

## МОРФОЛОГИЯ И НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РЕПРОДУКТИВНОЙ БИОЛОГИИ ГРЕЧИХИ МНОГОЛЕТНЕЙ *FAGOPYRUM CYMOSUM* MEISSN. В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

© 2018

**Кадырова Луиза Равиловна**, кандидат биологических наук,  
доцент кафедры ботаники и физиологии растений  
Казанский (Приволжский) федеральный университет (г. Казань, Российская Федерация)  
**Кадырова Фануся Загитовна**, доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор кафедры общего земледелия, защиты растений и селекции  
Казанский государственный аграрный университет (г. Казань, Российская Федерация)

**Аннотация.** *Fagopyrum cymosum* Meissn. – дикорастущий многолетний вид гречихи, произрастающий в юго-западной Азии. Несмотря на довольно активное хозяйственное использование гречихи многолетней, в литературе встречаются только самые общие сведения, касающиеся морфологии и репродуктивной биологии вида. В то же время подобные сведения могли бы быть полезными для проведения генетико-селекционных работ. В случае интродукции *F. cymosum* на территорию европейской России потребуются всестороннее изучение нового вида. Цель настоящего исследования – полное морфологическое описание, выявление особенностей цветения, нектаровыделения, оценка фертильности пыльцы и семенной продуктивности гречихи многолетней *F. cymosum* в условиях Республики Татарстан. В результате проведенных исследований дана морфологическая характеристика гречихи многолетней. Выявлена сильная разветвленность побегов и цветочных осей *F. cymosum*. Выяснилось, что строение цветка гречихи многолетней отличается высокой изменчивостью. С наибольшей частотой обнаруживались цветки с формулой  $P_5A_8G_{(3)}$  (83,3%) и  $P_5A_9G_{(3)}$  (10,7%). Среди аномальных цветков чаще всего встречались варианты с измененным количеством тычинок. Гречиха многолетняя в условиях Республики Татарстан опылялась дикими перепончатокрылыми и двукрылыми. Сахаристость нектара гречихи многолетней по сравнению с селекционными сортами гречихи посевной оказалась незначительной, составила в среднем 0,03 мг сахаров на цветок. Фертильность пыльцы колебалась в пределах 87,5–96,8% в зависимости от погодных условий. Реальная семенная продуктивность гречихи многолетней варьировала от 26,7 до 186,0 семян на растение. В результате проведенного исследования сделан вывод о том, что гречиха многолетняя может выращиваться в условиях Среднего Поволжья в качестве однолетней культуры.

**Ключевые слова:** *Fagopyrum cymosum* Meissn.; гречиха многолетняя; морфология растения; тирс; цветок; формула цветка; варианты строения цветка; репродуктивная биология; цветение; опыление; сахаристость нектара; фертильность пыльцы; гидротермический коэффициент; реальная семенная продуктивность.

### Введение

На территории РФ в качестве крупяной, медоносной, почвоулучшающей культуры традиционно выращивается гречиха посевная *Fagopyrum esculentum* Moench. Последние исследования показали, что в условиях Средней полосы России с успехом могут возделываться отдельные образцы другого культурного вида гречихи – гречихи татарской *Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn. [1, с. 44]. *Fagopyrum cymosum* Meissn. – самый распространенный среди дикорастущих многолетний вид гречихи, произрастающий в южной части Китая, а также на территории Бутана, Непала и Индии [2, с. 16]. Это аллогамный энтомофильный вид, для которого характерны такие особенности, как гетеростилия и самонесовместимость [3, с. 13–14; 4, с. 20].

Гречиха многолетняя находит достаточно широкое применение в хозяйственной деятельности человека. Она употребляется в пищу как зеленый овощ или идет на корм скоту [5, с. 1], используется как лекарственное растение, главным образом в Китае [6, с. 10]. Гречиха многолетняя успешно вовлекается в межвидовые скрещивания в целях совершенствования культурных видов гречихи [7, с. 87–91]. Исследования, проведенные в Приморском крае, показали, что *F. cymosum* представляет собой перспективный источник флавоноида рутина в связи с высоким со-

держанием этого вещества в надземной массе растений [8, с. 18].

