

# ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СОРТОВ СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ УДОБРЕННОСТИ

**КОТЛЯРОВА Екатерина Геннадьевна**, Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина

**ГРИЦИНА Виталий Геннадьевич**, Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина

*Изучены условия активизации фотосинтетической деятельности сортов сои разных групп спелости в зависимости от органических и минеральных удобрений в условиях южной лесостепи Центрального Черноземья. Установлено, что в среднем за три года исследований посевы среднеспелого сорта Белгородская 48 при совместном применении компоста соломопометного (20 т/га), аммиачной селитры (30 кг/га N) и микроудобрения Азосол 36 Экстра (2 раза по 2 л/га) сформировали наибольшую площадь листовой поверхности – 42,2 тыс. м<sup>2</sup>/га, что выше контроля на 44 % и максимальный фотосинтетический потенциал – 1643 тыс. м<sup>2</sup>·сут./га, обеспечивший 42%-ую прибавку. Наиболее продуктивно процесс фотосинтеза проходил в посевах раннеспелого сорта Ланцетная при применении подкормки Азосол – в среднем за вегетацию 7,1 г/м<sup>2</sup>·сут. Корреляционные зависимости между изучаемыми показателями фотосинтетической деятельности и урожайностью сои показали, что при насыщении уровня удобренности создаются благоприятные условия для роста и развития растений, интенсивности фотосинтеза и оттока синтезируемых веществ в семена. Сортовая специфичность проявляется в том, что среднеспелый сорт Белгородская 48 эффективнее использует пролонгированное действие компоста, тогда как раннеспелый сорт Ланцетная предпочитает удобрения на основе аммиачной селитры.*

**Введение.** Стремительный рост производства сои в мире и стране обусловлен тем, что культура является источником белка гораздо более дешевого, чем животный; большого спроса в странах ее исторического потребления; высокой доходности и востребованности многочисленными отраслями промышленности [4, 14].

В Белгородской области производство сои весьма перспективно в связи с бурным развитием отрасли животноводства. По производству семян область в разные годы занимала 2-е и 3-е места в стране. В течение последнего десятилетия площади посевов сои возросли в 5 раз, достигнув 267 тыс. га [4]. Это, в свою очередь, благоприятно сказывается на накоплении в почве биологического азота (в течение последних лет его количество возросло с 10 до 20 кг/га, а в некоторых хозяйствах до 40 кг/га [17]) и увеличении доли хороших предшественников в структуре посевных площадей.

Производство в области большого количества разных видов органических удобрений (более 15 млн т), активизация азотфиксации является частью программы «Биологизации земледелия», реализуемой в Белгородской области и направленной на повышение плодородия почвы и, в конечном итоге, урожайности культур и эффективности аграрного сектора, что подтверждается результатами практического земледелия [6]. По урожайности сои Белгородская область лидирует в стране – 24 ц/га. Получение высоких урожаев семян сои основано на изучении сортовых особенностей ее производственного процесса, способов его регулирования, в том числе путем оптимизации питательного режима. Система удобрения является одним из наиболее эффективных регуляторов производственного

процесса, поскольку определяет уровень обеспеченности растений элементами питания, в том числе азотом, который чаще всего находится в минимуме. Доступность азота и рациональное его использование – задача современного земледелия и направление совершенствования технологии возделывания каждой культуры. Соя имеет преимущество в обеспеченности этим жизненно важным элементом благодаря азотфиксации клубеньковыми бактериями.

Исследования по изучению на сое органических, минеральных, микроэлементных удобрений, регуляторов роста в основном направлены на оценку характера (стимулирующего или ингибирующего) влияния видов и доз различных удобрений на симбиотическую активность и эффективность использования биологического азота. Поскольку симбиотическая и фотосинтетическая деятельность растений сои взаимосвязаны и определяют уровень урожайности культуры. Мнения авторов по этому вопросу достаточно противоречивы: одни считают, что удобрения, особенности азотные, угнетают активность азотфиксацирующих бактерий [2, 10, 12], другие, наоборот, приводят аргументы в подтверждение их положительного влияния [8, 14, 15].

