

## ВЛИЯНИЕ ПРИЛЕГАЮЩИХ ЭКОСИСТЕМ НА АГРОЦЕНОЗЫ ОКОПНИКА

---

Юрий Иванович Житин  
Елена Викторовна Волошина

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Окопник заслуживает особого внимания для использования в качестве лекарственного растения, обеспечения животных высококачественным кормом, а насекомых опылителей – нектаром и пыльцой. Исследования выполнялись на почвах, типичных для лесостепной зоны ЦЧР. Проведенные измерения в посадках окопника кавказского и лекарственного позволяют судить о том, что прилегающие экосистемы оказывают существенное влияние на освещенность агроценозов. Освещенность окопника у посадок ели и осины в период отрастания в утренние часы была на 19,8-20,6% ниже, чем при размещении вблизи агроценозов. Прилегающие экосистемы не оказывали существенного влияния на запасы продуктивной влаги в агроценозах окопника (разница между вариантами была незначительной по всем фазам развития), при этом определяющим фактором являлись метеоусловия. Также прилегающие экосистемы не оказывали значительного влияния на рост и развитие агроценозов окопника, так как ассимиляционная поверхность в начале вегетационного периода была практически одинаковой на всех вариантах и в фазе бутонизации составляла 4,1-4,4  $\text{m}^2/\text{m}^2$ . Выявлено влияние прилегающих экосистем на продуктивность зеленой массы окопника. На варианте с прилегающими агроценозами продуктивность окопника кавказского за два укоса составила 42,1 т/га, на вариантах с прилегающими экосистемами ели и осины – соответственно 42,6 и 35,0 т/га, а продуктивность окопника лекарственного на этих же вариантах составляла соответственно 41,8, 42,1 и 34,7 т/га. При этом зеленая масса окопника характеризовалась более высоким содержанием клетчатки. Основная роль в опылении цветков окопника принадлежит медоносным пчелам, наиболее интенсивная посещаемость его опылителями приходится на начало его цветения в середине дня.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** окопник, агроценозы, освещенность, влага, каталаза, фотосинтез, продуктивность.

## INFLUENCE OF THE ADJACENT ECOSYSTEMS ON THE AGROCOENOSIS OF COMFREY

Yuriy I. Zhitin  
Elena V. Voloshina

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

Comfrey deserves special attention as a medicinal plant that also provides high-quality feed for animals and nectar and pollen for insects. Studies were carried out on soils typical for the forest-steppe zone of the Central Chernozem Region. The measurements taken in the plantings of common and Caucasian comfrey suggest that the adjacent ecosystems have a significant influence on the light exposure of agrocoenosis. The light exposure of comfrey near the plantings of spruce and aspen during the growth period in the morning was 19.8-20.6% lower than near the agrocoenosis. The adjacent ecosystems did not exert any significant effect on the reserves of productive moisture in the agrocoenosis of comfrey (the difference between the variants was insignificant through all development phases), and weather conditions were the determining factor. The adjacent ecosystems also did not have any significant influence on the growth and development of comfrey agrocoenosis, since the assimilation surface at the beginning of the vegetation period was almost identical in all variants and amounted to 4.1-4.4  $\text{m}^2/\text{m}^2$  in the budding phase. It was revealed that the adjacent ecosystems influenced the productivity of comfrey herbage. In the variant with adjoining agrocoenosis the productivity of Caucasian comfrey in two cuttings was 42.1 t/ha; in the variants with adjacent ecosystems of spruce and aspen the yields were 42.6 and 35.0 t/ha, respectively; and the yield of common comfrey in the same variants was 41.8, 42.1 and 34.7 t/ha. At the same time the comfrey herbage was characterized by higher fiber content. The main role in the pollination of comfrey flowers belongs to honey bees, and the most intensive pollination of comfrey occurs in the beginning of its flowering in midday time.

**KEY WORDS:** comfrey, agrocoenosis, light exposure, moisture, catalase, photosynthesis, productivity.

### **B**ведение

Окопник (*Symphytum*) семейства бурачниковых в переводе на русский язык означает «хрящ». Используется в качестве лекарственного растения с древнейших времен до настоящего времени. Существует несколько экотипов окопника: кавказский, лекарственный, шершавый, происхождение которых до сих пор не установлено [11].