Несмотря на довольно активное хозяйственное использование гречихи многолетней, в литературе встречаются только самые общие сведения, касающиеся морфологии и репродуктивной биологии вида [3; 4]. Подробное сравнительное морфологическое исследование проведено для диплоидных и тетраплоидных естественных популяций *F. cymosum*, в результате которого сделан вывод о том, что диплоидные и тетраплоидные формы гречихи многолетней морфологически близки, единственный признак, по которому они четко различаются, это масса семени [9, с. 24]. Литературные данные по нектаропродуктивности, фертильности пыльцы гречихи многолетней отсутствуют. В то же время подобные сведения могли бы быть полезными для проведения генетико-селекционных работ. В случае же интродукции *F. cymosum* на территорию европейской России потребуются всестороннее изучение нового вида.

**Цель** настоящего исследования: полное морфологическое описание, выявление особенностей цветения, нектаровыделения, оценка фертильности пыльцы и семенной продуктивности гречихи многолетней *F. cymosum* Meissn. в условиях Республики Татарстан.

### Материал и методы исследований

В качестве материала для исследований использовали тетраплоидный образец *F. cymosum* К-4231

(страна происхождения – Индия), полученный из Всероссийского института генетических ресурсов растений имени В.И. Вавилова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация).

Материалы для исследований были отобраны на полях ТатНИИСХ – обособленного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН (Лаишевский район Республики Татарстан, Россия) в коллекционном питомнике летом в 2014–2017 гг. Почвы участка – серые лесные, среднесуглинистые. Площадь питания растений –  $30 \times 15$  см. Посев производили в мае в прогретую почву, конкретные даты посева варьировали в зависимости от складывающихся погодных условий. Vegetация растений прерывалась в октябре под действием первых заморозков. На момент вынужденного окончания вегетации на растениях одновременно присутствовали раскрытые цветки, наливающиеся и спелые плоды.

Для оценки количественных морфологических признаков и семенной продуктивности растений было случайным образом отобрано по 25–35 растений. При описании морфологии растений использовались атласы по описательной морфологии высших растений [10–13]. Для изучения морфологии цветка в фазе массового цветения с деленок случайным образом отбирали по 300 цветков и фиксировали в 70%-ном этиловом спирте. Позже цветки изучались в лаборатории при помощи лупы, записывались формулы цветка, зарисовывались диаграммы. Для определения сахаристости нектара гречихи использовали метод смывания [14, с. 4–5], количественное определение сахаров проводили в лаборатории ТатНИИСХ – обособленного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН (г. Казань, Российская Федерация) методом Хагедорн-Иенсена [14, с. 10–17]. Летом в 2016–2017 гг. провели полевое исследование фертильности пыльцы гречихи с помощью йодного метода [15, с. 209]. Для этого в фазе массового цветения подсчитывали соотношение фертильных и стерильных пыльцевых зерен у 50 цветков в 5 полях зрения микроскопа. Об условиях, в которых происходили процессы формирования пыльцы, судили по величине гидротермического коэффициента Селянинова [16, с. 490]. Коэффициент был рассчитан для двухнедельного периода, предшествующего оценке фертильности пыльцы (межфазный период бутонизация – массовое цветение). Метеорологические данные были взяты из архива погоды в Казани [17].

Результаты всех исследований были обработаны с помощью пакета программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS [18].

#### *Результаты исследований и их обсуждение*

Высота растений гречихи многолетней в разные годы колебалась от  $176,0 \pm 2,8$  см до  $182,5 \pm 3,6$  см.

Побеги сильно разветвлены от основания, насчитывалось от  $13,6 \pm 0,7$  до  $14,5 \pm 0,4$  ветвей первого порядка на главном побеге. У исследованных нами ранее новых селекционных сортов гречихи посевной данный признак составил от  $1,5 \pm 0,2$  до  $3,1 \pm 0,2$  [19, с. 1255], количество узлов в верхней части побега, несущих соцветия, варьировало от  $10,7 \pm 0,3$  до  $14,4 \pm 1,1$ .