Важнейшей теоретической и прикладной задачей является повышение продуктивности культуры при обязательном сохранении плодородия почвы. Значение органических удобрений, в том числе на основе птичьего помета для плодородия почвы трудно переоценить [16]. Существуют также, хоть и немногочисленные, подтверждения положительного влияния таких удобрений и на продуктивность сои [7, 9, 11]. Кроме того, рациональное применение соломопометного компоста решает задачу утилизации органических отходов птицеводческих комплексов, с одной стороны, и экономически более эф-



фективного их использования на фоне удорожания минеральных удобрений, с другой. Во многих экспериментах показано положительное влияние макро-, микроудобрений и их сочетаний на фотосинтетическую продуктивность, урожайность семян, содержание в них белка, сбор белка и масла [1, 3, 5, 8, 13]. Однако опытов по сравнительному изучению органических, минеральных и микроэлементных удобрений и их различных сочетаний под сою нами не установлено. Характерные особенности таких видов удобрений могли бы успешно дополнять друг друга, оптимизируя производственный процесс.

Цель исследования – изучение возможности повышения фотосинтетической активности и продуктивности сортов сои на основе создания наиболее благоприятного питательного режима почвы в результате действия и взаимодействия соломопометного компоста, аммиачной селитры и микроэлементного удобрения Азосол 36 Экстра.

**Методика исследований.** Район исследований, расположенный в южной лесостепи Центрального Черноземья, характеризуется умеренно-континентальным климатом со среднегодовой температурой 6,2 °С, суммой среднесуточных температур выше 10° около 2900°, среднегодовой суммой осадков 475 мм. Годовой гидротермический коэффициент около 1 и указывает на то, что район характеризуется неустойчивым увлажнением. Вероятность влажных лет 25–40 %, полузасушливых и засушливых 30–50 %.

Полевые исследования проводили на базе УНИЦ «Агротехнопарк» Белгородского ГАУ им. В.Я. Горина в 2014–2016 гг. в зерновом севообороте: соя – озимая пшеница – гречиха – просо. Почва опытного участка – чернозем типичный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса – 5,1 % (по Тюрину); рНсол. = 6,0; содержание подвижного фосфора и калия (по Чирикову) соответственно 125–167 и 128–133 мг/кг почвы.

Двухфакторный опыт по схеме 2×8. Фактор А(сорт): Ланцетная (раннеспелый сорт) и Белгородская 48 (среднеспелый). Оригинатором сортов сои является Белгородский ГАУ.

Фактор В (органические и минеральные удобрения): 1. Контроль – без применения удобрений; 2. Компостсоломопометный (здесь и далее компост); 3. Компост + Аммиачная селитра (Naa); 4. Компост + Naa + Азосол; 5. Компост + Азосол; 6. Naa + Азосол; 7. Азосол; 8. Naa. Компост (20 т/га) вносили осенью под основную обработку дисковой бороной БДТ-5,4 на глубину 10–12 см. Аммиачную селитру в дозе 30 кг д.в./га вносили весной под предпосевную культивацию. Обработка микроудобрением Азосол 36 Экстра в дозе 2 л/га проводили 2 раза по вегетации в фазу третьего тройчатого листа и фазу бутонизации.

Общая площадь делянок составляла 37 м<sup>2</sup>, учетная площадь – 25 м<sup>2</sup>, повторность трехкратная, размещение делянок систематическое методом организованных повторений. Уход за посевами включал первую химическую обработку в фазу об-

разования первого тройчатого листа препаратами: Квикстеп 0,8 л/га + Хармони 6 г/га + Тренд 90 + + Вантекс 60 мл/га; вторую химическую обработку проводили в фазу 3–4-го тройчатого листа препаратом Фюзилат Форте 1 л/га.

Критический для сои период активного наращивания листостебельной массы и начала цветения приходится в Белгородской области на конец июня и начало июля. В 2014 и 2015 г. гидротермические условия этого времени года были более благоприятными для культуры – в условиях комфортной для растений сои температуры воздуха и количество осадков было не на много выше многолетней нормы. В 2016 г. в этот период наблюдалась жаркая погода с существенным недостатком влаги, что отразилось на урожайности.

