивостью.

Исследования проведены в 2010-2012 гг в лаборатории устойчивости к биотическим факторам Института растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН на искусственном инфекционном и провокационном фонах. Материалом для исследований послужили 32 сорта ячменя ярового разного происхождения.

В результате проведенной иммунологической оценки (табл. 1) выделены сорта с высокой устойчивостью к *каменной головне* – Взираець, Выкльк, Доказ, Этикет, Парнас, Модерн, Вакула, Аллегро, Дывогляд, Косар, Щедрый, Витраж, Kangoo, Pasadena, Ksanadu, Sofiara, Shakira; *сетчатому гельминтоспориозу* – Выкльк, Этикет, Вакула, Гелиос, Дывогляд; *мучнистой росе* – Взираець, Аспект, Доказ, Аграрий, Viktoriana, Pasadena, Ksanadu, Mastvinster, J. B. Maltasia, Jersey; *стеблевой (линейной) ржавчине* – Командор, Выкльк, Инклюзив, Этикет, Модерн, Аллегро, Аграрий, Щедрый, Viktoriana, Pasadena, Sofiara, Shakira, Scarlett, Richard; *шведским мухам* – Модерн, Вакула, Дывогляд, Косар, Щедрый, Sebastian, Sofiara.

Таблица 1. – Иммунологическая характеристика сортов ячменя ярового, 2010-2012 гг.

Сорт	Страна происхождения	Устойчивость, балл				Шведская муха, % поврежденных растений	Индекс комплексной устойчивости	Коэффициент биотической пластичности
		Каменная головня	Сетчатый гельминтоспориоз	Стеблевая ржавчина	Мучнистая роса			
Arikada	DEU	6	5	7	–	34,9	0,97	0,46
J. B. Maltasia	DEU	7	5	7	7	53,3	1,01	0,63
Jersey	NDL	7	6	7	7	34,9	1,11	0,39
Kangoo	DEU	8	5	6	–	41,0	1,03	0,77
Ksanadu	DEU	8	5	7	8	41,2	1,11	0,67
Mastvinster	DEU	5	4	5	7	47,3	0,88	0,90
Pasadena	DEU	8	5	8	7	58,3	1,05	1,11
Richard	CAN	7	4	8	–	41,5	0,96	1,35
Scarlett	DEU	6	5	8	–	37,2	1,00	0,65
Shakira	DEU	9	4	8	–	47,6	1,00	1,85
Siebastian	DNK	7	5	7	5	34,3	1,00	1,07
Sofiara	DEU	8	5	8	–	26,1	1,11	1,14
Viktoriana	DEU	5	5	8	7	60,4	0,96	0,33
Аграрий	UKR	7	5	8	7	37,1	1,09	0,85
Аллегро	UKR	8	5	8	3	35,7	0,97	1,98
Аспект	UKR	7	5	6	7	42,8	1,02	0,41
Вакула	UKR	8	7	7	3	29,0	1,04	1,28
Взираець	UKR	9	5	7	8	41,7	1,14	0,93
Витраж	UKR	9	3	6	3	39,1	0,85	2,28
Выкльк	UKR	8	7	8	5	50,1	1,08	1,07

Гелиос	UKR	5	7	7	1	46,3	0,83	0,93
Доказ	UKR	9	5	7	7	45,1	1,09	1,15
Дывогляд	UKR	8	7	7	5	30,8	1,11	0,85
Здобуток	UKR	7	5	5	5	52,6	0,88	0,63
Инклюзив	UKR	7	5	8	5	39,2	1,01	1,28
Командор	UKR	7	4	8	5	40,5	0,96	1,52
Косар	UKR	9	5	7	3	31,2	0,98	2,02
Модерн	UKR	9	4	8	5	38,5	1,03	2,04
Омский голозерный	RUS	5	5	7	–	45,3	0,89	0,22
Парнас	UKR	9	5	7	3	47,6	0,93	2,02
Щедрый	UKR	8	3	8	3	33,3	0,90	2,46
Этикет	UKR	8	7	8	5	43,2	1,10	1,07

Выделены сорта с групповой и комплексной устойчивостью как ценный исходный материал для селекции ячменя ярового. Это сорта устойчивы к: *каменной головне и сетчатому гельминтоспориозу* – Вакула, Дывогляд, Этикет и Выкльк; *каменной головне и стеблевой ржавчине* – Модерн, Этикет, Выкльк, Аллегро, Щедрый, Pasadena, Sofiara и Shakira; *каменной головне, сетчатому гельминтоспориозу и стеблевой ржавчине* – Выкльк и Этикет; *каменной головне и мучнистой росе* – Взирець, Доказ, Pasadena и Ksanadu; *мучнистой росе и стеблевой ржавчине* – Аграрий, Viktoriana и Pasadena; *стеблевой ржавчине, каменной головне и шведским мухам* – Модерн, Щедрый, Sofiara; *шведским мухам и каменной головне* – Модерн, Вакула, Дывогляд, Косар, Щедрый и Sofiara; *шведским мухам, каменной головне и сетчатому гельминтоспориозу* – Вакула и Дывогляд.

Среди исследованных сортов иммунных или высокоустойчивых источников одновременно к всем болезням и шведским мухам не выделено, поэтому для создания сортов ячменя ярового с групповой или комплексной устойчивостью необходимо использовать в скрещиваниях источники высокой устойчивости с последующим отбором комплексноустойчивых и высокопродуктивных линий.

П. П. Литун и др. [9] предложили использовать интегральный индекс для оценки специфичности генотипов исходного и селекционного материала по устойчивости к действию биотических факторов. Для этого необходимо перевести оценки степени поражения болезнью (% или балл) в показатели удаленности от среднего значения для всех исследованных образцов. На основе рассчитанных «индексов устойчивости» можно рассчитать интегральный индекс комплексной устойчивости и коэффициент биотической пластичности.

Высокие показатели индекса комплексной устойчивости имели сорта Взирець ($I_i = 1,14$), Дывогляд ($I_i = 1,11$), Jersey ($I_i = 1,11$), Ksanadu ($I_i = 1,11$), Sofiara ($I_i = 1,11$), Этикет ($I_i = 1,10$), Аграрий ($I_i = 1,09$), Доказ ($I_i = 1,09$) и Выкльк ($I_i = 1,08$). Эти сорта устойчивы к возбудителям болезней и шведским мухам на уровне или выше «адаптивной нормы», одновременно не имея низкой индексной оценки ни по одной из градаций биотической среды, что свидетельствует о высоком уровне их генетической защиты.

Наибольшую селекционную ценность представляют сорта с сочетанием высокого индекса комплексной устойчивости и высокой стабильности по индивидуальной устойчивости к отдельным болезням. Это сорта Ksanadu ($I_i = 1,11, b = 0,67$) и Jersey ($I_i = 1,11, b = 0,39$), а также Дывогляд ($I_i = 1,11, b = 0,85$), Аграрий ($I_i = 1,09, b = 0,85$) и Взирець ($I_i = 1,14, b = 0,93$).

Таким образом, в результате проведенной оценки, выделены сорта ячменя ярового с индивидуальной (Командор, Инклюзив, Аспект, Гелиос, Витраж, Kangoo, Siebastian, Scarlett, Mastvinster, J. B. Maltasia, Richard, Jersey), групповой (Аллегро, Аграрий, Вакула, Взирець, Выкльк, Дывогляд, Доказ, Этикет, Модерн, Щедрый, Ksanadu, Pasadena, Shakira, Sofiara, Viktoriana) и комплексной (Вакула, Дывогляд, Косар, Модерн, Щедрый, Sofiara) устойчивостью, которые будут использованы в селекционных программах, как источники устойчивости к соответствующим биотическим факторам.

Рассмотрена возможность дифференциальной оценки исходного и селекционного материала в отношении адаптивной реакции (степени генетической защиты) на биотический стресс. Выделены сорта с высоким уровнем генетической защиты от рассмотренных факторов биотической среды по уровню интегрального индекса I_i – Взирець, Дывогляд, Jersey, Ksanadu, Sofiara, Этикет, Аграрий, Доказ и Выкльк. Лучшее соотношение индекса комплексной устойчивости и коэффициента биотической пластичности имели сорта Ksanadu, Jersey, Дывогляд, Аграрий и Взирець.

Литература

1. Mornhinweg D.W., Springer T.L. Bird cherry-oat aphid resistance in barley [abstract] / ASA-CSSA-SSSA Annual Meeting Abstracts, Oct. 21-24, 2012, Cincinnati, OH, Poster No. 239-6.
2. Habermeyer J., Gerhard M. Pilzkrankheiten. – 2000. – BASF Landwirtschaft.
3. Valkoun J. Wild cereals in breeding – Czech J. Genet. Plant Breed. (Special Issue) – 41. – 2005. – P. 227.
4. Hovhannisyanyan N.A., Dulloo M.E., Yesayan A.H., Knüpfker H., Amri A. Tracking of powdery mildew and leaf rust resistance genes in *Triticum boeoticum* and *T. urartu*, wild relatives of common wheat – Czech J. Genet. Plant Breed. – 47. – 2011 (2). – P. 45-57.
5. Chen Z.-W., Lu R.-J., Zou L., Du Z.-Z., Gao R.-H., He T. and Huang J.-H. Genetic diversity analysis of barley landraces and cultivars in the Shanghai region of China – Genetics and Molecular Research 11 (1): 644-650. – 2012.
6. Yao Q., Yang K., Pan G. and Rong T. Genetic diversity of maize (*Zea mays* L.) landraces from southwest China based on SSR data – J. Genet. Genomics 34: 851-859. – 2007.
7. Mornhinweg D.W. Biotic stresses in barley: Insect problems and solutions // In: Ullrich, S.R., editor. Barley: Production, Improvement, and Uses. – Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell. – 2011. – P. 355-390.
8. Chrpová J., Šíp V., Štočková L., Stemberková L., Tvarůžek L. Resistance to Fusarium head blight in spring barley – Czech J. Genet. Plant Breed. – 47. – 2011 (2). – P. 58-63.
9. Литун П. П., Кириченко В. В., Петренкова В. П., Коломацкая В. П. Адаптивная селекция. Теория и технология на современном этапе. – Харьков, 2007. – 263 с

RESISTANCE OF VARIETIES OF SUMMER BARLEY TO BIOTIC STRESS IN THE CONDITIONS OF EAST PART OF FOREST-STEPPE OF UKRAINE

P.N. Solonychnyy

Institute of plant industry of V.Ja.Jurev, Ukraine

E-mail: solonychnyy-pasha@rambler.ru

Abstract: In the article results of evaluation of resistance of 32 varieties of summer barley are brought in complex of biotic factors of medium in the conditions of east part of forest-steppe of Ukraine in 2010-2012. Varieties with individual, group and complex resistance are determined. Varieties with high level of genetic protection against biotic stress are determined.

