

В.Т. Синеговская, академик РАН, профессор, заслуженный деятель науки РФ
 А.А. Урюпина, младший научный сотрудник
 И.В. Ануфриева, младший научный сотрудник
 ФНЦ Всероссийский научно-исследовательский институт сои
 РФ, 675027, Амурская обл., г. Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 19
 E-mail: valsln09@gmail.com

УДК 633.34:631.33:631.521:631.244.2

DOI:10.30850/vrsn/2021/4/48-52

ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ НОВОГО СКОРОСПЕЛОГО СОРТА СОИ СЕНТЯБРИНКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Установлено положительное влияние минеральных и органических удобрений на фотосинтетическую деятельность посевов скороспелого сорта сои Сентябрьринка при длительном применении в стационарном опыте на луговой черноземовидной почве в условиях Амурской области. Внесение минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{90}$ обеспечило формирование в посевах сои максимальной площади листьев – 55 тыс. м²/га, с превышением контрольного варианта на 52,4 %. Положительная динамика роста листьев в течение вегетации сои отмечена при оптимальном температурном режиме и достаточной обеспеченности растений влагой от начала образования бобов до их формирования. Фотосинтетический потенциал достигал максимальных показателей к периоду формирования бобов – налива семян у растений всех вариантов опыта и был наибольшим в посевах с применением минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{90}$ (превышение контроля на 39 %). Продуктивность фотосинтетического потенциала (ППП) при формировании хозяйственно полезной части урожая варьировала от 2,0 до 2,2 кг/тыс. ед. ФП, что обеспечило биологическую урожайность семян на уровне 4,0...4,6 т/га. Корреляционный анализ подтвердил зависимость урожайности скороспелого сорта сои Сентябрьринка на 85–90 % от показателей работы фотосинтетического аппарата. Коэффициент корреляции между площадью листьев и урожайностью составил 0,95 ($d_{yx} = 0,90$), что подтвердило сильную положительную связь (90%) между урожайностью и площадью листовой поверхности, а также с фотосинтетическим потенциалом ($r = 0,92$, $d_{yx} = 0,85$).

Ключевые слова: соя, минеральные удобрения, фотосинтетическая деятельность, урожайность.

V.T. Sinegovskaya, Academician of the RAS, Professor, Honored Scientist of Russia
 A.A. Uryupina, junior researcher
 I.V. Anuphrieva, junior researcher
 FSC All-Russian Scientific Research Institute of Soybean
 RF, 675027, Amurskaya obl., g. Blagoveshchensk, Ignat'evskoe shosse, 19
 E-mail: valsln09@gmail.com

PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY AND YIELD FORMATION OF A NEW EARLY MATURING Sentyabrinka SOYBEAN VARIETY DEPENDING ON FERTILIZATION LEVEL

The positive effect of fertilizers on the crop photosynthetic activity of the early ripening variety of soybean Sentyabrinka with prolonged use of mineral and organic fertilizers in a stationary experiment with meadow chernozem-like soil in the Amur region has been established. Application of mineral fertilizers in a dose of $N_{60}P_{90}$ ensured the formation of the maximum leaf area in soybean crop at the level of 55 thousand m²/ha, exceeding the control by 52.4 %. This study noted a positive dynamic in the formation of leaf area during the entire growing season of soybean under conditions of optimal temperature conditions and sufficient supply of plants with moisture in the period from the beginning of the generation of pods to their formation. The photosynthetic potential reached its maximum values by the stage of pods formation, seeds filling in plants of all tests of the experiment and was the highest in crops under application of mineral fertilizers at a dose of $N_{60}P_{90}$, exceeding the control by 39 %. The productivity of the photosynthetic potential (PPP) during the formation of crop economically valuable importance varied from 2.0 to 2.2 kg per 1000 PP units, which ensured the biological seed yield at 4.0–4.6 t/ha, depending on the dose of fertilizers. Correlation analysis confirmed the 85–90 % dependence of the yield of the early maturing soybean variety Sentyabrinka on the performance of the photosynthetic apparatus. The correlation coefficient between leaf area and yield was 0.95 ($d_{yx} = 0.90$), which confirmed the strong dependence (90 %) of yield on leaf area and duration of its work ($r = 0.92$, $d_{yx} = 0.85$).