**Результаты исследований.** Анализ результатов трехлетних исследований выявил, что на величину площади листьев оказали влияние как сортовые особенности растений сои, так и применение удобрений. Площадь листового аппарата среднеспелого сорта Белгородская 48 во всех фазах развития культуры была достоверно выше по сравнению с раннеспелым сортом Ланцетная – на 0,98 тыс. м<sup>2</sup>/га; 2,25; 3,41 и 4,58 тыс. м<sup>2</sup>/га соответственно в фазы ветвлении, бутонизации, цветения и налива бобов (табл. 1). Это могло быть обусловлено как большей пластичностью среднеспелого сорта Белгородская 48, так и морфологическими особенностями листовой пластины. Сорт Ланцетная имеет узкие ланцетовидные листочки. Максимальная разница в площади листьев между сортами была в начальный период развития и составляла 22 %, к концу вегетации различия сокращались до 13–14 %. Применение минеральных и органических удобрений способствовало увеличению площади ассимиляционного аппарата. Влияние удобрений было значимо уже в начальный период развития растений. В фазу ветвлении недостоверный прирост листовой поверхности отмечен при применении только компоста и Азосола.

В дальнейшем достоверность положительно-го действия этих удобрений подтверждена математической обработкой. К фазе налива бобов прирост ассимиляционной поверхности на этих вариантах по сравнению с контролем составил 18–20 %. Положительное влияние компоста и микроудобрения имело отложенное действие, связанное с инерцией процессов мобилизации элементов питания органических удобрений и почвы, потенциальное плодородие которой было задействовано при применении Азосола.

Наибольшую площадь листьев развивали посевы сои при использовании полного трехкомпонентного удобрения (компост + Naa + Азосол). К фазе налива бобов приращение листовой поверхности по сравнению с контролем составило 10,6 тыс. м<sup>2</sup>/га, или 38 % в среднем по сортам. На посевах сорта Белгородская 48 данный вариант удобрения был более эффективен, чем на Ланцетной: соответствующие прибавки составили 44 и 31 %. При этом на среднеспелом сорте Белгород-



### Таблица 1

**Динамика площади листьев растений сортов сои по фазам вегетации в зависимости от удобрений, тыс. м<sup>2</sup>/га в среднем за 2014–2016 гг.**





ская 48 равнозначное влияние имели все варианты двухкомпонентного сочетания удобрений. Следует отметить, что в отличие от среднеспелого сорта, максимальный прирост листовой поверхности сорта Ланцетная обеспечило совместное применение аммиачной селитры и Азосола (32 %). Не существенным было отличие и при применении только аммиачной селитры – 26 %.

Фотосинтетическая деятельность агроценоза сои зависит не только от размера ассимиляционного аппарата, но и от продолжительности его работы в течение вегетационного периода. Характер динамики фотосинтетического потенциала (ФП) подобен изменениям площади листовой поверхности вследствие превосходящего ее размера у среднеспелого сорта, у которого вегетационный период продолжительнее. Во все межфазные периоды посевы сорта Белгородская 48 имели больший фотосинтетический потенциал. За вегетацию ФП раннеспелого сорта Ланцетная был ниже на 255 тыс.  $\text{м}^2 \cdot \text{сут.}/\text{га}$ , или в 1,2 раза (табл. 2).

Наибольшее влияние на фотосинтетический потенциал сортов Ланцетная и Белгородская 48 оказало внесение полного органо-минерального удобрения, способствуя его приращению на 31 и 42 % соответственно. Двухкомпонентные сочетания удобрений не имели существенных отличий от трехкомпонентного варианта на среднеспелом сорте, а на раннеспелом – наиболее эффективными были все варианты с применением аммиачной селитры.

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) определяется валовой продуктивностью фотосинтеза за вычетом затрат органического вещества на дыхание и всевозможные потери. Результаты исследования, представленные в табл. 3, свидетельствуют о том, что величина ЧПФ изменяется на протяжении всего вегетационного периода в зависимости от площади листовой поверхности, скорости ее формирования, уровня минерального питания, сортовых особенностей.