Следует отметить, что окопник является высокопродуктивным растением, обеспечивающим урожайность зеленой массы, которая по качеству не уступает бобовым культурам. Является прекрасным медоносным растением [13].

Окопник изучался во многих ботанических садах мира, в том числе и России, однако до настоящего времени в культуру не введен из-за сложности его размножения, так как образует много семян, которые практически не прорастают, поэтому формирование посадок окопника в агроэкосистемах проводится вегетативным путем [1].

В Воронежском государственном аграрном университете имени императора Петра I с 2008 г. ведутся исследования, целью которых является выявление пластичности и возможности размещения окопника в агроэкосистемах Центрально-Черноземного района.

#### **Методика эксперимента**

Исследования проводились в УНТИ «Агротехнология» ВГАУ, территория которого расположена на юго-западе Европейской России в лесостепной части ЦЧР. Климат места проведения – умеренно континентальный с неустойчивым увлажнением. Среднегодовая температура воздушного режима составляет +5,5°C, среднегодовая сумма осадков – 554 мм, из них в холодный период выпадает 228 мм, в теплый – 326 мм.

Почвы опытного участка представлены черноземом выщелоченным среднемощным малогумусным тяжелосуглинистым на лессовидном суглинке с содержанием гумуса – 3,7-3,8%; pH солевой вытяжки составляет 5,1-5,3, гидролитическая кислотность – 3,21-3,35 мг-экв на 100 г почвы, содержание подвижного фосфора – 101-105 мг/кг, обменного калия – 106-127 мг/кг.

Прямыми объектами экспериментальной работы являются аgroценозы окопника кавказского и лекарственного, а косвенными – прилегающие экосистемы: посадки ели, осины, аgroценозы.

Площадь делянки – 5 м<sup>2</sup>, размещение вариантов – систематическое при 4-кратной повторности. Посадка окопника кавказского и лекарственного производилась черенками в апреле 2010 г. с нормой 60 тыс./га.

При проведении полевых опытов и лабораторных анализов применялись стандартные методы и методики [15].

Ферментативную активность каталазы определяли по методу А.Ш. Галстяна (1984) [2], фотосинтез растений – по Ничипоровичу. Измерения освещенности растений проводили с помощью прибора – ТКА-Люксметр. Влажность почвы определяли весовым методом. Определение численности насекомых опылителей, посещающих окопник, проводили на учетных делянках. Учет урожая зеленой массы осуществляли путем взвешивания скошенной массы с делянки и одновременным отбором снопов. Результаты опытов подвергались математической обработке с использованием ПК.

#### **Результаты и их обсуждение**

Для функционирования экологических систем необходима энергия, которая поступает в них преимущественно в виде лучистой энергии солнечного света.

Важное значение света для продуцентов заключается прежде всего в том, что он является источником лучистой энергии, необходимой для фотосинтеза. Фотосинтез представляет собой многоступенчатый окислительно-восстановительный процесс, протекающий с одновременным образованием активных окислителей и восстановителей. Впервые с этой точки зрения фотосинтез рассматривал К.А. Тимирязев (1937) [8]. Мно-

## СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

гие авторы рассматривают фотосинтез как сложный комплексный процесс, связанный с минеральным питанием, прежде всего фосфорным [5].

Установлено, что растения используют не только прямой, но и рассеянный свет. Прямые лучи часто опасны для растений. Рассеянный свет обычно усваивается полнее, кроме того, он выгоднее по составу – в нём до 50-60% желто-красных лучей (ФАР), важных для фотосинтеза, а в прямом их бывает всего 30-35%. Поскольку хлорофилл лучше воспринимает лучи красной и синей частей спектра, то полнее используется свет, когда он слаб, например при низком стоянии солнца, при облачности и т.д. Несколько хуже растения воспринимают свет при высоком положении солнца, так как в это время энергетический минимум света лежит в желто-зеленой части спектра [12].

Проведенные измерения освещенности в посадках окопника кавказского и лекарственного позволяют установить определяющее воздействие на данный показатель его размещения (табл. 1).