Во второй половине вегетации на первом году жизни растений образовывается мощное корневище, благодаря которому растения способны к вегетативному размножению путем сарментации [20, с. 302]. Весной в 2015–2017 гг. растения не отросли, весной 2018 года после сравнительно мягкой зимы наблюдалось отращивание отдельных особей.

Лист у гречихи многолетней вытянуто-треугольный с копьевидным основанием и вытянутой верхушкой. Нижние листья – длинночерешковые с 4-мя парами боковых жилок, верхние – короткочерешковые с 3-мя парами боковых жилок. Жилкование – пальчатонервное. Черешок листа опушен простыми короткими мягкими волосками. Лист бархатистый на ощупь, вдоль крупных жилок опушен короткими простыми волосками, причем на верхней стороне листа опушение более густое.

Соцветия у гречихи многолетней представлены разветвленными тирсами. Количество тирсов на одном цветоносе варьировало в разные годы от  $5,1 \pm 0,1$  до  $6,1 \pm 0,2$ . В то время как у предыдущих исследователей указывалось по данному признаку «3–5 кистей на цветонос» [3, с. 14], количество цим в расчете на один тирс составило в среднем  $14,0 \pm 0,5$ . Для сравнения, у гречихи посевной и гречихи татарской тирсы обычно неразветвленные, а количество цим на тирс составляло 7–9 и 4–5 [21, с. 1468] соответственно, т.е. цветоносные оси у гречихи многолетней значительно более разветвленные.

Цветок полный, обоеполый, асимметричный, пентациклический, гетеромерный. Цветоножка, приблизительно равная по длине цветку, тонкая, голая, с сочленением в средней части, изогнутая, белая. Отцветшие цветки при прикосновении довольно легко осыпаются. Характерна гетеростилия цветков.

Околоцветник простой, белый, состоит в норме из 5 свободных листочков. Листочки околоцветника цельные с заостренной верхушкой, горизонтальные, гладкие, голые, нежные. Листочки наружного круга заметно мельче листочков внутреннего круга, промежуточный листочек асимметричный. Околоцветник остается при развивающемся плоде, после отцветания усыхает.

Тычинки в норме в количестве восьми. Пять тычинок наружного круга супротивны листочкам околоцветника, три тычинки внутреннего круга располагаются напротив граней завязи. Тычинки свободные, прямые или слегка изогнутые, равные по длине. Они в норме фертильные, содержат готовую к опылению пыльцу. Тычиночные нити волосовидные, тонкие, длинные, голые, гладкие. Пыльники прикреплены неподвижно серединой по спинке, верхушечные, короче тычиночной нити, по форме – овальные, гладкие, голые, свободные, открывающиеся продольной щелью.

Пестик обычно из 3-х сросшихся плодолистиков. Завязь верхняя, трехгранная, гладкая, голая, одногнездная с одним базальным ортотропным семязачатком. Стилодии нитевидные, свободные, голые, остающиеся на завязи, но увядающие и теряющие свою первоначальную форму. Рыльца верхушечные, маленькие, простые, округлые, с сосочками. Гинецей лизикарпный.

Цветок гречихи многолетней оказался в достаточной степени изменчив, как и других изученных

ранее видов гречихи [22, с. 1410]. Цветки с формулой  $P_5A_8G_{(3)}$  были отмечены в 83,3% случаев. Вариант  $P_5A_9G_{(3)}$  встречался с частотой 10,7%. В подавляющем большинстве случаев у таких цветков появлялась дополнительная тычинка во внутреннем круге андроеца. С частотой 1,5% отмечен вариант  $P_5A_7G_{(3)}$ , для него характерно выпадение одной из тычинок внутреннего круга. Эти результаты подтверждают выдвинутую для семейства Polygonaceae модель биоплярной разметки цветков [23, с. 39]. Тот факт, что среди аномальных цветков гречихи с наибольшей частотой встречаются цветки с изменениями, затрагивающими количество тычинок, говорит о том, что эти органы в цветке размещаются последними.