Наиболее продуктивно процесс фотосинтеза проходил в первой половине вегетации сои – в межфазный период «ветвление – бутонизация». Причем ЧПФ раннеспелого сорта Ланцетная в этот период был выше, чем у сорта Белгородская 48 – на 14 %, также, как и в последующие межфазные периоды, соответственно на 10 и 29 %. В среднем за вегетацию различия составили 17 %. В следующий период «бутонизация – цветение» ЧПФ снижается в 3 раза – с 14,6 до 4,9  $\text{г}/\text{м}^2 \cdot \text{сут.}$  в среднем, тогда как в период «цветение – налив бобов» только в 1,4 раза – до 3,5  $\text{г}/\text{м}^2 \cdot \text{сут.}$  Стоит отметить, что в среднем за вегетацию максимальное преимущество сорт Ланцетная имел при применении Азосола – 1,33  $\text{г}/\text{м}^2 \cdot \text{сут.}$  В целом по опыту в данном варианте удобрения продуктивность фотосинтеза была наибольшей на обоих сортах в течение всего вегетационного периода. Достоверное повышение ЧПФ составило 25 % по сравнению с контролем, по сравнению с худшим по этому показателю вариантом (Naa + Азосол) – 30 %.

Помимо азота (36,6 %) Азосол 36 Экстра содержит хелатные формы микроэлементов Mg, Mn, Cu, Fe, B, Zn, Mo, имеющие высокую эффективность усвоения. Очевидно, что характер воздействия микроэлементного удобрения на листовую пластину имеет меньше «посредников» и эффективнее стимулирует процесс фотосинтеза. Вторым и третьим по эффективности протекающего в листьях фотосинтеза были варианты с компостом отдельно и в комплексе с Азосолом. Все варианты удобрений, насыщенные минеральным азотом (с участием аммиачной селитры) снижали интенсивность фотосинтеза. Обращает на себя внимание тот факт, что повышение уровня удобренности, при котором возрастают площадь ассимиляционного аппарата и фотосинтетический потенциал посевов сои, приводит к снижению чистой продуктивности фотосинтеза агроценозов. Можно предположить, что это происходит вследствие взаимного затенения более развитых листьев и, как результат, ухудшения светового, температурного и других режимов. Кроме того, при накоплении ассимилятов процесс фотосинтеза замедляется. Большое значение для интенсивности фотосинтеза имеет скорость оттока ассимилятов из листа в другие органы растения, так называемая аттрагирующая (притягивающая) способность потребления органов растения, в том числе семян. Скорость оттока продуктов фотосинтеза зависит от темпов роста и развития. Это подчеркивает тот факт, что в начальные фазы развития весьма высокий темп фотосинтеза демонстрировали посевы без внесения удобрений (см. табл. 3). Однако к концу вегетации чистая продуктивность фотосинтеза в данном варианте была самой низкой. Можно предположить, что более слабое развитие растений на этом варианте не позволяло эффективно усваивать ассимиляты. Тем более, что в наших опытах установлена достоверная на 5%-м уровне значимости прямая сильная связь между накоплением сухого вещества посевами сои и с площадью листовой поверхности ( $r = 0,84$ ), и с фотосинтетическим потенциалом ( $r = 0,79$ ).

Целевым результатом фотосинтетической деятельности, в первую очередь, является урожайность культуры. В результате попарного корреляционного анализа установлено, что между урожайностью сортов сои и такими показателями, как площадь листовой поверхности, фотосинтетический потенциал и масса сухого вещества существует достоверная сильная положительная связь. В случае сорта среднеспелого Белгородская 48 это особенно ярко выражено ( $r = 0,92–0,96$ ) (табл. 4).

Связь уровня урожайности сорта Ланцетная с чистой продуктивностью фотосинтеза средняя ( $r = 0,40$ ), но не достоверная; в случае сорта Белгородская 48 – очень слабая отрицательная. Таким образом, установленные корреляционные зависимости позволяют выявить наиболее благоприятный режим питания, при котором создаются условия для эффективной фотосинтетической деятельности сортов сои.