Keywords: summer barley, variety, biotic stress, index, biotic plasticity, causal organisms of diseases, pests.

УДК [581.14:582.741]:661.162.6

ВЛИЯНИЕ ХЛОРМЕКВАТХЛОРИДА НА ФОРМИРОВАНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО В УСЛОВИЯХ ПРАВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

В.Г. КУРЬЯТА, доктор биологических наук, профессор

Е.А. ХОДАНИЦКАЯ, ассистент

Винницкий государственный педагогический университет им. Михаила Коцюбинского

Изучали влияние хлормекватхлорида на формирование листовой поверхности, фотосинтетическую активность листьев и продуктивность культуры льна масличного. Установлено, что препарат положительно влиял на формирование фотосинтетического аппарата, менял характер донорно-акцепторных отношений у растений, следствием чего было увеличение продуктивности культуры. Под влиянием ингибитора роста увеличивалось содержание масла в семенах льна и улучшалось его качество. Остаточное содержание ретарданта в семенах не превышает предельно допустимых концентраций.

Ключевые слова: лен (*Linum usitatissimum* L.), ретарданты, фотосинтетический аппарат, продуктивность фотосинтеза, урожайность.

Высшие растения рассматривают как единую донорно-акцепторную систему, функционирование которой в значительной степени определяется генетической программой развития [1, 2]. Ключевую роль в формировании продуктивности растения играют процессы морфогенеза, фотосинтеза, накопления и перераспределения ассимилятов. Эти процессы контролируются сложной системой фитогормональных связей между органами-донорами и органами-потребителями ассимилятов, причем физиологический эффект зависит не только от концентрации отдельных фитогормонов, но и от их соотношения [3].

Онтогенетические изменения в соотношении гиббереллинов, цитокининов и ауксинов существенно влияют на ростовые процессы и особенности гистогенеза вегетативных и генеративных органов растений [4]. Современная физиология обладает значительным арсеналом синтетических регуляторов роста, которые по своей природе являются аналогами или модификаторами гормонального статуса растений. К данным препаратам относятся природные фитогормоны, их синтетические аналоги или композиционные препараты, содержащие сбалансированный комплекс фиторегуляторов, биологически активных веществ, микроэлементов, которые активно включаются в обмен веществ и приводят к изменениям в росте и развитии. Широко используются регуляторы роста ингибиторного типа – ретарданты, которые на фоне изменений донорно-акцепторных отношений в растении замедляют процессы линейного роста и перераспределяют потоки пластических веществ в сторону генеративных органов [3, 4]. Сегодня интенсивно используется высокопродуктивный ретардант хлормекватхлорид [5]. Препарат не имеет канцерогенных свойств, не накапливается в организме и выводится в течении суток, в почве распадается на холинхлорид, холин и бетаин, которые являются естественными продуктами метаболизма.

Масличный лен – важная техническая культура, дающая высокие урожаи семян и является хорошим предшественником для озимых культур. Короткий вегетационный период, засухоустойчивость и высокая производительность – эти биологические особенности способствуют вы-

ращиванию льна в степи и лесостепи Украины. Семена масличного льна содержит 42-48 % масла, богатого важнейшими жирными кислотами.

Развитие льноводства невозможно без производства высококачественной конкурентно-способной продукции [6]. На нынешнем этапе необходима оптимизация технологии выращивания, важным элементом которой становится использование регуляторов роста и развития растений.

Цель нашей работы состояла в выявлении особенностей влияния ретарданта группы четвертичных аммониевых соединений хлормекватхлорида на формирование фотосинтетического аппарата, продуктивность и качество семян льна масличного.

Материалы и методы исследований

Полевые исследования проводили в 2009-2011 гг. на производственных посевах льна масличного Винницкой государственной сельскохозяйственной опытной станции Института кормов и сельского хозяйства Подолья НААН. Почвенный покров представлен серыми лесовыми оподзоленными среднесуглинистыми почвами, с слабокислой средой (рН 6,6). Содержание гумуса в пахотном слое 1,6%-3,0%. Содержание гидролизованного азота (по Корнфилду) составляет 84 мг/кг, подвижного фосфора и обменного калия (по Кирсанову) соответственно 158 и 114 мг/кг [7].

Растения льна масличного сорта Орфей однократно (08.06.09., 04.06.10., 07.06.11.) обрабатывали в фазу бутонизации 0,5%-ным водным раствором хлормекватхлорида. Площадь учетного участка – 10 м², междурядья – 0,15 м, повторность пятикратная. Обработка осуществлялась с помощью ранцевого опрыскивателя ОП-2 до полного смачивания листьев. Контрольные растения обрабатывали водопроводной водой. Лен масличный выращивали по общепринятой технологии [8].

В процессе онтогенеза определяли морфометрические показатели и чистую продуктивность фотосинтеза. В конце вегетации определяли продуктивность и структуру урожая по вариантам опыта. Общее содержание масла в семенах определяли методом экстракции в аппарате Сокслета. В качестве органического растворителя использовали петролейный эфир с температурой кипения 40- 65⁰С. В образцах выделенного масла определяли качественные характеристики: кислотное число – индикаторным методом для темных масел, йодное число – методом Генгриновича, число омыления, эфирное число по общепринятым методикам [9]. Содержание остаточного количества хлормекватхлорида определяли методом тонкослойной хроматографии на пластинках марки «Silufol UV-254» фирмы «Kavalier» (Чехия) [10].

Результаты исследований обрабатывали статистически. В таблицах представлены средние значения результатов трехлетних исследований и их стандартные ошибки.

Результаты и их обсуждение

Регуляция донорно-акцепторных отношений в растительном организме осуществляется через координацию фотосинтеза и ростовой функции [2]. Ключевую роль в продуктивности растений играет фотосинтетическая активность, которая в значительной степени определяется как площадью листовой поверхности и анатомическими особенностями листьев, так и формированием запроса на ассимиляты акцепторными зонами [3]. Результаты наших исследований свидетельствуют, что применение ретарданта хлормекватхлорида приводило к изменениям в формировании листовой поверхности растений льна масличного (рис. 1.) .

Нами установлено, что при действии антигибереллинового препарата хлормекватхлорида увеличивалось количество листьев на растении (рис.1., Б). Вместе с этим, суммарная площадь листовой поверхности не отличалась от контроля, что свидетельствует об уменьшении площади одного листа при действии препарата (рис.1., А). Подобная реакция является типичной при дефиците гиббереллинов.

По результатам наших исследований хлормекватхлорид продолжал период активного функционирования листьев независимо от условий вегетации. Данный показатель является очень важным, поскольку для формирования урожая растений льна существенное значение имеет не только величина листовой поверхности, но и скорость отмирания листьев. Так, в конце вегетации количество живых листьев в контроле составляло $9,7 \pm 1,95$, а при использовании регулятора роста – $18,1 \pm 2,01$.

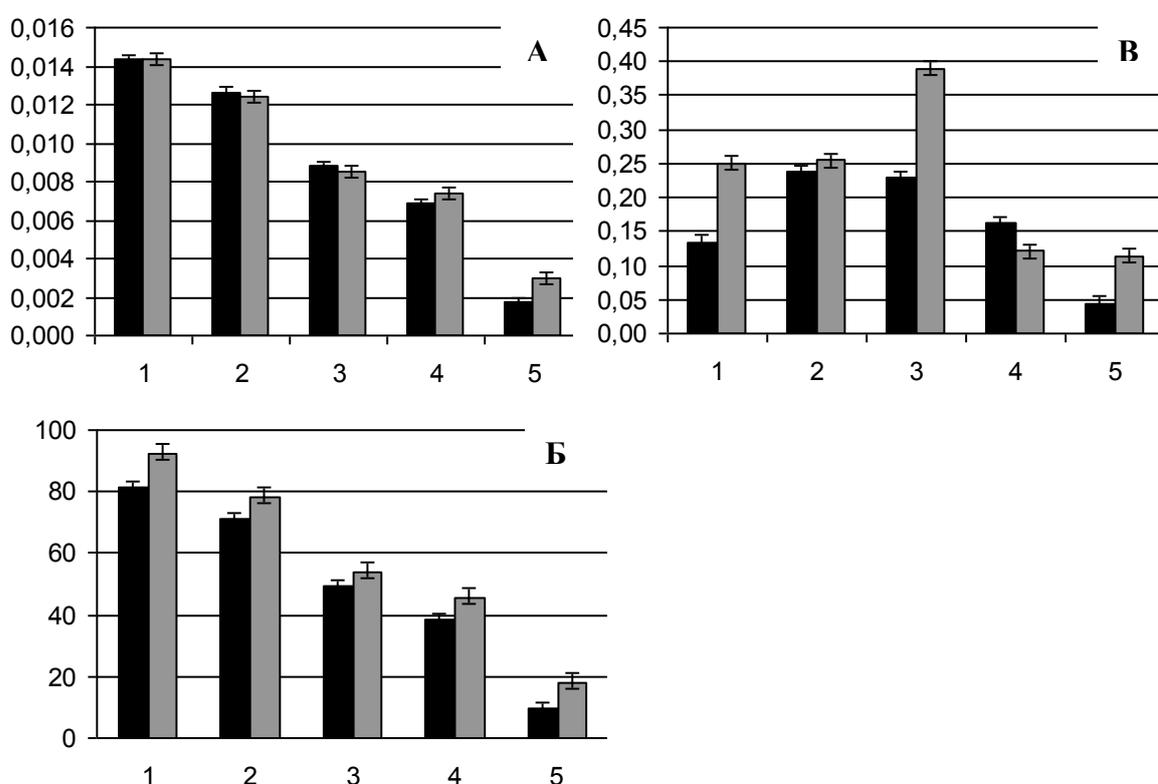


Рис. 1. Влияние хлормекватхлорида на площадь, m^2 (А) и количество листьев на растении льна, шт. (Б), продуктивность фотосинтеза, $g/m^2 \cdot сутки$ (В) (среднее за 2009-2011 гг.). Время после обработки: 1 – 1-10-е, 2 – 10-20-е, 3 – 20-30-е, 4 – 30-40-е, 5 – 40-50-е сутки.
 ■ - контроль, ■ - хлормекватхлорид