Key words: soybean, crop rotation, photosynthetic activity, yield.

Величина урожая в посевах сельскохозяйственных культур определяется не только внешними условиями окружающей среды, но и интенсивностью процесса фотосинтеза, который зависит от ряда факторов, один из которых – обеспеченность посевов элементами минерального питания. [6, 11] Для процесса фотосинтеза она имеет такое же существенное значение, как и интенсивность света. Основной показатель фотосинте-

тической деятельности – скорость формирования, размер площади листовой поверхности растений и продолжительность ее функционирования. [8, 13] Управляя режимом питания растений можно регулировать эти процессы. [2-4, 17] А.А. Ничипорович установил, что при полном смыкании листьев оптимальная площадь листовой поверхности посевов – 40...50 тыс. м²/га. [9, 10] За весь период вегетации ассимиляционный аппарат посевов сои

способен улавливать до 90,6 % солнечной радиации, поступающей на поле, что увеличивает эффективность фотосинтеза и повышает продуктивность растений. [16] Площадь листовой поверхности на фоне минерального питания возрастает на 2,5...5,1 тыс. м²/га. [7] Применение под зяблевую вспашку фосфорных удобрений P₄₅ положительно влияет на формирование листовой поверхности растений (39...46 тыс. м²/га), что способствует повышению урожайности зерна до 25...29 ц/га. [1, 5] Доказано, что фотосинтетический аппарат и его продуктивность зависят не только от условий внешней среды, но и степени обеспечения растений минеральным питанием. [14, 15]

Цель исследований – определение зависимости работы фотосинтетического аппарата и величины урожайности сои от уровня обеспеченности растений минеральным питанием.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Опыт проводили в 2019–2020 годах в длительном стационарном пятипольном севообороте (овес, соя, пшеница, соя, пшеница), заложенном на поле ВНИИ сои в 1962–1964 годах. Почва – луговая черноземовидная среднесиловатая, рН – 5,2, гумус – 4,21 %. Схема опыта: 1 – без удобрений, 2 – P₆₀, 3 – N₃₀P₆₀, 4 – N₆₀P₉₀, 5 – N₃₀P₆₀ + 12 т/га полупревшего навоза КРС под предшествующую культуру оves. Минеральные удобрения применяли в форме аммиачной селитры и аммофоса. Повторность – трехкратная, общая площадь делянки – 180 м², учетная – 75 м². Семена скороспелого сорта сои *Сентябринка* высевали механизировано с нормой 700 тыс. всх. сем./га. Фотосинтетическую деятельность изучали в динамике по формированию площади листовой поверхности и продолжительности ее работы, которая выражается фотосинтетическим потенциалом (ФП) и чистой продуктивностью фотосинтеза (ЧФП). Продуктивность фотосинтетического потенциала (ПФП) определяли по методике В.Т. Синеговской. [10, 12]

РЕЗУЛЬТАТЫ

Нарастание площади листовой поверхности проходило медленно до фазы полного цветения, так как большая часть ассимилянтов в этот период уходило в корневую систему. Затем площадь листьев начала быстро увеличиваться и в фазе начала образования бобов была наибольшей в варианте с применением N₆₀P₉₀, превысив контроль на 26%, N₃₀P₆₀ – 25,5, P₆₀ – 24, N₃₀P₆₀+12 т/га навоза под предшественник – 19,3 % (табл. 1).

Площадь листьев достигла максимальной величины к фазе формирования бобов во всех вариантах опыта. В посевах с применением N₆₀P₉₀ она достигала 55,0 тыс. м²/га (на 52,4 % больше, чем в контроле), у растений в вариантах P₆₀, N₃₀P₆₀ и N₃₀P₆₀ + 12 т/га навоза под предшественник – была практически одинаковой (превышение относительно контроля – 25,5...26 %). Такая положительная динамика в формировании площади листьев посевами сои сложилась на фоне оптимального