Таблица 2

**Фотосинтетический потенциал посевов сои на фазам вегетации в зависимости от уровня удобренности, тыс.м<sup>2</sup>·сут./га в среднем за 2014–2016 гг.**

Удобрение (фактор В)	Сорт (фактор А)		Фазы вегетации	Среднее по фактору В		
	Ланцетная			Белгородская 48		
Контроль б/у	96,01	297,32	ветвление – бутонизация – цветение – налив бобов	период ветвления бутонизация – цветение – налив бобов	цветение – налив бобов	
Компост	113,00	348,82	1040,77	110,73	719,75	
Компост + Naa	120,13	360,89	777,28	1258,30	134,99	
Компост + Naa + Azosol	128,23	386,70	843,65	1358,58	149,20	
Компост + Azosol	118,70	354,10	771,95	1244,75	161,51	
Naa + Azosol	128,27	381,60	844,83	1354,70	157,05	
Azosol	111,92	343,86	760,21	1216,00	125,56	
Naa	120,56	356,38	800,04	1276,97	148,15	
Среднее по фактору А	117,10	353,71	778,03	1248,85	142,16	
HCP <sub>05</sub> A	8,19	23,54	33,35	62,57	–	
HCP <sub>05</sub> AB	23,18	66,59	94,33	176,97	–	
					HCP <sub>05</sub> B	
					16,39	
					47,09	
					66,7	
					125,14	

Таблица 3

**Чистая продуктивность фотосинтеза посевов сои по фазам вегетации в зависимости от уровня удобренности, г/м<sup>2</sup>·сут. в среднем за 2014–2016 гг.**

Удобрение (фактор В)	Сорт (фактор А)			Среднее по фактору В		
	Ланцетная	Белгородская 48	Фазы вегетации			
ветвление – бутонизация цветение	цветение – налив бобов	средняя за период ветвления	ветвление – бутонизация	цветение – налив бобов	средняя за период ветвления	бутонизация – цветение
Контроль б/у	15,79	5,14	3,13	5,40	14,77	5,07
Компост	16,35	5,33	4,28	6,31	13,68	4,76
Компост + Naa	14,68	4,96	3,35	5,51	13,66	4,52
Компост + Naa + Azosol	14,75	4,95	3,72	5,72	12,93	4,50
Компост + Azosol	15,48	5,16	3,62	5,83	13,41	4,69
Naa +Azosol	13,74	4,60	3,55	5,41	11,76	4,11
Azosol	18,73	6,12	4,97	7,10	16,10	5,53
Naa	15,22	5,14	4,14	6,10	13,14	4,53
Среднее по фактору В	15,59	5,18	3,84	5,92	13,68	4,71
HCP <sub>05</sub> A	0,49	0,14	0,3	0,26	—	—
HCP <sub>05</sub> AB	1,37	0,40	0,85	0,75	—	—
					0,97	0,28
					0,6	0,53
					HCP <sub>05</sub> B	

**Показатели фотосинтетической продуктивности и урожайность сортов сои  
в зависимости от уровня удобренности**

Удобрение (фактор В)	Максимальная площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га	ФП за вегетацию, тыс. м <sup>2</sup> ·сут./га	Максимальное накопление абсол. сухого вещества, кг/га	ЧПФ за вегетацию, г/м <sup>2</sup> ·сут.	Урожайность семян, т/га
<b>Ланцетная (раннеспелый сорт)</b>					
Контроль б/у	26,8	1041	5379	5,40	2,46
Компост	32,5	1241	7194	6,31	2,88
Компост + Naa	32,1	1258	6685	5,51	2,81
Компост + Naa + Азосол	35,2	1359	7419	5,72	3,01
Компост + Азосол	32,0	1245	6845	5,83	2,79
Naa + Азосол	35,5	1355	7038	5,41	2,71
Азосол	32,1	1216	7739	7,10	2,84
Naa	33,9	1277	7355	6,10	2,79
r	0,74*	0,75*	0,84*	0,40	среднее 2,79
<b>Белгородская 48 (среднеспелый сорт)</b>					
Контроль б/у	29,4	1154	5533	4,88	2,58
Компост	34,9	1376	7023	5,19	2,86
Компост + Naa	40,1	1565	7713	4,94	2,93
Компост + Naa + Азосол	42,2	1643	8031	4,92	3,04
Компост + Азосол	40,3	1526	7822	5,20	3,01
Naa + Азосол	39,2	1572	7114	4,52	2,81
Азосол	34,3	1308	7281	5,77	2,90
Naa	36,4	1487	7161	4,87	2,86
r	0,96*	0,92*	0,96*	-0,05	Среднее 2,88
HCP <sub>05</sub> A HCP <sub>05</sub> B и AB					0,16 0,33

Примечание: r – коэффициент корреляции между урожайностью и показателями фотосинтетической деятельности; \* – достоверный на 5%-м уровне значимости.