Результаты исследований свидетельствуют, что уменьшение листовой поверхности при обработке растений льна хлормекватхлоридом сопровождалось ростом донорного потенциала на единицу площади листа (рис.1., В). При действии ретарданта фотосинтетическая активность листьев льна увеличивалась. Максимальные значения этого показателя у растений льна отмечали под влиянием препарата в период формирования и налива семян.

Увеличение количества и площади листьев у растений льна при действии хлормекватхлорида способствует формированию более мощной ассимиляционной поверхности, что приводит к

усилению фотосинтетической продуктивности, активного накопления ассимилятов и существенно влияет на формирование урожая растений.

Результаты наших исследований свидетельствуют, что применение хлормекватхлорида способствовало повышению урожайности льна масличного (табл. 1). Влияние ретарданта на продуктивность льна проявилось в изменениях структуры урожая.

Использование хлормекватхлорида приводит к блокированию синтеза гиббереллинов и частичного снятия эффекта апикального доминирования. В результате этого происходит усиление ветвления стебля и закладка большего количества плодов, которые создавали мощный атрагирующий потенциал и формировали более высокий запрос на ассимиляты, чем в контроле. Так, при обработке препаратом отмечалось увеличение числа коробочек на растении, количества семян в плодах и массы семян. В целом урожайность льна масличного при действии хлормекватхлорида увеличилась в среднем на 13,4% по сравнению с контролем.

Таблица 1. Структура урожая льна масличного сорта Орфей при действии хлормекватхлорида (среднее за 2009-2011 гг.)

Вариант	Контроль	Хлормекватхлорид
Количество плодов на растении, шт.	27,00±1,14	36,49±1,03*
Количество семян в коробочке, шт.	8,25±0,23	9,17±0,17*
Масса 1000 семян, г	7,86±0,04	8,18±0,03*
Отношение массы семян к массе растения	0,461	0,598
Урожайность, ц/га	18,78±0,18	21,29±0,19*

Примечание: * - разница достоверна при $P \leq 0,05$

Согласно данным литературы под влиянием синтетических регуляторов роста растений происходит перераспределение потоков ассимилятов в сторону генеративных органов, что приводит к росту продуктивности культуры, а также увеличению содержания резервных соединений в семенах [3, 4]. Результаты нашей работы показывают, что хлормекватхлорид увеличивал содержание масла в семенах льна сорта Орфей (табл. 2).

Проведенные нами исследования выявляют, что использование ингибитора роста влияет на качественные показатели льняного масла (табл. 2). Кислотное число – показатель содержания свободных жирных кислот – при применении хлормекватхлорида уменьшалось и не превышало допустимые концентрации (не более 2,5 мг КОН/г) для льняного масла.

Нами установлено увеличение числа омыления (характеризует содержание общего количества свободных и связанных жирных кислот) и эфирного числа (характеризует содержание связанных жирных кислот) масла при применении регулятора роста растений.

Масло льна характеризуется относительно высоким значением йодного числа (характеристика содержания ненасыщенных жирных кислот в масле). При действии хлормекватхлорида ненасыщенность липидов семян льна увеличивалась, о чем свидетельствует рост показателей йодного числа.

Таблица 2. Содержание и качество масла в семенах льна сорта Орфей при действии хлормекватхлорида (среднее за 2009-2011 гг.)

Вариант	Контроль	Хлормекватхлорид
Масличность семян, %	36,81±0,22	39,07±0,18*
Йодное число, г йода / 100 г масла	153,65±6,27	162,43±4,14
Кислотное число, мг КОН / г масла	1,71±0,04	1,54±0,07
Число омыления, мг КОН / г масла	162,50±1,92	170,57±2,78*
Эфирное число, мг КОН / г масла	160,80±2,84	168,84±2,13*

Примечание: * - разница достоверна при $P \leq 0,05$

С учетом требований экологической безопасности при применении синтетических и комплексных регуляторов роста растений необходимым условием является исследование токсикологического риска и контроль содержания остаточных количеств препаратов в готовой продукции. Согласно ДСанПиН. 8.8.1.2.3.4.-000-2001 остаточное количество хлормекватхлорида в семенах не должно превышать 0,1 мг/кг. В образце семян льна сорта Орфей, обработанного данным ретардантом, концентрация составляет 0,042 мг / кг.

Выводы

В результате проведенных исследований были выявлены особенности влияния ретарданта хлормекватхлорида на формирование фотосинтетического аппарата и продуктивность семян льна масличного в условиях правобережной Лесостепи Украины. Хлормекватхлорид положительно влияет на формирование фотосинтетического аппарата, следствием чего является увеличение чистой продуктивности фотосинтеза. При использовании препарата установлено увеличение числа коробочек на растении льна масличного, количества семян в плодах и массы семян, что способствует росту продуктивности культуры. Применение хлормекватхлорида приводило к повышению содержания масла в семенах льна и улучшению его качественных характеристик. Остаточное содержание регулятора роста в семенах не превышает предельно допустимых концентраций.

Литература

1. Мокронос А.Т., Борзенкова Р.А. Методика количественной оценки структуры и функциональной активности фотосинтезирующих тканей и органов // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1978. – Вып.61, № 3. – С. 119-131.
2. Киризий Д.А. Фотосинтез и рост растений в аспекте донорно-акцепторных отношений. – К.: Логос, 2004. – 191 с.
3. Курьята В.Г. Ретарданты – модификаторы гормонального статуса растений. // Физиология растений: проблемы и перспективы развития: в 2т. – К.: Логос, 2009. – С. 565-587.
4. Мусатенко Л.И. Фитогормоны и физиологически активные вещества в регуляции роста и развития растений. // Физиология растений: проблемы и перспективы развития: в 2т. – К.: Логос, 2009. – С. 508-536.
5. Перечень пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к использованию в Украине / В.Л. Петрунук, В.Ф. Мариевский, В.Я. Шевчук и др. – К.: Юнивест Маркетинг, 1996. – С. 94-95.
6. Карпец И.П., Дрозд А.Н. Качество продукции льна-долгунца и масличного при разных способах посева и удобрения. // Вестник аграрной науки. – 2005. – № 6. – С. 21-24.

7. Почвы Винницкой области / ред. С. О. Скорина. – Одесса: Маяк, 1969. – 64 с.
8. Лихочвор В.В. Растениеводство. Технологии выращивания сельскохозяйственных культур. – К.: Центр учеб. литературы, 2004. – 808 с.
9. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков, В.В. Арасимович, Н.П. Ярош и др. – Л.: Агропромиздат, Ленингр. отд-ние, 1987. – 430 с.
10. Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде / Гос. комис. по хим. средствам борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками при МСХ СССР. – М.: Б. и., Б. г. Ч. 10. – 1980. – С. 141-153.

INFLUENCE OF CHLORMEQUAT-CHLORIDE ON THE FORMATION OF PHOTOSYNTHETIC APPARATUS AND PRODUCTIVITY OF OIL FLAX IN THE RIGHT BANK OF FOREST-STEPPE OF UKRAINE

V.G. Kur'yata, E.A. Hodanickaya

Vinnitsa State Pedagogical University of Michael Kotsjubinsky

***Abstract:** The influence of retardant chlormequat-chloride on the formation of leaf surface, photosynthetic productivity and crop of the oil flax has been studied. It has been established that the preparation positive influenced on the formation of photosynthetic apparatus and structure of the yield. The use of retardant led to increasing of the oil content in seeds and the improvement of its quality.*

Keywords: oil flax (*Linum usitatissimum* L.), retardant, photosynthetic apparatus, productivity.

УДК 633.34:631.526.32(470.326)

ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТОВ СОИ КАНАДСКОЙ СЕЛЕКЦИИ ТАНАИС, ХОРОЛ, КУБАНЬ В ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.С. ГАВРИЛИН, аспирант

С.И. ПОЛЕВЩИКОВ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
ФГБОУ ВПО «Мичуринский государственный аграрный университет»

С.М. ГАВРИЛИН *, глава КФХ «Рассвет»

О.А. ГАВРИЛИНА*, член КФХ «Рассвет»

*Тамбовская обл., Жердевский район, с. Павлодар, ул. Яничкина, д. 7.

М.Н. ФИРСОВА**, главный агроном

**ЗАО «Инжавинская Нива» Тамбовская обл., г. Рассказово

В результате проведённой работы было установлено, что в погодных условиях 2013 года при разных сроках посева наивысшая урожайность была отмечена у сорта Танаис - 18.06 ц/га, чуть меньше показатели у сорта Кубань - 17.78 ц/га и минимальный результат показал сорт Хорол - 16.66 ц/га, у контрольного сорта Ланцетная - 16.38 ц/га.