Таблица 1.
Динамика формирования площади листьев скороспелого сорта сои *Сентябринка* в зависимости от уровня минерального питания (среднее за 2019–2020 годы)

| Вариант | Площадь листьев по фазам роста и развития растений, тыс. м ² /га | | | | |
|---|---|-----------------|--------------------------|--------------------|-------------|
| | начало цветения | полное цветение | начало образования бобов | формирование бобов | налив семян |
| Контроль (6/у) | 9,3 | 20,4 | 32,2 | 36,1 | 28,5 |
| P ₆₀ | 10,4 | 22,1 | 39,8 | 45,5 | 40,1 |
| N ₃₀ P ₆₀ | 11,9 | 19,2 | 40,4 | 45,4 | 39,1 |
| N ₆₀ P ₉₀ | 14,1 | 26,7 | 40,6 | 55,0 | 38,0 |
| N ₃₀ P ₆₀ + 12 т/га навоза под предшественник | 11,5 | 19,7 | 38,4 | 45,3 | 32,0 |

температурного режима и достаточной обеспеченности растений влагой к началу образования – формирования бобов. В этот период влажность почвы составила в 2019 году – 66...69 %, 2020 – 59...66 % ППВ. Среднесуточная температура воздуха в 2019 году была на уровне нормы, а в 2020 превышала среднесуточный показатель на 3,4 °С, что обеспечило оптимальное развитие площади листовой поверхности и поступление минеральных веществ из почвы в растения (рис. 1).

Фотосинтетический потенциал (ФП) характеризует продолжительность работы листовой поверхности посева. В период от всходов до начала цветения ФП был больше относительно контроля у растений в вариантах: N₆₀P₉₀ – на 51 %, N₃₀P₆₀ – 28 %, N₃₀P₆₀+12 т/га навоза под предшественник – 22 %, в посевах с внесением только фосфорных удобрений P₆₀ – 11 % (рис. 2).

Значение фотосинтетического потенциала было максимальным к периоду формирования бобов – налива семян у растений всех вариантов опыта. В посевах с внесением N₆₀P₉₀ оно превысило контроль на 39 %, N₃₀P₆₀ – 28, P₆₀ – 25, N₃₀P₆₀+12 т/га навоза под предшественник – 17 %. За всю вегетацию растений сои, в посевах с применением минеральных удобрений в дозах N₆₀P₉₀, N₃₀P₆₀, P₆₀ и N₃₀P₆₀ + 12 т/га навоза под предшественник ФП превышал контроль на 38 %, 27, 26 и 18 % соответственно. Таким образом, фотосинтетический потенциал как по периодам развития растений, так и в целом за вегетацию в годы исследований, зависел от уровня обеспеченности посевов минеральным питанием на фоне оптимальной температуры и влажности почвы.

Накопление органического вещества – итог фотосинтетической деятельности растений. Минеральные удобрения положительно повлияли на образование абсолютно сухого вещества (АСВ) растениями. В фазе начала цветения применение N₆₀P₉₀ увеличило накопление АСВ на 71 %, N₃₀P₆₀ – 37, P₆₀ – 28, N₃₀P₆₀ + 12 т/га навоза под предшествующую культуру – 30 % в сравнении с контролем (табл. 2). До формирования бобов накопление АСВ проходило медленно, затем к