**Заключение.** Анализ всей совокупности действия и взаимодействия изучаемых факторов и показателей свидетельствует о том, что при насыщении уровня удобренности повышается фотосинтетическая активность посевов сои, достигая максимума при применении полного трехкомпонентного комплекса, состоящего из компоста, аммиачной селитры и микроэлементного удобрения Азосол. Это создает благоприятные условия для роста и развития растений, интенсивности фотосинтеза и оттока синтезируемых веществ в семена. Применение органического удобрения способствовало увеличению по сравнению с контролем площади ассимиляционного аппарата на 38 % и фотосинтетического потенциала – на 44 %, что, как подтвердил корреляционный анализ ( $r = 0,74\text{--}0,96$ ), обусловило получение наибольшей урожайности – 3 т/га. Сортовая специфичность проявляется в том, что среднеспелый сорт Белгородская 48 эффективнее использует пролонгированное действие компоста, тогда как раннеспелый сорт Ланцетная предпочитает удобрение на основе аммиачной селитры.

номинерального удобрения способствовало увеличению по сравнению с контролем площади ассимиляционного аппарата на 38 % и фотосинтетического потенциала – на 44 %, что, как подтвердил корреляционный анализ ( $r = 0,74\text{--}0,96$ ), обусловило получение наибольшей урожайности – 3 т/га. Сортовая специфичность проявляется в том, что среднеспелый сорт Белгородская 48 эффективнее использует пролонгированное действие компоста, тогда как раннеспелый сорт Ланцетная предпочитает удобрение на основе аммиачной селитры.



32

**АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**

2  
2021

A decorative illustration of two golden wheat stalks with long, thin leaves, positioned in the top right corner of the page.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воронцов В.А., Бабич Н.Н., Джабраилов А.А. Влияние отдельных элементов технологии возделывания на урожайность сои // Зернобобовые культуры крупные культуры. – 2013 – № 2(6). – С. 112–116.
  2. Гаджиумаров Р.Г. Фотосинтетическая деятельность посевов сои в зависимости от технологии возделывания // Новости науки в АПК. – 2019. – № 3(12). – С. 419–423.
  3. Грицина В.Г., Котлярова Е.Г. Урожайность, качество семян и доходность сортов сои в зависимости от уровня удобренности // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2017. – № 4(16). – С. 52–63
  4. Маркетинговое исследование: Рынок сои за 2015–2019 гг. / ОГАУ «Инновационно-консультационный центр АПК». – Белгород, 2020. – 19 с.
  5. Применение минеральных удобрений и бактериальных препаратов под подсолнечник на черноземе обыкновенном / А.В. Вашенко [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 1. – С. 4–8.
  6. Савченко Е.С. Особая миссия сельского хозяйства // АПК: экономика, управление. – 2018. – № 1. – С. 4–10.
  7. Синеговская В.Т., Наумченко Е.Т. Зависимость урожайности сои от эколого-агрохимических факторов // Российская сельскохозяйственная наука. – 2019. – № 3. – С. 16–18.
  8. Сыромятников В.Ю. Продуктивность сои в зависимости от удобрений и приёмов ухода // Аграрный вестник Урала. – 2011. – № 4 (83). – С. 9–11.
  9. Талыбова С.Т., Ахмедова А.Ф. Влияние компостов на динамику питательных элементов в почве под культурами сахарная свекла и соя // Почвы в биосфере: материалы Всеросс. науч. конф., посвящ. 50-летию Института почвоведения и агрохимии СО РАН. – М., 2018. – С. 155–158.
  10. Таов М.Л. Действие условий минерального питания на продуктивность и качество зерна сои // Бюллентень ВИУА. – 2001. – № 115. – С. 162–163.
  11. Титова В.И., Дабахов М.В., Дабахова Е.В. Обоснование использования отходов в качестве вторичного материального ресурса в сельскохозяйственном производстве: учебное пособие / Нижегородская гос. с.-х. академия. – Н. Новгород: Изд-во ВВАГС, 2009. – 178 с.