Ключевые слова: продуктивность, сорт, соя, селекция, срок посева, бобы, уборка.

В северо-восточной части ЦЧР одной из проблем, с которой постоянно сталкиваются сельскохозяйственные товаропроизводители, является недостаточное количество сельскохозяйственных культур, которые можно удачно реализовать, получив хорошую прибыль. В хозяйствах с небольшим набором культур в посевах происходит снижение их продуктивности по причине не соблюдения в севообороте периода возвращения культур на прежнее место [1].

Чтобы получать высокие и устойчивые урожаи сельскохозяйственных культур необходимо знать их требования к факторам жизни и условиям среды, с которыми они находятся в постоянном взаимодействии [2].

Соя по посевной площади занимает первое место в мире среди зернобобовых культур. В России ее в основном возделывали в Приморском и Хабаровском краях, Поволжье, в Ростовской области и на Северном Кавказе. В последние годы наметилась тенденция увеличения площадей выращивания этой культуры вне традиционных для нее зон. Так, сою довольно успешно пытаются возделывать в Центральном районе России, а за рубежом – в северных районах Германии, Дании, Швейцарии и Великобритании. Научные исследования и производственная практика подтвердили возможность выращивать эту культуру в регионах, сходных по климату с Южным Уралом – лесостепном Зауралье и на юге Западной Сибири.

Почвенно-климатические условия ЦЧР позволяют успешно возделывать сою не только на зеленую массу (совместно с кукурузой или суданской травой), но и на семена. В ЦЧР складываются оптимальные сочетания агроклиматических показателей для возделывания сои без орошения [3].

В 2013 году в КФХ «Рассвет», в селе Павлодар Жердевского района Тамбовской области на площади 4 га был проведен посев 6 сортов сои отечественной и зарубежной селекции (из них два сорта канадской селекции - Танаис и Хорол). По мнению главы хозяйства соя как культура имеет высокий потенциал урожайности. Для её возделывания необходима хорошо обработанная от сорняков и выровненная почва. Считает, что по технологии возделывания и биологии соя схожа с гречихой. Видит в сои хорошего предшественника для других сельскохозяйственных культур, так как она способна обогащать почву. Считает, что для сои лучшим предшественником является озимая пшеница. При возделывании сои хозяйство не испытало серьёзных проблем. Самые большие трудности возникли при уборке, нижние бобы были низко расположены, по 4 боба и более располагались ниже среза жатки комбайна. Несмотря на это в хозяйстве считают, что потери из-за этого составляют всего 1-2 %, следовательно, ущерб от этого неощутимый, к тому же бобы остаются не на каждом растении. Кроме этого возникали проблемы с захватом мотовила комбайна ещё не срезанных растений сои. Но эта проблема была в хозяйстве быстро решена. Путем закрепления дополнительных пластин и ремней на иголки мотовила. Главными же условиями качественной уборки урожая семян сои руководство хозяйства считает: выровненные поля, правильно отрегулированный комбайн, и чтобы жатка комбайна хорошо копировала почву. Ещё одним минусом сои видят то, что растения сои подвергаются заморозкам. А так же то, что бобы сои при несвоевременной уборке растрескиваются. Для этого необходимо выращивать сорта, которые устойчивы к растрескиванию или своевременно проводить уборку. Оптимальными же технологическими операциями при возделывании сои, по мнению главы хозяйства, является следующее сочетание: после уборки предшественника следует провести обработку почвы дисковыми орудиями, через две недели вспашку и боронование. Весной необходимо провести боронование (обязательно вовремя, иначе будет много комков) и две культивации. Первую культивацию на глубину 7-8 см (для лучшего подрезания сорняков и лучшего рыхления почвы), вторую (предпосевную) на глубину посева. Посев начинать с 15 - 20 мая (из-за заморозков), а так лучше с 5 - 10 мая, на глубину 5-6 см. После посева обязательно провести прикатывание. В течение вегетации необходимо провести две листовые подкормки микроудобрениями. При применении гербицидов обязательно правильно выдержать дозировку ядохимиката и провести обработку в

строго определённой фазе развития растений сои. Из вредителей в посевах встречалась только плодоярка. После возделывания сои в хозяйстве от данной культуры остались положительные впечатления. Считают, что соя одна из самых перспективных культур, первая по содержанию белка, одна из самых полезных. Считают, что в ЦЧР возможно выращивать сою и получать хорошие урожаи, используя при этом определённые сорта с более коротким вегетационным периодом. При соблюдении технологии и имеющейся на рынке сбыта цене, соя является очень рентабельной культурой. Руководство хозяйства и дальше планирует использовать сою в своих посевах. Что касается сортов канадской селекции Танаис и Хорол, то по мнению главы хозяйства из 6 сортов использованных в посевах, только сорт саратовской селекции Соер 5 может составить достойную конкуренцию канадским сортам. По мнению же сотрудников хозяйства, зерно сои способствует увеличению мясной продуктивности, интенсивному приросту молодняка свиней и КРС. Соевое сено очень охотно поедают имеющиеся в хозяйстве животные. Кроме этого в хозяйстве используют зерно сои для собственного потребления. Сначала замачивают в воде, а потом жарят на сковороде.

В этот же год в ЗАО «Инжавинская Нива» Инжавинского района Тамбовской области впервые, на площади 50 га были посеяны два сорта сои - Танаис и Мерлин (австрийская селекция). По мнению главного агронома хозяйства: «Союшка», именно так называют они сою - культура перспективная, будем продолжать её сеять. Пока она ещё почти ничем не болеет и вредителей еще не имеет, но к сожалению вместе с соей придет и всё это. Посев проводили сеялкой СЗ-5.4, с междурядием 30см и нормой высева семян 1,5ц/га. Проблемы были с уборкой, 1-2 боба оставались на растении, влажность зерна после подработки на ОВС была 15-16%, для хранения подсушивали с помощью аэраторов. Также не очень удобно «выдёргивать» комбайн с уборки подсолнечника (совпадают сроки уборки), переоборудовать его на сою, а потом обратно на подсолнечник (но это терпимые издержки производства).

Более подробное же изучение сортов сои канадской селекции было проведено в 2013 году на опытном поле агрономического факультета Мичуринского государственного аграрного университета в учхозе «Комсомолец». Там был заложен полевой опыт, с целью определить продуктивность сортов сои канадской селекции в условиях Тамбовской области при разных сроках посева. Ниже приведены результаты проведённой работы.

Климат хозяйства (учхоза Комсомолец) характеризуется умеренной континентальностью с довольно теплым летом и морозной, устойчиво холодной зимой. Средняя температура наиболее теплого месяца июля равна +19,5°, а наиболее холодного - января - 10,5°С. Общая продолжительность периода с положительными среднесуточными температурами равна 215 - 225 дней, а периода с отрицательной - 140 - 150 дней. Сумма активных температур за вегетационный период равна 2300 - 2600 °С.

Почва полностью оттаивает примерно в середине апреля. Переход среднесуточной температуры через 5°С бывает во второй декаде апреля, через 10°С – в конце апреля - начале мая.

Почвенный покров землепользования хозяйства в основном занят черноземами выщелоченными, а также лугово-черноземными и луговыми почвами.

Количество гумуса в пахотном слое варьирует в пределах от 4,2% до 6,1%, РН солевой вытяжки равно 5,5 - 5,7, содержание легкогидролизуемого азота составляет от 13,4 до 15,1 мг на 100 г почвы, подвижного фосфора - от 6,4 мг до 10,6 мг и обменного калия - от 14,0 до 15,2 мг на 100 г абсолютно сухой почвы. Степень насыщенности основаниями - 78,4% - 82,0%.

Таблица 1. Метеорологические данные за вегетационный период сои.

Месяц	Декада	Среднесуточная температура воздуха, °С		Количество осадков, мм		Среднесуточная относительная влажность воздуха, %	
		2013 год	среднее многолет.	2013 год	среднее многолет.	2013 год	среднее многолет.
Апрель	1	4.3	0.5	9.2	10.2	74.2	77
	2	9.8	4.7	0	10.4	43.9	73
	3	10.7	9.2	17	12.3	54.9	72
	За месяц	8.3	4.8	26.2	32.9	57.6	74
Май	1	15.7	12.0	4.9	14.4	52.9	65
	2	22.6	13.7	0	15.9	38.4	67
	3	19.3	15.1	35.1	17.2	66.3	54
	За месяц	19.2	13.6	40.0	47.2	52.6	62
Июнь	1	19.4	16.7	14.7	18.2	55.7	59
	2	21.5	17.9	18.6	19.6	55.2	61
	3	21.6	18.9	36.1	20.3	67.1	69
	За месяц	20.8	17.8	69.4	58.1	59.3	63
Июль	1	22.3	19.7	16.9	20.4	59.2	67
	2	20.5	20.1	16.0	20.8	61.0	65
	3	16.4	20.3	62.0	19.3	77.9	72
	За месяц	19.7	20.0	94.9	60.5	66.1	68
Август	1	20.8	19.8	11.1	18.8	67.1	74
	2	21.6	19.6	17.7	18.9	58.4	62
	3	18.2	19.9	46.8	16.1	62.3	71
	За месяц	20.2	19.8	75.6	53.8	62.6	69
Сентябрь	1	13.5	7.6	35.1	15.3	85.0	64
	2	13.6	5.2	31.7	14.2	79.3	72
	3	7.3	2.9	26.6	13.6	81.4	68
	За месяц	11.5	5.2	93.4	43.1	81.9	70
За период с апреля по сентябрь		16.6	13.5	399.5	288.0	63.4	67.7
Отклонение от много-летних значений		+3.1	-	+111.5	-	-4.3	-

Анализируя метеорологические данные вегетационного периода сои в 2013 году можно сделать вывод, что количество осадков и среднесуточная температура воздуха за этот период были значительно выше средних многолетних, а относительная влажность воздуха, наоборот, была ниже многолетних значений. В начальных фазах вегетационного периода (апрель, май) более высокая среднесуточная температура воздуха оказала благоприятное воздействие на рост и развитие растений сои, но повышенное выпадение осадков в августе и сентябре привело к удлинению фазы созревания и смещению уборки семян сои в более поздние сроки.