Кроме перечисленных вариантов строения, обнаружены цветки с плоским двугранным гинецеем (1,0%), а также цветки с шестью листочками околоцветника (1,0%). Еще несколько вариантов строения цветка были зафиксированы единично.

Плод гречихи многолетней – односемянный крылатый орех. Поверхность плода голая, гладкая. Форма ореха тетраэдрическая, форма грани – ромбическая. Окраска плода коричневая, равномерная.

Наблюдения, проведенные в конце июля в утренние часы при температуре воздуха  $25^{\circ}C$ , показали, что цветки на растениях гречихи многолетней раскрывались к 7 часам утра в течение примерно получаса. По истечении следующего часа в цветках можно было наблюдать вскрывшиеся тычинки внутреннего круга, процесс вскрывания тычинок наружного круга занимал в среднем еще один час времени.

Цветки закрывались в 22:00–22:30 в полной темноте, т.е. оставались открытыми примерно 16 часов. Интересно, что у *F. esculentum*, к примеру, цветки начинают закрываться уже во второй половине дня. Цветки гречихи многолетней, раскрывшиеся накануне, на следующий день не раскрывались.

В цветках гречихи многолетней имеются нектарники в виде железистых бугорков желтого цветка. Они расположены вокруг основания завязи и приурочены к тычинкам. Цветки издают слабый аромат. Они охотно посещались дикими перепончатокрылыми и двукрылыми. Пчела медоносная, работающая на рядом цветущих культурных и дикорастущих медоносах, гречиху многолетнюю не посещала.

В первой декаде августа 2016 года в оптимальных для нектароотделения условиях были взяты пробы на нектаропродуктивность цветков. В момент взятия проб (в 7 часов утра) температура воздуха составила  $25^{\circ}C$ , ночью прошел дождь с грозой. На растениях отмечалось особенно много опылителей. Оценка показала, что содержание сахаров в нектаре гречихи многолетней в расчете на 1 цветок составляет 0,03 мг. Для сравнения сахаристость нектара районированных и перспективных сортов гречихи посевной колебалась в наших исследованиях в 2013–2015 гг. от 0,08 до 0,26 мг сахаров на цветок [19, с. 1254].

Оценку фертильности пыльцы проводили в фазе массового цветения в 2016–2017 гг. (табл. 1). Погодные условия вегетации гречихи в эти годы складывались по-разному, поэтому сроки вступления в фенологическую фазу тоже сильно различались. Погодные условия в период формирования пыльцы оказы-

вали влияние на ее фертильность: в условиях засухи показатель оказался пониженным. Выявленная закономерность отмечалась и ранее при оценке фертильности пыльцы разных сортов гречихи посевной [24, с. 1700]. Высокие значения фертильности пыльцы у гречихи многолетней в период массового цветения свидетельствуют о потенциальной способности мужского гаметофита *F. cymosum* к эффективному оплодотворению.

**Таблица 1** – Фертильность пыльцы гречихи многолетней в зависимости от погодных условий в период формирования пыльцы

Дата оценки фертильности пыльцы	Гидротермический коэффициент Селянинова	Фертильность пыльцы, %
28 июля 2016 года	0,06 (острая засуха)	$87,5 \pm 1,8$
2 сентября 2017 года	1,14 (оптимальное увлажнение)	$96,8 \pm 0,6$

Реальная семенная продуктивность [25, с. 50], растений гречихи многолетней в разные годы варьировала от  $26,7 \pm 3,8$  до  $186,0 \pm 14,9$  семян на растение. Наблюдения за наливом плодов показали, что у гречихи многолетней, так же как и у гречихи обыкновенной [21, с. 1468], значительное количество завязывающихся плодов abortируются на разных стадиях развития. Однако коэффициент продуктивности [25, с. 50] в настоящем исследовании не оценивался.

По сравнению с культурными видами гречихи неспелые плоды у гречихи многолетней довольно легко отделяются от плодоножек при прикосновении. Однако у других дикорастущих видов гречихи, например у *F. homotropicum* Ohnishi, осыпаемость плодов выражена гораздо сильнее.