на показатели фотосинтетической и симбиотической деятельности посевов сои, гороха и вики // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 1 (159). – С. 30–34.

  13. Щегольков А.В. Продуктивность сои в зависимости от применения корневых подкормок серным, борным и молибденовым удобрениями на черноземе выщелоченном // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – № 106(02). – С. 212–224.
  14. Эффективность выращивания сои с применением удобрений и биопрепарата на черноземе обыкновенном в условиях орошения / О.Г. Шабалдас [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 8. – С. 48–53.
  15. Kotlyarova E.G. et al. Formation of the symbiotic apparatus and yield of soy varieties depending on the level of fertilization // International Journal of Advanced Biotechnology and Research, 2017, Vol. 8, Iss. 4, P. 1156–1164.
  16. Litsukov S.D. et al. Agrochemical substantiation of the inclusion of bird droppings under grain maize at different tillage in terms of the South-Western Part of the Central Black Earth Region // Bioscience Biotechnology Research Communications, 2019, Special Issue, Vol. 12 (5), P. 152–160.
  17. Turyansky A.V. et al. Research of development trends in the field of soil fertility restoration // Ecology, Environment and Conservation Paper, 2018, No 24 (3), P. (1048–1052).

**Котлярова Екатерина Геннадьевна**, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Земледелие, агрохимия, землеустройство, экология и ландшафтная архитектура», Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина. Россия.

**Грицина Виталий Геннадьевич**, аспирант, Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина Белгородского ГАУ. Россия.

308503, Белгородская обл., Белгородский район, п. Майский, ул. Вавилова, 1.

Тел.: (4722) 39-21-79; e-mail: vitalii-gricina@mail.ru.

**Ключевые слова:** соя; сорт; органические и минеральные удобрения; урожайность; фотосинтетическая деятельность.

## **PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF SOYBEAN VARIETIES DEPENDING ON THE LEVEL OF FERTILIZATION**

**Kotlyarova Ekaterina Gennadievna**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair “Agriculture, Agrochemistry, Land Management, Ecology and Landscape Architecture”, Belgorod State Agricultural University named after V.Ya. Gorin. Russia.

**Gritsina Vitaliy Gennadievich**, Post-graduate Student, Belgorod State Agricultural University named after V.Ya. Gorin. Russia.

**Keywords:** soybean, variety, organic and mineral fertilizers, yielding capacity, photosynthetic activity.

The conditions of activating the photosynthetic activity of soybean varieties of different ripening groups depending on organic and mineral fertilizers in the southern forest-steppe of the Central Chernozem region have been studied. It was found that, on average, over three years of research, crops of the medium-ripening variety Belgorod 48 under the combined application of straw-litter compost (20 t/ha), ammonium ni-

rate ( $30 \text{ kg/ha N}$ ) and Azosol 36 Extra ( $2 \times 2 \text{ l/ha}$ ) formed the largest leaf surface area –  $42.2 \text{ thousand m}^2/\text{ha}$ , which was on 44% higher than in the control, and the maximum photosynthetic potential  $1643 \text{ thousand m}^2\cdot\text{day/ha}$ , which provided the 42% increase. Photosynthesis process in the crops of the early-ripening Lancet variety with the use Azosol was the most productive – on average, during the growing season,  $7.1 \text{ g/m}^2\cdot\text{day}$ . Correlation analysis between the studied photosynthetic activity indicators and soybean yield showed that when the fertilization level was saturated, the favorable conditions for the plant growth and development, the photosynthesis intensity and the outflow of synthesized substances into seeds were created. Varietal specificity was manifested in the fact that the medium-ripening variety Belgorodskaya 48 used the prolonged action of compost more effectively, while the early-ripening variety Lancet preferred fertilizers based on ammonium nitrate.