**Таблица 1. Интенсивность освещенности аgroценозов в период вегетации, кЛк (килолюкс) (2011–2013 гг.)**

Варианты	Отрастание			Цветение			Плodoобразование		
	09:00	13:00	17:00	09:00	13:00	17:00	09:00	13:00	17:00
Прилегающая экосистема – аgroценозы									
Окопник кавказский	52,0	55,0	51,4	58,0	61,0	60,2	65,6	69,3	67,9
Окопник лекарственный	51,8	55,5	51,8	57,3	61,2	64,0	66,0	69,1	68,0
Прилегающая экосистема – ель									
Окопник кавказский	43,1	53,0	50,9	53,4	60,9	59,8	60,6	69,5	67,4
Окопник лекарственный	43,0	53,9	51,0	53,9	61,6	59,0	60,5	69,6	67,9
Прилегающая экосистема – осина									
Окопник кавказский	43,4	53,0	51,0	53,4	60,5	59,9	60,7	69,0	68,5
Окопник лекарственный	43,2	53,4	50,5	53,7	60,8	59,1	60,2	69,5	67,7

Установлено, что на вариантах с прилегающими экосистемами ели или осины освещенность окопника кавказского и лекарственного в период отрастания была ниже, чем на варианте с прилегающими аgroценозами, в утренние часы на 19,8-20,6%. В полдень и более позднее время суток разница в интенсивности освещенности была несущественной. В период цветение – плodoобразование разница в интенсивности освещенности аgroценозов окопника в утренние часы не превышала 8,1-9,6%, в полдень и позже варианты по данному показателю не различались между собой.

Наряду с солнечной энергией вода является необходимым условием для жизнедеятельности живых организмов.

В.Д. Иванов (2006) отмечает, что одним из определяющих факторов роста и развития растений является влага [7]. Для Воронежской области влагообеспеченность аgroценозов решает не только величину урожая, но и возможность посева и возделывания сельскохозяйственных культур.

Анализы позволяют судить о том, что влагообеспеченность посадок определяется в первую очередь количеством выпавших осадков (табл. 2).

## СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

**Таблица 2. Запасы продуктивной влаги в агроценозах окопника в слое почвы 0–20 см, мм (2011–2013 гг.)**

Вариант	Фаза развития культуры		
	отрастание	цветение	плодообразование
Прилегающая экосистема – агроценозы			
Окопник кавказский	22,1	17,9	15,8
Окопник лекарственный	21,8	17,2	15,5
Прилегающая экосистема – ель			
Окопник кавказский	21,3	17,6	16,0
Окопник лекарственный	21,7	17,7	16,0
Прилегающая экосистема – осина			
Окопник кавказский	22,1	18,0	16,2
Окопник лекарственный	21,3	17,8	16,3

В проведенных исследованиях прилегающие экологические системы не оказали существенного влияния на запас продуктивной влаги в процессе вегетации окопника: разница между вариантами была незначительной по всем фазам развития.

В.И. Кирюшин (1996) подчеркивает, что оптимальная влажность корнеобитающего слоя почвы, при которой достигается максимальная интенсивность роста растений, изменяется для различных видов в пределах 65–90% наименьшей влагоёмкости, в частности: 75–90% – для многолетних трав, 65–80% – для зерновых, 70–85% – для овощных культур [8]. Эти данные носят весьма рекогносцировочный характер, поскольку диапазон оптимальной влажности находится во взаимосвязи с почвенными показателями. Например, самый низкий допустимый предел влажности почвы для пшеницы, бобовых культур, картофеля на тяжелых, средних и легких почвах составляет соответственно 75, 70 и 65% наименьшей влагоёмкости (НВ), для овощных культур – 80, 75 и 70% НВ, для многолетних трав – 75, 70 и 60% НВ. Запасы продуктивной влаги во многом определяют биологическую активность почвы.

Согласно данным Е.А. Коноплиной (2011), разложение органического вещества в почве связано с ее ферментами [9]. Разложение органики определяет воспроизводство и эффективное плодородие почвенного покрова. Продуценты за счет эндосмоса определяют путь микроорганизмов в почве, продолжительность его деятельности и эффективность работы. Важнейшее значение имеет микориза растений, которая способствует формированию микроорганизмов, обеспечивая посевы биогенными элементами. Кроме того, растения окопника выделяют колины и фитонциды, а микроорганизмы большое количество антибиотиков, поэтому в ризосфере создается неблагоприятная среда для развития фитопатогенных веществ. Исследования последних лет показали, что многие антибиотики, вырабатываемые микроорганизмами, легко поступают через корни внутрь растения и тем самым предохраняют их от разнообразных заболеваний [6].