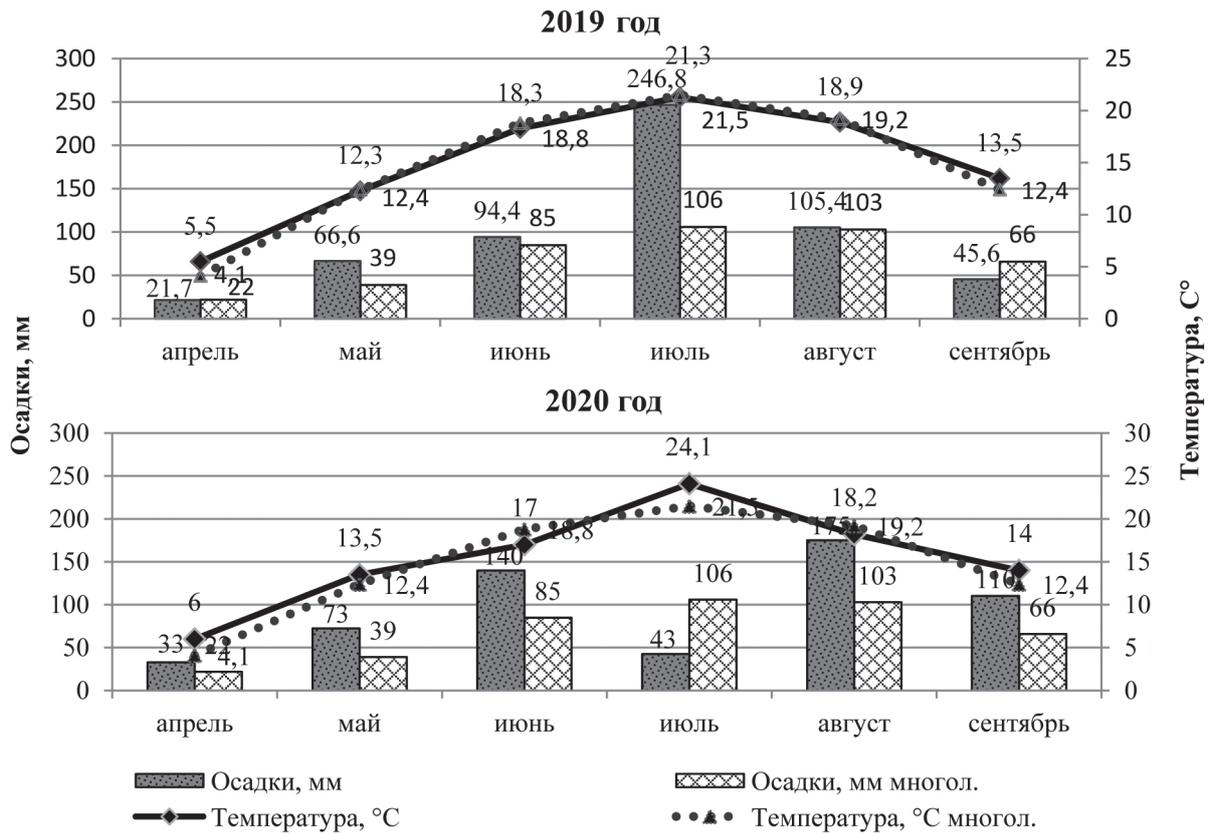


Рис. 1. Среднемесячная температура воздуха (°С) и количество осадков (мм) в годы исследований (температура – м. ст. г. Благовещенск, осадки – м. ст. с. Садовое).

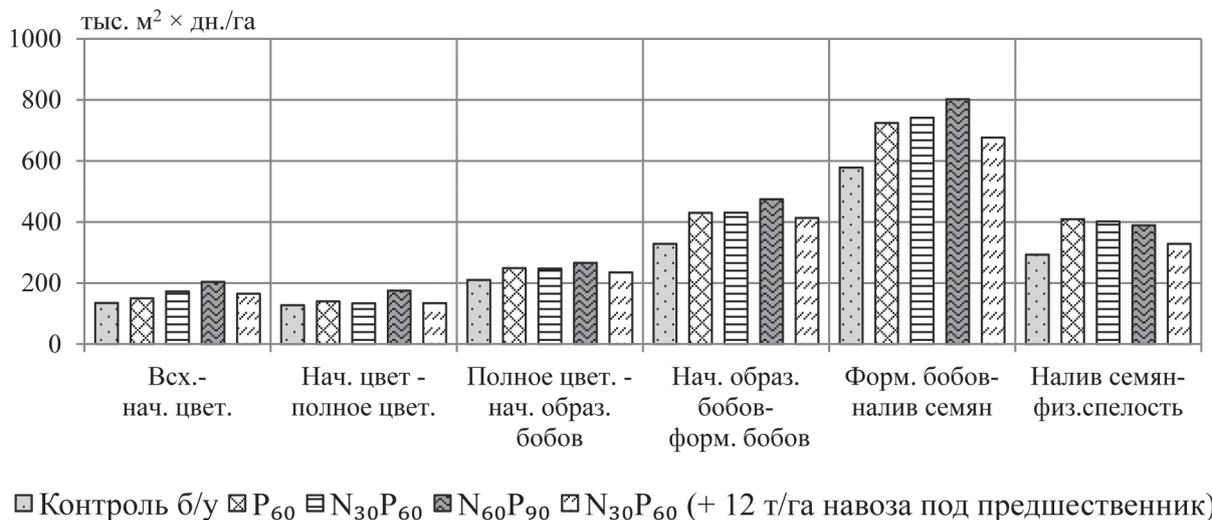


Рис. 2. Фотосинтетический потенциал по периодам вегетации сои, тыс. м²×дн./га (среднее за 2019–2020 годы).