Наблюдения показали, что гречиха многолетняя легко возобновляется самосевом.

#### Выводы

1. Растения гречихи многолетней отличались сильной разветвленностью побегов и цветonoсных осей.

2. Строение цветка гречихи многолетней характеризовалось высокой изменчивостью. С наибольшей частотой обнаруживались цветки с формулой  $P_5A_8G_{(3)}$  (83,3%) и  $P_5A_9G_{(3)}$  (10,7%). Последние характеризовались наличием дополнительной тычинки во внутреннем круге андроеца. Среди аномальных цветков чаще всего встречались варианты с измененным количеством тычинок.

3. Гречиха многолетняя опылялась дикими перепончатокрылыми и двукрылыми. Сахаристость нектара гречихи многолетней оказалась незначительной и составила в среднем 0,03 мг сахаров на цветок.

4. Фертильность пыльцы колебалась в пределах 87,5–96,8% в зависимости от погодных условий.

5. Реальная семенная продуктивность растений гречихи многолетней в годы исследований варьировала от  $26,7 \pm 3,8$  до  $186,0 \pm 14,9$  семян на растение.

6. Гречиха многолетняя *F. cymosum* может выращиваться в условиях Среднего Поволжья в качестве однолетней культуры, легко возобновляющейся самосевом.

**Список литературы:**

1. Фесенко Н.Н., Фесенко И.Н., Глазова З.И., Гуринович С.О., Фесенко А.Н. Оценка зерновой продуктивности *Fagopyrum tataricum* Gaertn. (гречиха татарская) и *F. hybridum* в условиях Средней полосы России // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. № 1 (21). С. 41–45.
2. Tang Y., Ding M.-Q., Tang Y.-X., Wu Y.-M., Shao J.-R., Zhou M.-L. Germplasm Resources of Buckwheat in China // Molecular Breeding and Nutritional Aspects of Buckwheat. Elsevier Inc. 2016. P. 13–20.
3. Кротов А.С., Лысов В.Н. Соколова И.И. Гречиха – *Fagopyrum* Mill. // Культурная флора СССР. Т. 3. Л.: Колос, 1975. С. 3–118.
4. Фесенко Н.В., Фесенко Н.Н., Романова О.И. Генотипы и селекция крупяных культур. Гречиха. СПб.: ГНЦ РФ ВИР, 2006. 196 с.
5. Campbell C. Buckwheat crop improvement // *Fagopyrum*. 2003. Vol. 20. P. 1–6.
6. Ohnishi O. Distribution of wild species and perspective for their utilization // *Fagopyrum*. 2013. Vol. 30. P. 9–14.
7. Suvorova G. Interspecific Crosses in Buckwheat Breeding // Molecular Breeding and Nutritional Aspects of Buckwheat. Elsevier Inc. 2016. P. 87–98.
8. Клыков А.Г. Биологические ресурсы видов рода *Fagopyrum* Mill. (Гречиха) на Российском Дальнем Востоке: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Владивосток, 2013. 40 с.
9. Yamane K., Ohnishi O. Morphological variation and differentiation between diploid and tetraploid cytotypes of *Fagopyrum cymosum* // *Fagopyrum*. 2003. Vol. 20. P. 17–25.
10. Федоров А.А., Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Соцветие. Л.: Наука, 1979. 296 с.
11. Федоров А.А., Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Цветок. Л.: Наука, 1975. 352 с.
12. Федоров А.А., Кирпичников М.Э., Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Лист. Л.: Наука, 1956. 303 с.
13. Федоров А.А., Кирпичников М.Э., Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Стебель и корень. Л.: Наука, 1962. 352 с.
14. Методические указания по оценке нектаропродуктивности важнейших медоносных культур. Рыбное: НИИ пчеловодства, 1984. 22 с.
15. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. М.: Агропромиздат, 1988. 271 с.
16. Сельскохозяйственный энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия, 1989. 656 с.
17. Архив погоды в Казани // Расписание погоды [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://rp5.ru>.
18. Пакет программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS. Версия-2.08. Тверь, 1999.
19. Potapov K.O., Kadyrova L.R., Galiullina G.N., Kadyrova F.Z., Khusnutdinova A.T., Nikiforova I.Yu. Morphological features and economic value of buckwheat varieties with physiological determination of growth // *Journal of Pharmacy Research*. 2017. Vol. 11, is. 10. P. 1252–1256.
20. Эмбриология цветковых растений. Терминология и концепции. Т. 3. Системы репродукции / под ред. Т.Б. Батыгиной. СПб.: Мир и семья, 2000. 640 с.
21. Potapov K.O., Kadyrova L.R., Mukhametshina R.R. Embryological features and seed productivity of tartary buckwheat // *Journal of Fundamental and Applied Sciences*. 2017. Vol. 9 (1S). P. 1462–1471.
22. Kadyrova L.R. Floral polymorphism in *Fagopyrum* Mill. // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2015. № 6 (6). P. 1404–1411.
23. Чуб В.В. Роль позиционной информации в регуляции развития органов цветка и листовых серий побегов: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2008. 45 с.
24. Kadyrova L.R., Muchametshina R.R. Pollen Productivity and Pollen Fertility Rate by Representatives of Family *Fagopyrum* Mill. // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2015. № 6 (6). P. 1695–1702.
25. Левина Р.Е. Репродуктивная биология семенных растений. Обзор проблемы. М.: Наука, 1981. 96 с.