В результате проведенных анализов выявлено, что высокая активность каталазы была на варианте с прилегающей экосистемой ели (табл. 3).

**Таблица 3. Активность каталазы ( $O_2$ , см<sup>3</sup>/г·мин), 2011–2013 гг.**

Агроценозы	Фазы развития		
	Отрастание	Цветение	Плodoобразование
Прилегающая экосистема – агроценозы			
Окопник кавказский	5,0	4,3	4,6
Окопник лекарственный	5,3	4,5	5,0
Прилегающая экосистема – осина			
Окопник кавказский	4,6	3,9	4,2
Окопник лекарственный	4,9	4,3	4,5
Прилегающая экосистема – ель			
Окопник кавказский	4,8	4,5	4,9
Окопник лекарственный	5,1	4,6	5,0

## СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Прилегающие экологические системы оказывают существенное влияние на состояние почвенно-биотического комплекса.

Согласно данным А.М. Гродзинского (1965), в корнях ели содержатся такие биологически активные соединения, как дубильные вещества, кумарины, сапонины, антрагликозиды, флоризин [3].

Флоризин – негормональный ингибитор ростового процесса, задерживает рост колеоптилей, разобщает окислительное фосфорилирование, значительно ослабляет стимулирующее действие индолилуксусной кислоты.

Осина – общеизвестное двудомное дерево. Встречается в хвойных и смешанных лесах, местами образуя чистые заросли в лесной и лесостепной зонах. Корневые выделения содержат горькие гликозиды салицил и популин, дубильные вещества, фермент саликазу, бензойную кислоту, кортицин, кумарины, пектин, флавоноиды.

Экзометаболиты осины значительно понижают водопроницаемость почвы и снижают содержание гумуса, гидролизуемого азота, а также подвижных форм фосфора и калия. Такое изменение агрохимических и водно-физических свойств почвы, а также высокая токсичность колинов осины могут являться одной из важных причин снижения продуктивности и устойчивости прилегающих экосистем, изменения состава микробоценоза почвенного покрова.

Активность каталазы имела тенденцию к снижению в посадках окопника кавказского и лекарственного, прилегающих к посадкам осины, особенно при высоком температурном режиме и дефиците осадков. Это подтверждается высоким положительным коэффициентом корреляции между активностью фермента и температурой, который в диапазоне 0-20°C для каталазы равнялся 0,58. При влажности почвы 15-25% проявляется высокая активность каталазы, с увеличением влажности до 35% она незначительно снижается. Наивысшая активность каталазы наблюдается при сочетании оптимальной температуры и влажности почвы: 16-22°C и 16-20%. Выявленна высокая положительная связь каталазной активности с кислотностью почв: оптимум pH для нее составляет 7,4-8,0.

В результате исследований установлено, что ассимиляционная поверхность посевов определяет продукционные процессы и, в конечном итоге, формирование биомассы и запасов энергии в экосистемах. Наблюдения за ростом и развитием агроценозов окопника позволяют судить о том, что он быстро развивает ассимиляционную поверхность в период отрастания, которая в фазе бутонизации достигала 4,1-4,4 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> и мало зависела от прилегающих экосистем (табл. 4). В фазе цветения индекс листовой поверхности (ИЛП) окопника увеличивался до 4,5-5,0 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> и мало зависел от состава популяций.