наливу семян интенсивность увеличилась в связи с активным оттоком питательных веществ из листьев в семена.

В среднем за два года исследований наибольшей величины АСВ достигло к фазе налива семян в посевах с высоким уровнем минерального питания $N_{60}P_{90}$, превысив контроль на 35%. Внесение удобрений в дозах P_{60} , $N_{30}P_{60}$ и $N_{30}P_{60} + 12$ т/га навоза под предшественник увеличило этот показатель в сравнении с контролем на 22, 21 и 16,5% соответственно.

Интенсивность накопления АСВ растениями сои выражается чистой продуктивностью фото-

синтеза (ЧПФ), которая показывает прирост массы сухого вещества на единице посева в сутки. В течение периода вегетации ЧПФ в годы исследований варьировала от 4,3 до 9,7 г/м² в сутки в зависимости от фазы развития растений и уровня минерального питания. Наибольшая ЧПФ отмечена в посевах с применением удобрений в дозах $N_{30}P_{60}$, $N_{60}P_{90}$, $N_{30}P_{60} + 12$ т/га навоза под предшественник (табл. 3). Биологическая урожайность также была самой высокой в этих вариантах опыта из-за активного оттока и накопления питательных веществ в семенах. Продуктивность фотосинтетического

Таблица 2.
Накопление абсолютно сухого вещества по фазам роста и развития растений сорта сои *Сентябринка*, кг/га (среднее за 2019–2020 годы)

| Вариант | АСВ, кг/га | | | | |
|---|-----------------|-----------------|--------------------------|--------------------|-------------|
| | начало цветения | полное цветение | начало образования бобов | формирование бобов | налив семян |
| Контроль (б/у) | 772 | 1810 | 2795 | 5616 | 9830 |
| P ₆₀ | 985 | 2196 | 4079 | 6299 | 11 998 |
| N ₃₀ P ₆₀ | 1061 | 2077 | 3985 | 6554 | 11 855 |
| N ₆₀ P ₉₀ | 1319 | 2657 | 4686 | 8562 | 13 257 |
| N ₃₀ P ₆₀ + 12 т/га навоза навоз под предшественник | 1010 | 1851 | 3868 | 6524 | 11 455 |

потенциала (ПФП) при формировании хозяйственно полезной части урожая была высокой во всех вариантах опыта с варьированием от 2,0 до 2,2 кг/тыс. ед. ФП. Коэффициент хозяйственной эффективности за вегетацию – наибольший в варианте с применением удобрений в дозе N₃₀P₆₀ + 12 т/га навоза под предшественник, с превышением контроля на 5,6 %.