Для посева в опыте использовались 3 сорта канадской селекции Танаис, Хорол и Кубань, а в качестве контроля высевался отечественный сорт - Ланцетная. Данный сорт наиболее часто встречается в посевах нашей местности (табл.2).

Таблица 2. Характеристика сортов сои

№	Сорт	Оригинатор сорта / Патентообладатель	Год внесения в реестр	Группа спелости	Вегетационный период, дней
1	Ланцетная	ФГОУ ВПО Белгородская ГСХА / ГНУ ВНИИЗБК, г. Орёл	2005	скороспелый	91-105
2	Танаис	Prograin, Canada	2012	ультраскороспелый	85-90
3	Хорол	Prograin, Canada	2012	раннеспелый	100-105
4	Кубань	Prograin, Canada	Не районирован	среднеранний	100-110

Из таблицы 2 видно, что в опыте использовались сорта внесенные в Госреестр районированных сортов (2012 год), и один сорт ещё не внесенный в реестр. Вегетационный период всех сортов варьирует от 85 до 110 дней, т.е. все сорта подходят для возделывания в нашем регионе.

Посев сои проводился в 6 сроков: с 20 апреля по 10 июня через каждые 10 дней. В таблице 3 приведена схема полевого опыта (номера вариантов даны по порядку размещения). Опыт был заложен в 4-х кратной повторности на 96 делянках, посевная площадь делянки – 37,8 квадратных метров, учётная – 22.5 метра².

Таблица 3. Схема полевого опыта

№ сева	Срок сева	Название сортов			
		Ланцетная	Танаис	Хорол	Кубань
1	20 апреля	1	7	13	19
2	30 апреля	2	8	14	20
3	10 мая	3	9	15	21
4	20 мая	4	10	16	22
5	30 мая	5	11	17	23
6	10 июня	6	12	18	24

В опыте предшественником для сои был ячмень. Сразу после уборки предшественника обработка участка проводилась дисковыми орудиями, последующие приёмы обработки почвы, сроки их проведения и составы агрегатов представлены в таблице 4

Таблица 4. Технологические операции выполняемые в опыте при возделывании сои

№	Технологические операции	Календарные сроки проведения	Агротехнические сроки проведения	Состав агрегата	Агротехнические требования
1	Дискование почвы	3д. августа	После уборки предшественника	ДТ-75М+ БДТ - 3	На глубину 8-10 см
2	Зяблевая вспашка	1д. сентября	После дискования	ДТ-75М+ ПЛН-4-35	На глубину 25-27 см
3	Выравнивание почвы	3д. сентября	Через 2 недели после вспашки	МТЗ-82+КПС-4+ 4 БЗТС-1.0	На глубину 5-6 см
4	Ранневесеннее боронование	2д. апреля	При физической спелости почвы	ДТ-75М+ 12 БЗТС-1.0	На глубину 3-5 см
5	Культивация с боронованием	2д. апреля-1д. июня (каждые 10 дней)	За 1 день до посева каждого варианта	МТЗ-82+КПС-4+ 4 БЗТС-1.0	На глубину 4-6 см

6	Посев	2д. апреля- 1д. июня (ка- ждые 10 дней)	Сразу после культивации	МТЗ-82+ СН-16п	На глубину 4- 6 см
7	Прикатывание	2д.апреля- 1д. июня (каждые 10 дней)	Сразу после посева	ЮМЗ + ЗККШ-6А	-
8	Обработка гербицидами	Май - июль	Опрыскивание в фазе 2-4 листьев сорняков	ЮМЗ + опрыски- ватель марки "Бар- сик"	"Фюзилад Форте" - 1 л/га;
		Май - июль	Опрыскивание в фазе 3-5 листьев культуры		"Линтаплант"- 0,5 л/га
9	Подкормка	Июнь - август	В фазе формирования бобов	ЮМЗ + опрыски- ватель марки "Бар- сик"	"Полистин" - 2 л/га
10	Десикация	1д. августа- 2д. сентября	Опрыскивание при побу- рении 50-70% бобов за 7- 10 дней до уборки	ЮМЗ + опрыски- ватель марки "Бар- сик"	"Реглон Су- пер" - 2л/га
11	Уборка	2д. августа- 3д. сентября	При созревании	Комбайн марки "Terrior"	Без потерь, высота среза 7-8 см

Из данных таблицы 4 следует, что перед посевом сои проводилась комплексная основная обработка почвы, с целью улучшения физического состояния почвы, очистки поля от сорняков и выравнивания поверхности почвы. Посев, согласно схемы опыта проводился в 6 сроков зерновой сеялкой (СН-16п) с междурядием 30 см со стандартной нормой высева – 0,8 млн. штук всхожих семян на га. Перед посевом проводилась обработка семян инокулянтами ризоторфином и нитрофиксом. В фазе от 1 до 3 пар настоящих листьев культуры, для борьбы с двудольными сорняками, проводилась обработка посевов гербицидом "Линтаплант" (0,5л/га), а для борьбы с однодольными сорняками, в фазе от 2 до 4 листьев сорных растений посева опрыскивались гербицидом «Фюзилад Форте» (1л/га). В фазе формирования бобов посева подкармливались органическим удобрением «Полистин» (2 л/га). За 7-10 дней до уборки (при побурении 50-70% бобов) проводилась десикация препаратом «Реглон Супер» (2л/га). Норма расхода рабочей жидкости при обработке гербицидами составляла 250 л/га, при подкормке - 200 л/га, а при десикации - 300 л/га. Уборка проводилась при влажности семян 12-15% и высоте среза 7-8 см. В течение всей вегетации проводились фенологические наблюдения за ростом и развитием растений сои (табл. 5).

Таблица 5.Сроки наступления фенологических фаз по вариантам

Сорт	Срок посева	Фазы роста								Дата уборки	Продолжительность вегетационного периода, дней
		Появление всходов	Образование тройч. листа	Ветвление	Бутонизация	Цветение	Формирование бобов	Налив семян	Созревание		
Ланцетная	20 апреля	30.04	7.05	13.05	23.05	4.06	27.06	12.07	31.07	14.08	106
	30 апреля	8.05	16.05	22.05	4.06	17.06	4.07	15.07	8.08	20.08	104
	10 мая	17.05	24.05	30.05	13.06	25.06	10.07	24.07	14.08	24.08	99
	20 мая	27.05	3.06	9.06	21.06	3.07	21.07	2.08	19.08	30.08	94
	30 мая	5.06	13.06	21.06	3.07	16.07	2.08	13.08	29.08	8.09	94
	10 июня	15.06	22.06	29.06	12.07	25.07	7.08	19.08	6.09	16.09	93
Танаис	20 апреля	30.04	8.05	14.05	24.05	6.06	30.06	16.07	12.08	26.08	119
	30 апреля	8.05	16.05	22.05	5.06	18.06	13.07	27.07	22.08	4.09	118
	10 мая	17.05	24.05	31.05	14.06	26.06	23.07	7.08	31.08	13.09	119
	20 мая	27.05	3.06	10.06	23.06	9.07	27.07	9.08	2.09	18.09	114
	30 мая	5.06	14.06	22.06	7.07	18.07	5.08	19.08	10.09	26.09	113
	10 июня	15.06	21.06	30.06	12.07	21.07	10.08	23.08	15.09	1.10	109
Хорол	20 апреля	30.04	8.05	14.05	25.05	6.06	10.07	31.07	31.08	18.09	142
	30 апреля	8.05	16.05	22.05	5.06	21.06	24.07	12.08	10.09	28.09	143
	10 мая	17.05	24.05	30.05	14.06	26.06	5.08	22.08	20.09	7.10	144
	20 мая	27.05	3.06	9.06	22.06	8.07	6.08	24.08	23.09	14.10	140
	30 мая	5.06	14.06	23.06	7.07	23.07	20.08	4.09	29.09	20.10	137
	10 июня	15.06	21.06	30.06	12.07	28.07	25.08	10.09	5.10	26.10	133
Кубань	20 апреля	30.04	8.05	15.05	27.05	9.06	14.07	6.08	7.09	26.09	150
	30 апреля	8.05	16.05	23.05	7.06	23.06	27.07	16.08	16.09	5.10	150
	10 мая	17.05	24.05	30.05	15.06	28.06	7.08	25.08	24.09	12.10	149
	20 мая	27.05	3.06	9.06	23.06	10.07	9.08	28.08	29.09	21.10	147
	30 мая	5.06	14.06	24.06	9.07	26.07	24.08	9.09	1.10	29.10	146
	10 июня	15.06	21.06	2.07	15.07	1.08	31.08	16.09	12.10	4.11	142

Анализируя данные таблицы 5, можно сделать вывод о том, что в условиях 2013 года вегетационный период сорта Танаис фактически составил от 109 до 119 дней, в зависимости от срока посева, что явно превышает тот вегетационный период который показан в официальной характеристике сортов (табл.2) - 85-90 дней, у сорта Хорол от 133 до 144 дней против 100-105 дней, а у сорта Кубань от 142 до 150 дней против 100-110. Это обусловлено плохими погодными условиями в августе и сентябре, и тем что данные сорта были выведены не в нашей местности, в других природно-климатических условиях. При формировании бобов на растении сои погодные условия 2013 года также оказали влияние (табл.6).

Таблица 6. Количество бобов на 1 растении в зависимости от сортовой принадлежности и сроков посева семян, шт.