**Таблица 4. Индекс листовой поверхности (ИЛП) окопника кавказского и лекарственного, м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup> (2011-2013 гг.)**

Агроценоз	Фаза развития культуры		
	отрастание	бутонизация	цветение
Прилегающая экосистема – агроценозы			
Окопник кавказский	3,7	4,5	5,0
Окопник лекарственный	3,6	4,4	4,9
Прилегающая экосистема – ель			
Окопник кавказский	3,7	4,4	5,0
Окопник лекарственный	3,6	4,3	4,8
Прилегающая экосистема – осина			
Окопник кавказский	3,6	4,2	4,6
Окопник лекарственный	3,5	4,1	4,5

## СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Б.И. Гуляев (1978) подчеркивает, что состояние и развитие ассимиляционного аппарата, в первую очередь размер листовой поверхности, зависят от условий внешней среды [4], поэтому следует ожидать тесной связи урожайности (Y) с площадью листьев, и в частности с ее максимумом  $L_{\max}$ : с увеличением  $L_{\max}$  урожайность возрастает.

Значительное внимание следует уделять вопросу об оптимальных размерах ассимилирующей поверхности. В оптимальных условиях развития снижение биологического урожая наблюдается только при значительном превышении  $L_{\max}$  и даже, как правило, при более низких значениях этого показателя, что является результатом взаимозависимости, приводящего к нарушению нормального хода морфогенеза, связанного с формированием генеративных и продуктивных органов, поскольку эти процессы свето-зависимы [10].

Значительное увеличение  $L_{\max}$  является отрицательным, так как при этом ухудшаются условия освещенности нижних ярусов, снижается их фотосинтез, начинается отмирание листьев, вытягивание стеблей, «жирование» и полегание растений. Желательно, чтобы площадь листьев не превышала  $5 \text{ м}^2/\text{м}^2$  [14].

Одним из основных показателей фотосинтезирующего аппарата, ответственного за эффективность его деятельности в продукционном процессе растения в период формирования биомассы, является удельная поверхностная плотность (УПП) листьев.

Существуют сведения, что удельная поверхностная плотность листа связывает процессы роста и фотосинтеза, так как отражает накопление сухого вещества единицей поверхности. Чем больше величина удельной поверхностной плотности листа, тем эффективнее идут процессы фотосинтеза, так как в расчете на единицу поверхности листа синтезируется большая биомасса [14].

Плотность листовых пластинок определяет продолжительность их активного функционирования и поглощения солнечной радиации. В данном случае ассимилянты, запасенные в листьях, поступают в генеративные органы, обеспечивая их питательными веществами и в конечном итоге повышают продуктивность культур. Согласно данным Х.Г. Тооминга (1977), оптимальное значение УПП листьев в условиях Центрального Черноземья составляет 40-60 г/дм<sup>2</sup> [14].

Проведенные исследования позволяют судить о том, что при практически равной ассимиляционной поверхности изучаемых вариантов у посадок осины листья окопника имели меньшую УПП и светлую окраску. Что касается формирования биологической массы, то установлена тесная взаимосвязь между развитием ассимиляционного аппарата и урожайностью зеленой массы (табл. 5).

**Таблица 5. Урожайность зеленой массы окопника кавказского и лекарственного, т/га (2011-2013 гг.)**

Укос	Агроценоз	Прилегающая экосистема		
		Агроценозы	Ель	Осина
1-й укос	Окопник кавказский	23,9	24,1	20,5
2-й укос		18,2	18,5	14,5
1-й укос	Окопник лекарственный	23,7	23,9	20,4
2-й укос		18,1	18,2	14,3
HCP <sub>0,95</sub>		4,1-4,2	3,9-4,0	4,0-4,1

За исследуемый период урожайность зеленой массы первого укоса окопника кавказского в зависимости от прилегающих экосистем колебалась в пределах 20,5-24,1 т/га. Минимальной она была в агроценозе, расположенном рядом с посадками осины, – 20,5 т/га, что ниже варианта с посадками ели на 17,6%. После скашивания растения довольно хорошо отрастали, и даже при существенном дефиците влаги во второй половине лета продук-

тивность агроценозов составила 14,5-18,5 т/га. При этом минимальной она была на варианте с прилегающей экосистемой осины – 14,5 т/га, что ниже варианта с экосистемой ели на 27,6%. Что касается варианта с прилегающими агроценозами, то продуктивность популяции не отличалась от агроценоза с прилегающей экосистемой ели.

Продуктивность окопника лекарственного не отличалась от окопника кавказского, отличие заключалось в том, что в зеленой массе окопника лекарственного отмечено более высокое содержание клетчатки.