Установлено положительное влияние удобрений на фотосинтетическую деятельность посевов скороспелого сорта сои *Сентябринка* и урожайность семян. Применение удобрений в дозе N₆₀P₉₀ обеспечило наиболее интенсивный рост и развитие фотосинтетического аппарата сои, что привело к увеличению максимальной площади листьев на 52,4 %, а ФП на 38 % по сравнению с контролем. При этом биологическая урожайность семян была самой большой и составляла 4,6 т/га, с превышением контроля на 1,1 т/га. На основе корреляционного анализа установлена сильная положительная связь между урожайностью и площадью листовой поверхности ($r = 0,95$; $d_{yx} = 0,90$), а также с фотосинтетическим потенциалом ($r = 0,92$; $d_{yx} = 0,85$) и АСВ ($r = 0,94$; $d_{yx} = 0,88$), подтверждена зависимость урожайности сорта *Сентябринка* на 85...90 % от работы фотосинтетического аппарата.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Атабаева, Х.Н. Влияние нитрагина и фосфорно-калийных удобрений на фотосинтетический потенциал сои /Х.Н. Атабаева, И. Исроилов //Аграрная наука. – 2005. – № 3. – С. 12.
2. Влияние форм азотных удобрений на рост и развитие люпина белого сорта алыч парус / А.А. Муравьев, С.В. Кадыров, И.С. Муравьева, В.А. Сергеева //100-летие кафедры растениеводства, кормопроизводства и агротехнологий: итоги и перспективы инновационного развития: Юбилейный сборник научных трудов: мат. межд. науч.-практ. конф. факультета агрономии, агрохимии и экологии, Воронеж, 24 сентября 2019 года / Под общей редакцией В.А. Федотова. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. – С. 168–173.
3. Дозоров, А.В. Симбиотическая и фотосинтетическая деятельность сои при разных сроках и способах посева /А.В. Дозоров, Ю.В. Ермошкин //Зерновое хозяйство. – 2007. – № 6. – С. 30–32.
4. Ёрматова, Д.Ё. Рост и развитие сои при совместном внесении азотных удобрений с инокуляцией /Д.Ё. Ёрматова, Х.М. Рахимова, С.У. Ибрагимов//Молодой ученый. – 2018. – № 17 (203). – С. 148–150. – URL: <https://moluch.ru/archive/203/49817/> (дата обращения: 05.04.2021).
5. Засеев, С.А. Влияние минерального питания на рост, развитие и продуктивность сои /С.А. Засеев, А.Т. Фарниев // Научные труды студентов Горского государственного аграрного университета «Студенческая наука – агропромышленному комплексу», Владикавказ, 16–17 марта 2020 года. – Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2020. – С. 103–105.
6. Кандаков, Н. В. Влияние различных уровней минерального питания и способов посева на урожайность и посевные качества семян сои//Стратегия развития российского аграрного образования и аграрной науки в XXI веке: мат. науч.-практ. конф., посвященной 70-летию Уральской сельскохозяйственной академии. – Екатеринбург, 2010. – С. 170–172.
7. Карпова, Л.В. Продуктивность и кормовая ценность зернобобовых культур при выращивании на разных фонах питания / Л.В. Карпова // Нива Поволжья. – 2010. – № 3 (16). – С. 22–26.
8. Котлярова, Е.Г. Фотосинтетическая деятельность сортов сои в зависимости от уровня удобренности / Е.Г. Котлярова, В.Г. Грицина//Аграрный научный журнал. – 2021. – № 2. – С. 25–32. (DOI 10.28983/asj.y2021i2pp25-32).

Таблица 3.

Показатели фотосинтетической деятельности посевов сои в зависимости от уровня обеспеченности минеральным питанием (среднее за 2019 – 2020 годы)

| Показатель | Вариант | | | | | R |
|---|----------------|-----------------|---------------------------------|---------------------------------|---|--------------------------|
| | контроль (б/у) | P ₆₀ | N ₃₀ P ₆₀ | N ₆₀ P ₉₀ | N ₃₀ P ₆₀ + 12 т/га навоза под предшественник | |
| Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га | 38,0 | 45,5 | 45,4 | 55,0 | 45,3 | 0,95* |
| ФП за вегетацию, тыс. м ² дн./га | 1673,4 | 2103,6 | 2128,4 | 2313,7 | 1954,1 | 0,92* |
| ЧПФ за вегетацию, г/м ² в сут. | 4,9 | 4,9 | 5,5 | 5,2 | 5,0 | 0,54 |
| Максимальное накопление АСВ, кг/га | 9830 | 11 998 | 11 855 | 13 257 | 11 455 | 0,94* |
| ПФП, кг/тыс.ед. ФП | 2,1 | 2,1 | 2,0 | 2,0 | 2,2 | – |
| Коэффициент хоз. эффективности за вегетацию | 0,36 | 0,34 | 0,36 | 0,35 | 0,38 | – |
| Биологическая урожайность, т/га | 3,5 | 4,0 | 4,2 | 4,6 | 4,2 | HCP ₀₅ = 0,61 |

Примечание. R – коэффициент парной корреляции между урожайностью и показателями фотосинтетической деятельности; * – достоверно на 5%-м уровне значимости.