# MORPHOLOGY AND SOME ASPECTS OF REPRODUCTIVE BIOLOGY OF PERENNIAL BUCKWHEAT *FAGOPYRUM CYMOSUM* MEISSN. IN THE REPUBLIC OF TATARSTAN

© 2018

**Kadyrova Luisa Ravilevna**, candidate of biological sciences,  
associate professor of Botany and Plants Physiology Department  
Kazan (Volga Region) Federal University (Kazan, Russian Federation)

**Kadyrova Fanusa Zagitovna**, doctor of agricultural sciences,  
professor of General Agriculture, Plant Protection and Breeding Department  
Kazan State Agrarian University (Kazan, Russian Federation)

**Abstract.** *Fagopyrum cymosum* Meissn. is a wild perennial species of buckwheat, which grows in southwest Asia. Despite rather active economic use of perennial buckwheat, only the most general information concerning the morphology and reproductive biology of the species is found in the literature. At the same time, such information could be useful for conducting genetic-selection works. In the case of the introduction of *F. cymosum* into the territory of European Russia, a comprehensive study of a new species will be required. The purpose of this study is a complete morphological description, identification of flowering and nectar features, evaluation of pollen fertility and seed productivity of perennial buckwheat *F. cymosum* in the Republic of Tatarstan. As a result of the studies, a morphological characteristic of perennial buckwheat is given. The strong branching of shoots and flower-bearing axes of *F. cymosum* was revealed. It turned out that the structure of the buckwheat flower is characterized by high variability. Flowers with the highest frequency were found with the formula  $P_5A_8G_{(3)}$  (83,3%) and  $P_5A_9G_{(3)}$  (10,7%). Among the anomalous flowers, variants with a variable number of stamens were most often encountered. Perennial buckwheat in the Republic of Tatarstan was pollinated by wild Hymenoptera and Diptera. The sugariness of perenni-

al buckwheat nectar compared to the selection varieties of buckwheat was insignificant, averaged 0,03 mg of sugar per flower. The fertility of pollen fluctuated within 87,5–96,8%, depending on the weather conditions. The real seed productivity of perennial buckwheat varied from 26,7 to 186,0 seeds per plant. As a result of the study the authors have concluded that perennial buckwheat can be grown in the conditions of the Middle Volga Region as an annual crop.

**Keywords:** *Fagopyrum cymosum* Meissn.; perennial buckwheat; plant morphology; thyrsus; flower; flower formula; variants of flower structure; reproductive biology; bloom; pollination; sugariness of nectar; fertility of pollen; hydrothermal coefficient; real seed production.