Срок посева	Ланцетная	Танаис	Хорол	Кубань	Среднее по трём сортам
20 апреля	30.0	28.0	49.0	37.5	37.2
30 апреля	38.0	37.0	51.0	24.5	37.5
10 мая	37.5	27.0	56.0	35.0	39.3
20 мая	47.5	15.0	37.0	51.0	34.3
30 мая	65.0	26.5	51.0	43.0	40.2
10 июня	44.5	35.0	26.0	36.0	32.3
Среднее по опыту	43.8	28.1	45.0	37.8	36.8

Анализируя данные таблицы 6 можно сделать вывод о том, что в зависимости от срока посева количество бобов на растении у контрольного сорта Ланцетная варьирует от 37.5 до 61 штуки, у сорта Танаис - от 15 до 37, у сорта Хорол - от 26 до 56, и у сорта Кубань от 24.5 до 51 штук на одном растении. В среднем по всем срокам посева, максимальное количество бобов было у сортов Хорол и Ланцетная - соответственно 45 и 43.8 штук на растение. У сортов Танаис и Кубань показатели ниже - 28.1 и 37.8 штук. Иная ситуация наблюдается и при анализе количества семян в бобе (табл.7).

Таблица 7. Количество семян в бобе в зависимости от сортовой принадлежности и сроков посева семян, шт.

Срок посева	Ланцетная	Танаис	Хорол	Кубань	Среднее по трём сортам
20 апреля	1.9	1.7	1.9	2.4	2.0
30 апреля	1.9	1.7	1.9	2.2	1.9
10 мая	2.2	1.7	2.3	2.3	2.1
20 мая	1.8	2.1	2.6	2.2	2.3
30 мая	1.6	2.1	2.6	2.1	2.3
10 июня	1.7	2.1	2.5	1.5	2.0
Среднее по опыту	1.9	1.9	2.3	2.1	2.1

Анализируя данные таблицы 7, можно сделать вывод о том, что количество семян в одном бобе у контрольного сорта Ланцетная и у сорта Танаис равно 1.9 штук, что на 17,4% меньше, чем у сорта Хорол - (2.3 шт.), и на 9,5% меньше чем у сорта Кубань - (2.1 штук). Учитывая количество бобов на 1 растении и семян в одном бобе, а также массу 1000 семян и конечную густоту стояния растений, мы рассчитали биологическую урожайность сои (табл. 8).

Таблица 8. Биологическая урожайность семян сои в опыте (Тамбовская область, Мичуринский район).

Срок посева	Ланцетная	Танаис		Хорол		Кубань		Среднее по трём сортам	
	ц/га	ц/га	+/- с контр.	ц/га	+/- с контр.	ц/га	+/- с контр.	ц/га	+/- с контр.
20 апреля	13.23	15.98	+2.75	16.31	+3.08	17.67	+4.44	16.65	+3.42
30 апреля	15.06	16.93	+1.87	16.44	+1.38	16.29	+1.23	16.55	+1.49
10 мая	16.91	19.42	+2.51	19.33	+2.42	18.64	+1.73	19.13	+2.22
20 мая	17.25	16.15	-1.10	17.11	-0.14	22.00	+4.75	18.42	+1.17
30 мая	19.69	18.88	-0.81	18.33	-1.36	19.14	-0.55	18.78	-0.91
10 июня	16.12	20.99	+4.87	12.41	-3.71	12.91	-3.21	15.44	-0.68
Среднее по опыту	16.38	18.06	+1.68	16.66	+0.28	17.78	+1.40	17.50	+1.12

Анализ таблицы показывает, что в погодных условиях 2013 года урожайность всех трёх сортов канадской селекции была значительно выше, чем урожайность контрольного отечественного сорта Ланцетная, у сорта Танаис - 18.06 ц/га (+1.68), у сорта Кубань - 17.78 ц/га (+1.40), а у сорта Хорол - 16.66 ц/га (+0.28). Представленные данные свидетельствуют о том, что при первых трёх сроках посева урожайность всех канадских сортов была выше, чем у отечественного сорта Ланцетная (прибавка от 1.23 до 4.44 ц/га). При последних трёх сроках посева урожайность зарубежных сортов в основном уступала контролю (разность колебалась от -3.71 до +4.87 ц/га).

Выводы

1. В погодных условиях 2013 года урожайность всех трёх сортов канадской селекции была выше, чем урожайность контрольного отечественного сорта Ланцетная.
2. При первых трёх сроках посева урожайность всех канадских сортов была выше, чем у отечественного сорта Ланцетная (прибавка от 1.23 до 4.44 ц/га). При последних трёх сроках посева урожайность зарубежных сортов в основном уступала контролю.

Литература

1. Полевщиков С. И., Гаврилин Д. С., / Разработка полевого севооборота для фермерского хозяйства Тамбовской области ; Материалы 63-й научно-практической конференции студентов и аспирантов (1 раздел) ; сборник научных трудов / Под ред. В. А. Солопова, Н. И. Грекова и др. – Мичуринск; Изд-во Мичуринского госагроуниверситета, 2011. – С.29-33.
2. Полевщиков С. И., Гаврилин Д.С. / Влияние сроков посева на урожайность сортов сои отечественной и зарубежной селекции в условиях Тамбовской области / Научный журнал - Научная жизнь / №2, 2013 / Под редакцией Ю.В. Бондаренко / Москва; Саратов. – С 14-21.

3. Полевщиков С. И., Трунов И.А., Свиридов А. С., Арзыбов Н. А., Мацнев И. Н./ Земледелие с основами почвоведения и агрохимии/ Под ред. С. И. Полевщикова. – Мичуринск, 2005. – 228 с.
4. Посыпанов Г.С. / Биологический азот. Проблемы экологии и растительного белка / Научное издание / Москва: Издательство МСХА, 1993. – 272 с.
5. Созинов А.А., Лаптев Ю.П. / Генетика и урожай. – М.: Наука, 1986. – 168 с.
6. Справочник по кормопроизводству. Составители: Бломквист Б.Л., Конюшков Н.С., Мовсибянц А.П., Смирнов М.Н., Тарковский М.И., - М.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы. 1961. 333 с.
7. Степанова В. М. / Климат и сорт (соя) / Ленинград, Гидрометеиздат, 1985. 184 с.
8. Топалов Ф.Г. / Настольная книга зоотехника. – М.: ООО «Издательство АСТ»; Донецк: «Сталкер», 2004. – 174 с.
9. Федотов В.А., Коломейченко В.В., Коренев Г.В. и др. Растениеводство Центрально-Черноземного региона / Под ред. В.А. Федотова, В. В. Коломейченко – Воронеж: Центр духовного возрождения Черноземного края, 1998. – 464с

PRODUCTIVITY OF GRADES OF SOYBEAN CANADIAN BREEDING TANAIIS, KHOROL, KUBAN IN THE NATURAL CLIMATIC CONDITIONS OF THE TAMBOV REGION

D.S. Gavrilin, S.I. Polevschikov
Michurin State Agrarian University
E-mail: gavrilin.88@bk.ru

S.M. Gavrilin*, O.A. Gavrilina*

* Agricultural farm «Rassvet», Tambov obl., Zherdevsky rayon, Pavlodar, Yanichkin str. 7
E-mail: kfh.rassvet-gavrilin.1991@bk.ru

M.N. Firsova**

** Joint-stock company «Inzhavinskaya Niva» Tambov obl., city Rasskazovo

Abstract: *As a result of the carried-out work it was established that in weather conditions of 2013 at different terms of sowing the highest productivity was noted at a grade Tanais - 18.06 centner from hectare, it is slightly less indicators at a grade Kuban - 17.78 centner from hectare and the minimum result showed a grade Horol - 16.66 centner from hectare, at a control grade of Lantsetnaya - 16.38 centner from hectare.*

Keywords: productivity, grade, soy, breeding plants, term of sowing, the fruit of soya beans, picking up the crop.

ПОВИЛИКА – ЗЛЕЙШИЙ ВРАГ ПОСЕВОВ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО

З.А. ЗАРЬЯНОВА, кандидат сельскохозяйственных наук

З.Р. ЦУКАНОВА, кандидат сельскохозяйственных наук

С.В. КИРЮХИН, аспирант

ГНУ ВНИИ зернобобовых и крупяных культур

В последние годы наблюдается увеличение засорённости посевов клевера лугового повилкой. В статье приводятся обобщённые данные по биологии роста, развития, вредоносности этого карантинного сорняка, а также мерах по его уничтожению.

Ключевые слова: клевер луговой, повилка, засорённость посевов, размножение, вредоносность, меры борьбы.

Наиболее вредоносным сорным растением в посевах клевера лугового является повилка (*Cuscuta* sp. sp.). Повилка несёт серьёзную угрозу клеверосеянию в Орловской области в связи с наблюдающейся тенденцией расширения посевных площадей клевера, засорённых этим карантинным объектом. Так, если в 2007 г. карантинной службой было обнаружено в области 3,4 тыс. га посевов клевера лугового, заражённых повилкой, то в 2013 г. количество таких посевов возросло почти в 1,5 раза. Наличие повилки в посевах клевера обнаружено на всей территории Орловской области, наибольшее распространение её наблюдалось в Кромском, Урицком, Свердловском, Троснянском, Орловском, Ливенском районах.

Увеличение распространения повилки в Орловской области связано прежде всего с неконтролируемым завозом коммерческими структурами семян клевера лугового из регионов, заражённых этим карантинным объектом (Кавказ, Ставропольский край, Воронежская обл. и др.). Семена зачастую завозятся и предлагаются хозяйствам для посева не очищенными, не проверенными, без карантинных сертификатов, досмотра и экспертизы. В целях сдерживания распространения повилки в посевах клевера лугового необходимо не допускать попадания семян, заражённых повилкой, на поля области, а на посевах, где уже имеются очаги заражения, проводить грамотную и эффективную борьбу с целью её уничтожения. Для этого необходимо знать биологию этого карантинного сорного растения и особенности проведения мероприятий по его искоренению.