В целом за два укоса продуктивность окопника кавказского на варианте с прилегающими агроценозами составила 42,1 т/га, на варианте с прилегающей елью – 42,6 т/га, осиной – 35,0 т/га, а окопника лекарственного – соответственно 41,8, 42,1 и 34,7 т/га.

Параллельно с формированием биомассы, начиная с фазы бутонизации, в начале второй декады мая, что раньше других нектароносных культур минимум на 2 недели, образовывались соцветия растений.

Окопник кавказский и лекарственный являются типичными энтомофильными растениями. Нектаропродуктивность семейства бурачниковых составляет 200-360 кг/га. Высокая нектарность цветков и обилие пыльцы привлекают к цветущему полю этой культуры большое количество диких насекомых, а также медоносных пчел [11].

Наблюдения, проведенные в 2014-2016 гг., позволяют судить о том, что основная роль в опылении цветков окопника кавказского принадлежит медоносным пчелам – 84,7% посещений, шмелей – 5,6%, одиночным пчёлам – 4,1% посещений. По своей численности и характеру работы на цветках только эти насекомые могут надежно обеспечить опыление semenников окопника на больших площадях.

Если проследить за работой пчел на окопнике в течение целого дня, легко установить, что наибольшее их количество приходится на его середину.

Наблюдения показали, что наиболее интенсивная посещаемость окопника опылителями приходится на первую половину его цветения. Объясняется это не только ежедневным нарастанием количества цветков в этот период, но и более высокой нектарностью цветков. Во вторую половину цветения, кроме постепенного уменьшения числа цветков, наблюдается снижение их нектарности, в результате чего посещаемость окопника кавказского и лекарственного пчелами значительно сокращается.

В утренние часы, когда температура воздуха сравнительно низкая, посещаемость пчел обычно небольшая. В полуденные часы с ясной и теплой (до жаркой) погодой, когда происходит временное подвядание цветков, облегчающей пчелам проникновение к нектарникам, пчелы в значительном количестве посещают цветки. При этих условиях и нектарность окопника бывает наивысшей. К вечеру посещаемость их ослабевает в связи с понижением температуры воздуха. Свободный лет пчел происходит только при температуре 18°C, а полный – при температуре 21°C. При температуре 15°C активность пчел резко падает. Погодные условия определяют не только различную активность работы пчел и шмелей, но и результативность опыления – оплодотворения цветков окопника. Процесс опыления идет нормально до тех пор, пока насекомые добывают энергии больше, чем потребляют. При дефиците энергии процесс опыления очень скоро становится невозможным.

Хотя шмели и более работоспособны на окопнике, чем пчелы, но результативность их как опылителей часто оказывается ниже по той причине, что они опыляют цветки в утренние и вечерние часы, по росе, сразу после дождя, то есть в менее благоприятное для опыления время. В это время пыльца слипается в комки, плохо пристает к насекомым, хуже переносится с цветка на цветок, значительное число пыльцевых зерен лопается. Вероятность самоопыления окопника в этих условиях значительно возрастает.

Шмели, активно работая в такую погоду, по-видимому, часто производят самоопыление окопника, что отражается в конечном итоге на результативности оплодотворения и урожайности семян.

Пчелы производят опыление окопника в основном в сухую погоду, когда возможность для переноса генетически разнородной пыльцы на большие расстояния всегда больше, а следовательно, результативность опыления – оплодотворения высокая.

Наблюдениями установлено, что в неблагоприятных погодных условиях 2014 г. агроценозы окопника не сформировали семена. В более благоприятных условиях 2015 г. завязываемость семян составила 58-60%, которые созревают крайне неравномерно и осыпаются. Поэтому определение сроков и способов уборки семенных посевов требует детальной разработки.

### **Выводы**

Таким образом, окопник кавказский и лекарственный являются теневыносливыми растениями, при этом прилегающие экосистемы не оказывают воздействие на ассимиляционную поверхность листьев.

Влияние прилегающих экосистем на запасы продуктивной влаги было минимальным, а определяющее влияние оказывали метеоусловия.

При размещении посадок окопника кавказского и лекарственного у ценозов осины удельная поверхность плотности листьев снижалась.

Основными опылителями соцветия являются медоносные пчелы, которые наиболее активно работают в начале цветения растений.