УДК 631.46

DOI 10.24411/2309-4370-2018-14109

Статья поступила в редакцию 25.08.2018

## ВЛИЯНИЕ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ НА ФЕРМЕНТАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

© 2018

**Кожевников Николай Владимирович**, аспирант кафедры ботаники**Заушинцева Александра Васильевна**, доктор биологических наук, профессор кафедры ботаники*Кемеровский государственный университет (г. Кемерово, Российская Федерация)***Романов Василий Николаевич**, доктор сельскохозяйственных наук,

ведущий научный сотрудник отдела агротехнологий

*Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр СО РАН» (г. Красноярск, Российская Федерация)*

**Аннотация.** В настоящее время широкое распространение получили современные ресурсосберегающие системы обработки почвы. В связи с недостаточным научным обеспечением необходимо исследование новых технологий обработки почвы в различных почвенно-климатических условиях. В статье рассматривается влияние ресурсосберегающих технологий основной обработки на ферментативную активность чернозема обыкновенного Красноярской лесостепи. В работе рассмотрены три системы обработки почвы: классическая зяблевая вспашка на глубину 22 см, минимальная обработка на глубину на 8–10 см и технология прямого посева. Для изучения динамики биологической активности анализировали активность инвертазы, уреазы, фосфатазы, каталазы и дегидрогеназы. Обработка чернозема обыкновенного опытно-производственного хозяйства «Минино» привела к снижению активности почвенных ферментов. Активность каталазы уменьшилась на 9,88%, активность уреазы на 28,78%, активность дегидрогеназы на 29,95%, активность фосфатазы на 30,30%. Наиболее сильные различия отмечены для активности инвертазы – 39,94%. Применение энергосберегающих технологий возделывания зерновых культур повышает активность почвенных ферментов, за исключением каталазы. Более высокая активность дегидрогеназы, уреазы, фосфатазы и инвертазы установлена на вариантах с минимальной технологией. Возделываемые культуры не оказали существенного влияния на активность почвенных ферментов.

**Ключевые слова:** минимальная обработка почвы; прямой посев; чернозем обыкновенный; зерновые культуры; ферментативная активность; Красноярская лесостепь.

### Введение

В настоящее время под влиянием антропогенного воздействия происходит значительное усиление техногенной деградации агрогенных экосистем. Ухудшение экологического состояния пахотных почв сопровождается негативными изменениями и приводит к снижению комплексной функции плодородия [1].

Обработка почв – важнейший элемент технологии возделывания культурных видов растений, от которого зависят факторы почвенного плодородия [2].

Применение классической системы обработки с оборотом пласта сопровождается агрофизической деградацией и значительным снижением содержания органического вещества почвы, что приводит к снижению почвенного плодородия и урожайности выращиваемых культур [3].

В настоящее время большое внимание уделяется современным сельскохозяйственным методам, которые способствуют улучшению качества агрогенных почв и приводят к устойчивому развитию сельского хозяйства. При разработке новых систем земледелия необходимо учитывать их влияние на биологические свойства почвы, характеризующие состояние почвенного плодородия [4; 5].

Благодаря высокой чувствительности к любым внешним неблагоприятным изменениям, биологические параметры являются основными индикаторами экологического состояния почвы. По показателям биологической активности, почвенные ферменты быстрее реагируют на незначительные изменения окружающей среды и отражают изменения, происходящие в состоянии агрогенных почв [6].

Ферменты образуются живыми организмами и являются биологическими катализаторами белковой природы. Определяя направленность и интенсивность биохимических процессов в почве, ферментативная активность является важнейшим биологическим показателем, определяющим почвенное плодородие [7; 8].

В настоящее время для экологических исследований нет единого решения в выборе почвенных ферментов и методов их определения. Некоторые авторы предлагают при оценке общей биологической активности определять инвертазу, амилазу, уреазу, фосфатазу, каталазу, дегидрогеназу [9], другие рекомендуют использовать инвертазу, уреазу, дегидрогеназу и каталазу [10]. Ряд зарубежных авторов для