Виды повилки, паразитирующие на клевере

Семейство повилковых насчитывает 274 вида и распространено почти во всех странах мира. На территории РФ наиболее вредоносными являются около 10 видов повилки [5, 6]. На территории Орловской области зарегистрированы три вида повилки: полевая (*Cuscuta campestris* Junck), клеверная (*Cuscuta trifolii* Babingt), европейская (*Cuscuta europaea* L.). Посевам клевера лугового наносят ущерб повилка полевая и повилка клеверная [1, 3]. Кроме клевера эти повилки поражают люцерну, лён, вику, другие культурные и сорные растения.

Повилки являются растениями-паразитами. Они не имеют корней и листьев и представляют собою нитевидные или шнуровидные, сильно ветвящиеся стебли, которыми они обвивают растение-хозяина, присасываясь к нему специальными выростами – гаусториями. Повилки не усваивают воду и питательные вещества из почвы, не синтезируют питательные вещества на свету. Они полностью живут за счёт растения-хозяина. Повилки не являются узкоспециализированными паразитами, но каждый вид имеет свои поражаемые растения. У одних повилки, на-

пример, полевой, этих растений более 200 видов, другие (повилика льняная) ограничиваются несколькими видами [5, 6].

Интенсивность прорастания семян повилики зависит от температуры и влажности воздуха, а также степени зрелости семян. Полузрелые и зелёные семена прорастают быстрее, чем созревшие. Вызревшие семена не теряют всхожести после длительного пребывания в почве (8-10 лет), после прохождения через пищеварительный тракт животных. Повилики, паразитирующие на клевере, прорастают с глубины почвы до 4 см.

Зародыш повилики не дифференцирован на корешок и стебелёк и представляет собою спирально свёрнутую нить. При прорастании семени зародыш выпрямляется, закрепляется в почве с помощью корневых волосков, другой конец зародыша, более тонкий, выходит на поверхность почвы и начинает медленно оборачиваться вокруг в поисках растения хозяина. Проросшие семена без растения-хозяина сохраняют жизнеспособность в течение 10-20 дней и достигают длины 30-150 см. При прикосновении к стеблю клевера повилика с помощью присосок закрепляется на хозяине, обвивая его, и переходит на паразитический образ жизни, теряя связь с почвой.

При цветении стебель повилики густо покрывается цветками, собранными в кистевидные соцветия или плотные головки. Цветки пятимерные. Венчик и чашечка сростнолепестные, колокольчатой формы. Тычинки обычно прикрепляются в выемках между лопастями венчика. Под каждой тычинкой находятся чешуйки, форма и расположение которых является важным признаком в определении вида. Завязь верхняя, свободная, с двумя или одним столбиком. Плод – коробочка, в которой образуется от 1 до 4 семян. Семена округлой или неправильной угловатой формы, с двумя плоскими сторонами. Поверхность семян шершавая, под лупой она напоминает мелкую наждачную бумагу [5, 6].

Повилика полевая (американская, крупносемянная) – *Cuscuta campestris* Juncker (синонимы: *C. arvensis* Malz., *C. pentagona* ssp. *calicina* Juncker, *C. arvensis* var. *calicina* Engelm). Родиной этой повилики является Северная Америка, откуда она широко распространилась по свету и в настоящее время встречается во многих странах Европы, Азии, Африки, Америки и в Австралии. Поражает многие растения различных классов, семейств и биотипов (всего 200 видов).



Рис. 1. Повилика полевая на растении клевера лугового и её соцветие.

В Российской Федерации в посевах клевера распространена главным образом в южных и центральных районах. Здесь кроме клевера поражает посевы люцерны, гороха, вики, сахарной свёклы, моркови, лука, картофеля и других культур.

Повилика полевая имеет нитевидный стебель бледно-жёлтого, реже кирпичного или жёлто-зелёного цвета. Цветки на коротких цветоножках (1,5-2,0 мм), собраны в кистевидные соцветия. Чашечка полушаровидная, перепончатая, рассечённая на прямые тупые доли с настолько широким основанием, что края их перекрывают друг друга. Венчик зеленовато-белый, колокольчатый, с широкими, к основанию треугольнозаострёнными лопастями, которые по длине почти равны трубке венчика. Чешуйки крупные, удлинённоовальные, по краям бахромчатые и, что очень характерно для данного вида, выступающие из венчика. Чашечка и венчик с двумя столбиками длиной 0,6-1,0 мм и ловчатыми рыльцами. Завязь, а затем и коробочка шаровидная, при открывании разламывающаяся на части. Плод – коробочка, в которой насчитывается до 4 семян. Семена желтовато-коричневые, с выступающим носиком, с наружной стороны округлые, с внутренней – двугранно выпуклые. У основания семени на светлой, морщинистой площадке в виде пятка расположен поперечный белый рубчик. Длина зародыша – 11-14 мм. В семенном материале встречаются и коробочки и семена. Размер семян: длина 0,9-1,8 мм, ширина 0,8-1,5 мм, толщина – 0,6-1,3 мм. Масса 1000 семян 0,7-0,9 г.

Повилика полевая – теплолюбивое и светолюбивое растение. Семена обычно прорастают, когда почва хорошо прогреется. Основная масса её стеблей располагается обычно на высоте не меньше 10 см от поверхности почвы, в средней и верхних частях поражённого растения. Её желтые стебли хорошо выделяются на фоне зелёных растений. Обычно этот вид повилики не образует резко очерченных кругов, а тянется по полю на большие расстояния от первичного очага заражения [3,5,6].

Повилика клеверная (мелкосемянная) и схожие с ней обыкновенная, тимьяновая, тонкостебельная – *Cuscuta trifolli Babingt*, *C. epithymum Mirr*. Этот вид повилики произрастает в странах Европы и Северной Америки. В Российской Федерации широко распространён в центральных, юго-западных, западных районах клеверосеяния. Поражает клевер, люцерну, иногда лён, высеваемый по засорённым этой повиликой полям. На лугах паразитирует на многолетних злаковых, бобовых, губоцветных сорняках, произрастающих вместе с клевером.

Стебли повилики клеверной нитевидные, нежные, тонкие, красноватого цвета, реже других оттенков. Цветки мелкие, сидячие на очень коротких (0,5 мм) цветоножках, собранные по 8-12 в рыхлые, шаровидные клубочки. Чашечка цветка мясистая, с подрезанными почти до основания долями, равная или чуть короче венчика. Венчик розово-белый, до 3-5 мм длиной, лепестки почти равны трубке, чешуйки немного короче трубки венчика, до основания свободные, по краю бахромчатые. Завязь шаровидная, столбики с красными нитевидными рыльцами, в 2-2,5 раза длиннее завязи. Коробочка открывается крышечкой с ровным краем. Семена светло- или жёлто-серые, с шероховатой поверхностью. Размеры семян: длина 0,8-1,2 мм, ширина 0,5-1,1 мм, толщина 0,4-0,9 мм. Масса 1000 семян 0,3-0,4 г.

Этот вид повилики является очень пластичным и легко приспосабливается к различным условиям жизни. Он не требователен к теплу и поэтому встречается до 65° северной широты, поднимается в горы до 2200 м.

Стебли повилики клеверной располагаются у самого основания поражаемых растений, образуя густой войлок у самой поверхности почвы. В начале роста эту повилику трудно заметить в

травостое клевера. Позднее, при разрастании очагов, повреждаемый клевер отстаёт в росте, желтеет и отмирает. Обычно отмирание идёт от центра очага. Распространение повилики клеверной идёт от центра очага, располагаясь кольцом вокруг него, оплетая всё новые и новые растения. Цветёт в июне-июле. Имеются данные, что эта повилика способна зимовать в виде отдельных колец у основания поражённых растений [3,5,6].

Способы размножения повилики. Повилика размножается семенами и обрывками стеблей. Одно растение может давать от 3 до 20 тысяч семян в год, которые не теряют всхожест ь 5-6 лет и дольше. Часть созревших семян осыпается и оказывается в почве, часть убирается вместе с урожаем сена или обмолачивается с семенами. Основным способом распространения повилики является засорённый семенной материал, а также засорённое сено.



Рис. 2. Гроздья плодов повилики среди головок клевера лугового.

В большом количестве семена повилики поступают на поля вместе с неперепревшим навозом, так как хорошо сохраняются в желудочно – кишечном тракте животных. Тара, сельскохозяйственные машины, транспортные средства также могут быть распространителями семян повилики по полям. На значительные расстояния семена повилики могут разносить дикие животные и птицы. Нераскрывшиеся коробочки повилики могут рассеиваться ветром и смываться водою. Есть данные, что одно растение повилики, выросшее из одного семени, за 3 месяца вегетации может уничтожить клевер на площади около 6 кв. м.

У повилики очень развита способность к вегетативному размножению. Оборванные и брошенные на землю кусочки стеблей из пазушных почек могут дать новые побеги. Чем длиннее обломки, тем быстрее она приживается. Мелкие обрывки стеблей при наличии у них воздушных почек также начинают расти. В поисках растения-хозяина повилика полевая развивает стебли длиной до 1,5 м.

Вредоносность повилики

Повилики наносят огромный ущерб сельскому хозяйству. Поражённые этим паразитом растения сначала отстают в росте, затем желтеют и погибают. В Средней Азии из-за поражения повиликой теряется до 50% урожая семян люцерны. В Белоруссии бывают случаи, когда полностью погибают семенники клевера.

Повилика не только снижает урожай, но и ухудшает качество продукции. В сене из поражённых повиликой растений меньше протеина, оно плохо сохнет, плесневеет, его неохотно поедают животные. В повилике содержатся алкалоиды кускудин и кустамин, которые являются причиной отравления животных при поедании сильно засорённого сена.

Повилика, повреждая покровные ткани растения, способствует их поражению вредителями и болезнями, является переносчиком многих видов вирусов.

Меры борьбы с повиликой в посевах клевера

Для эффективной борьбы с повиликой в посевах клевера необходимо прежде всего выявить все очаги заражения, которые легко бросаются в глаза благодаря её разрастанию гнёздами. Для этого до начала цветения клевера нужно тщательно просмотреть все его посевы, несколько раз обходя участки на расстоянии 5-10 м. Обнаруженные гнезда повилики необходимо отметить вешками. Особенно тщательно обследуют посевы клевера, на которых повилика была обнаружена в прошлом году.