Выявлено влияние прилегающих экосистем на урожайность. Так, при размещении окопника у ценозов ели урожайность зеленой массы была наивысшей, при размещении у ценозов осины данный показатель снизился на 27,6%, а при размещении вблизи агроценозов – на 17,1%.

## Библиографический список

1. Базилевская Н.А. Теории и методы интродукции растений / Н.А. Базилевская. – Москва : МГУ, 1964. – 131 с.
2. Галстян А.Ш. Ферментативная активность почв / А. Ш. Галстян // Проблемы и методы биологической диагностики и индикации почв : труды Международного конгресса почвоведов. – Москва : Изд-во МГУ, 1984. – С. 46–54.
3. Гродзинский А.М. Аллелопатия в жизни растений и их сообществ: Основы химического взаимодействия растений / А.М. Гродзинский. – Киев : Наукова думка, 1965. – 200 с.
4. Гуляев Б.И. Особенности распределения фотосинтетически активной радиации в посеве озимой пшеницы / Б.И. Гуляев, Б.А. Митрофанов, В.Д. Мануильский // Пути повышения интенсивности и продуктивности фотосинтеза. – Киев : Наукова думка, 1969. – Вып. 3. – С. 87–95.
5. Двораковский М.С. Экология растений : учеб. пособие / М.С. Двораковский. – Москва : Высшая школа, 1983. – 190 с.
6. Житин Ю.И. Приемы использования отходов производства в агроэкосистемах Центрального Черноземья : монография / Ю.И. Житин, Н.В. Стекольникова. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. – 218 с.
7. Иванов В.Д. Мелиоративное почвоведение : учеб. пособие / В.Д. Иванов, Е.В. Кузнецова. – Воронеж : ВГАУ, 2006. – 256 с.
8. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия : учебник / В.И. Кирюшин. – Москва : Колос, 1996. – 367 с.
9. Коноплина Е.А. Оценка воздействия вторичных ресурсов сахарного производства на биоресурсы агроэкосистем : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 03.02.14 / Е.А. Коноплина. – Воронеж, 2011. – 20 с.
10. Лядова Л.В. Способы повышения эффективности использования энергии в экосистемах : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 03.00.16 / Л.В. Лядова. – Воронеж, 2005. – 130 с.
11. Медведев П.Ф. Кормовые растения Европейской части СССР : Справочник / П.Ф. Медведев, А.И. Сметаникова. – Ленинград : Колос. Ленингр. отд-ние, 1981. – 336 с.
12. Ничипорович А.А. Фотосинтетическая деятельность растений и пути повышения их продуктивности / А.А. Ничипорович // Теоретические основы фотосинтезирующей продуктивности : сб. докладов АН СССР. – Москва : Наука, 1977. – С. 511–526.
13. Стогова Н.Г. Окопник / Н.Г. Стогова. – Питер : Питер Принт, 2006 (СПб.: ГИПК Лениздат). – 95 с.
14. Тооминг Х. Г. Солнечная радиация и формирование урожая : монография / Х.Г. Тооминг. – Ленинград : Гидрометеоиздат, 1977. – 200 с.
15. Яшин И.М. Почвенно-экологические исследования в ландшафтах : учеб. пособие / И.М. Яшин, Л.Л. Шилов, В.А. Раскатов. – Москва : МСХА, 2000. – 560 с.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Юрий Иванович Житин – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия и агроэкологии, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Российская Федерация, г. Воронеж, тел. 8(473) 253-66-88, E-mail: lena.volo@mail.ru.

Елена Викторовна Волошина – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия и агроэкологии, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Российская Федерация, г. Воронеж, тел. 8(473) 253-66-88, E-mail: lena.volo@mail.ru.

Дата поступления в редакцию 01.03.2017

Дата принятия к печати 26.04.2017

## AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Yuriy I. Zhitin – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Arable Farming and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russian Federation, Voronezh, tel. 8(473) 253-66-88, E-mail: lena.volo@mail.ru.

Elena V. Voloshina – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Arable Farming and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russian Federation, Voronezh, tel. 8(473) 253-66-88, E-mail: lena.volo@mail.ru.

Date of receipt 01.03.2017

Date of admittance 26.04.2017