Обнаруженные гнёзда повилики необходимо низко скосить косою (не выше 3-4 см). Скашивание необходимо проводить от середины гнезда кругами. Последний ряд должен захватывать круг здорового клевера шириною около 1,5 м, потому что побеги повилики последнего ряда трудно заметить под листьями клевера. Скошенную массу клевера и повилики нужно сложить в мешки, завязать и вынести с поля или высушить в течение 2-3 дней и сжечь на месте с целью предупреждения потери обрывков стеблей. Для более надёжного выжигания очага необходимо принести на каждое гнездо охапку соломы, перемешать её со скошенной массой, сильно притоптать ногами и сжечь. Почву под очагами перекапывают на глубину пахотного слоя. Через 1-2 недели необходимо проверить опять всё поле, в первую очередь уничтоженные гнёзда, так как на них почти всегда остаются побеги повилики, особенно по краям. Эти побеги успевают за неделю отрасти и становятся заметными. Их также необходимо уничтожить как и в первом случае. Такую проверку за лето необходимо провести несколько раз.

Когда повиликою поражена значительная часть посева клевера, рекомендуется его как можно быстрее (до цветения повилики) низко скосить (не выше 3-4 см), высушить и на месте застоговать. Отрастающую повилику уничтожают повторным низким скашиванием, выжиганием, опрыскиванием гербицидами.

Перед уборкой урожая клевера оставшиеся очаги выкашивают и убирают обособленно, полученную массу складывают и хранят отдельно от чистого материала.

Агротехнические меры борьбы должны быть направлены на истощение запасов семян повилики в почве и недопущение повторного засорения ими почвы и урожая.

Эффективным средством в борьбе с повиликою является правильный севооборот с высевом культур, не поражаемых или слабо поражаемых повиликой, а также введение чистого пара.

Обработка почвы должна быть направлена на провоцирование прорастания семян повилики и дальнейшее уничтожение проростков. Обработку паров на полях, поражённых повиликою, следует начинать с осенней безотвальной вспашки, в дальнейшем проводить послонную обра-

ботку почвы. Под посев яровых культур обязательно проводить глубокую отвальную зяблевую вспашку. На полях, где пахотный горизонт сильно засорён повиликой в результате монокультуры, для очистки этого горизонта эффективна ярусная или плантажная вспашка. Весной перед посевом необходимо провести 2-3 культивации.

Уход за посевами следует начинать с боронования посевов до появления всходов культуры и после всходов. Чтобы предотвратить изреживание посевов от боронования, норму высева семян требуется увеличить на 10-15%.

В широкорядных посевах в течение вегетации проводят междурядные обработки и удаляют поражённые растения.

Химические меры борьбы наиболее эффективны в борьбе с повиликой. Для борьбы с этим карантинным сорным растением в посевах клевера лугового используются глифосатсодержащие препараты, внесённые в «Список пестицидов и ядохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации». Гербициды Спрут (ЗАО «Щёлково Агрохим»), Гранд (ЗАО «ТПК Техноэкспорт») используются для двукратного опрыскивания семенных посевов клевера лугового, заражённых повиликой, в фазе начала ветвления повилики с интервалом 1 месяц в дозе 0,3-0,4 л/га. Расход рабочей жидкости – 100-200 л/га [4].

Предупредительные меры борьбы имеют целью предотвращение очередного заноса семян повилики в почву.

Закладка семенных посевов клевера лугового должна осуществляться чистыми, проверенными в контрольно-семенной инспекции семенами, собранными с полей, не поражённых повиликой.

Очистка семян клевера лугового от семян повилики, близких к нему по биометрическим показателям и трудноотделимых на обычных ветрорешётных семяочистительных машинах, должна осуществляться с использованием магнитного способа, основанного на выделении семян повилики с помощью магнитного поля на магнитно-очистительных машинах ЭМС-1А и К-590. При магнитной очистке семян клевера от карантинного сорняка повилики используется их различие в способности удерживать на своей поверхности частиц железистого порошка. Семена повилики имеют шероховатую поверхность и при смешивании с железистым порошком хорошо им обволакиваются и притягиваются магнитом. Нормальные семена клевера, имея гладкую поверхность, порошком не покрываются, ферромагнитными свойствами не обладают и магнитом не притягиваются [1, 2].

Использование в качестве органического удобрения только перепревшего навоза, в котором семена повилики погибли в результате хранения.

Тщательная очистка от семян повилики складских помещений, мешкотары, семяочистительных машин, комбайнов. Немедленное уничтожение отходов очистки с семенами повилики путём их сжигания и закапывания в землю на большую глубину.

Исключение всех путей разноса повилики с засорённых ею полей, в том числе недопущение на таких полях выпаса скота.

Проведение комплекса мероприятий по борьбе с повиликой позволит не допустить засорения новых посевов клевера лугового этим карантинным объектом, значительно уменьшить поражённость посевов клевера прошлых лет, истощить запасы семян сорняка в почве.

Литература

1. Лисицын П.И. Клевер на семена / П.И. Лисицын, И.С. Травин, Л.Г. Малий. – 2-е изд., доп. – М.: Московский рабочий, 1946. - 92 с.
2. Методические указания по очистке семян клевера лугового и люцерны от карантинных и трудноотделимых сорняков / РАСХН, ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. – М., 2003. - 29 с.
3. Сергеев П.А. Культура клевера на корм и семена / П.А. Сергеев, Г.Д. Харьков, А.С. Новосёлова. – М.: Колос, 1973. – 288 с.
4. Список пестицидов и ядохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации. Справочное издание. – М., 2013. – 936 с.
5. Справочник по вредителям, болезням растений и сорнякам, имеющим карантинное значение для территории Российской Федерации. – Нижний Новгород: Арника, 1995. – 231 с.
6. Справочник по карантинным и другим опасным вредителям, болезням и сорным растениям / Ред. А.Е. Григорьева. -2-е, перераб. и доп. изд. – М.: Колос, 1979. – 240 с.
7. Фитосанитарный контроль и надзор в Орловской и Курской областях / Под общ. ред. к. с-х. н. Е.Н. Дубровина. – Орёл: ООО ПФ «Оперативная полиграфия», 2008. – 461 с.

DODDER AS THE WORST ENEMY OF CROPS OF CLOVER MEADOW

Z.A. Zarjanova, Z.R. Tsukanova, S.V. Kirjuhin

The All-Russia Research Institute of Legumes and Groat Crops

Abstract: *Last years the increase of weediness of crops of meadow clover by dodder is observed. In the article the generalized data on biology of growth, development, injuriousness of this quarantine weed, and also measures on its control are cited.*

Keywords: meadow clover, dodder, weediness of crops, reproduction, injuriousness, weed control measures.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ "ЗЕРНОБОБОВЫЕ И КРУПЯНЫЕ КУЛЬТУРЫ"

В журнале публикуются экспериментальные данные, методические работы, аналитические обзоры, освещается опыт производственных предприятий, даётся информация о новых сортах, технологических разработках, препаратах защиты зернобобовых и крупяных культур от вредителей и болезней, монографиях, изобретениях.

Рекомендуемые научные направления: селекция, семеноводство, растениеводство, земледелие, защита растений, физиология растений, генетика, биотехнология, информационные сообщения, юбилеи.

В экспериментальных статьях указываются цели, задачи, условия и методы исследований, анализ результатов, выводы.

К статье прилагается перевод на английский язык названия статьи, аннотации (объём до 300 печатных знаков), ключевые слова (до 10), указывается код УДК, библиографический список. Источники в списке располагаются в порядке упоминания в тексте и нумеруются цифрой в квадратных скобках. В списке литературы приводятся только те источники, на которые есть ссылка в тексте.

Объём статьи не более 7–10 стр., включая таблицы, рисунки, фото, литературу (не более 10 источников).

Требования к текстам:

Файл предоставляется только в форматах *.doc или *.rtf. Текст таблиц, рисунки выполняются в редакторе Microsoft Word, формат страницы – А4, шрифт – Times New Roman, кегль 12, (для таблиц допускается 10), интервал 1,5, фотографии предоставляются в формате *.jpg, разрешение для чёрно-белых – 200 dpi, для цветных – 300 dpi, рисунки – в компьютерной программе Corel Draw.

Статьи необходимо направлять с сопроводительным письмом, с указанием сведений об авторах (фамилия, имя, отчество – полностью, учёная степень, место работы, должность) на русском и английском языках, с контактными телефонами и адресами электронной почты для обратной связи и фото авторов.

В случае невозможности перевода на английский язык требуемой информации, перевод осуществляет редакция журнала.

Все рукописи, содержащие сведения о результатах научных исследований рецензируются, по итогам рецензирования редакционным советом принимается решение о целесообразности опубликования материалов. В случае возвращения статьи автору для исправления или доработки рецензия прилагается. Один экземпляр рукописи, подписанный авторами и статью в электронном виде нужно направлять по адресу:

302502, Орловская область, Орловский район, пос. Стрелецкий,

ул. Молодежная, д. 10, корп.1

тел.: (4862) 40-33-05, 40-30-04

E-mail: office@vniizbk.orel.ru

www.vniizbk.ru

Подписано в печать: 20.12.2013 г. Формат 60x84/8. Гарнитура Times New Roman. Тираж 300 экз.

Отпечатано в минитипографии ГНУ ВНИИЗБК

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Свидетельство о регистрации ПИ ФС 77-45069, от 17 мая 2011 г.

Полные тексты статей в формате pdf доступны на сайте журнала по адресу

<http://journal.vniizbk.ru>

Журнал включен в Российский индекс цитирования (РИНЦ)

<http://eLIBRARY.RU>

и международную базу данных AGRIS ФАО ООН

<http://agris.fao.org>