9. Наумов, А.Ю. Фотосинтетическая и симбиотическая деятельность зернобобовых культур при различной влагообеспеченности / А.Ю. Наумов, М.Н. Гаранин, Р.С. Паймухина // *Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения*. – 2012. – Т. 1. – С. 26–36.
10. Ничипорович, А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах (методы и задачи учета в связи с формированием урожая) / А.А. Ничипорович – М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1961. – 135 с.
11. Радикорская, В.А. Оптимизация минерального питания зерновых культур и сои / В.А. Радикорская // *Дальневосточный аграрный вестник*. – 2009. – № 3. – С. 87–89.
12. Синеговская, В.Т. Методы исследований в полевых опытах с соей / В.Т. Синеговская, Е.Т. Наумченко, Т.П. Кобозева. – Благовещенск: Изд-во ООО ИПК ОДЕОН, 2016. – 115 с.
13. Синеговская, В.Т. Посевы сои в Приамурье как фотосинтезирующие системы. / В.Т. Синеговская – Благовещенск: ПКИ «Зея», 2005. – 120 с.
14. Федотов, В.А. Соя в России: монография / В.А. Федотов, С.В. Гончаров, О.В. Столяров, Н.С. Шевченко; под ред. В.А. Федотова и С.В. Гончарова. – М.: Агролига России. – 2013. – 432 с.
15. Хамоков, Х.А. Влияние минеральных удобрений на показатели фотосинтетической и симбиотической деятельности посевов сои, гороха и вики/Х.А. Хамоков//*Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2018. – № 1 (159). – С. 30–34.
16. Шукюров, С.А. Эффективность использования фотосинтетически активной радиации растениями сои в зависимости от ширины междурядий / С.А. Шукюров, Т.Н. Федорова//*Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. – 2018. – № 4. – С. 115–119.
17. Singh S.K. Phosphorus Nutrition Affects Temperature Response of Soybean Growth and Canopy Photosynthesis/ Shardendu K. Singh, Vangimalla R. Reddy, David H. Fisher and Dennis J. Timlin // *Front. Plant Sci* – 2018. – Vol. 9. (DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01116>).
2018. – № 17 (203). – S. 148–150. – URL: <https://moluch.ru/archive/203/49817/> (data obrashcheniya: 05.04.2021).
5. Zaseev, S.A. Vliyanie mineral'nogo pitaniya na rost, razvitie i produktivnost' soi/S.A. Zaseev, A.T. Farniev // *Nauchnye trudy studentov Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta «Studencheskaya nauka – agropromyshlennomu kompleksu»*, Vladikavkaz, 16–17 marta 2020 goda. – Vladikavkaz: Gorskiy gosudarstvennyy agrarnyj universitet, 2020. – S. 103–105.
6. Kandakov, N.V. Vliyanie razlichnykh urovnej mineral'nogo pitaniya i sposobov poseva na urozhajnost' i posevnye kachestva semyan soi//*Strategiya razvitiya rossijskogo agrarnogo obrazovaniya i agrarnoj nauki v HKHI veke : mat. nauch.-prakt. konf., posvyashchennoj 70-letiyu Ural'skoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. – Ekaterinburg, 2010. – S. 170–172.
7. Karpova, L.V. Produktivnost' i kormovaya cennost' zernobobovykh kul'tur pri vyrashchivanii na raznyh fonah pitaniya / L.V. Karpova // *Niva Povolzh'ya*. – 2010. – № 3 (16). – S. 22–26.
8. Kotlyarova, E.G. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' sortov soi v zavisimosti ot urovnya udobrennosti/E.G. Kotlyarova, V.G. Gricina // *Agrarnyj nauchnyj zhurnal*. – 2021. – № 2. – S. 25–32. (DOI 10.28983/asj.y2021i2pp25-32).
9. Naumov, A.Yu. Fotosinteticheskaya i simbioticheskaya deyatel'nost' zernobobovykh kul'tur pri razlichnoj vlagobespechennosti/A.Yu. Naumov, M.N. Garaniin, R.S. Pajmuhina // *Agrarnaya nauka i obrazovanie na sovremenom etape razvitiya: opyt, problemy i puti ih resheniya*. – 2012. – Т. 1. – С. 26–36.
10. Nichiporovich, A.A. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' rastenij v posevah (metody i zadachi ucheta v svyazi s formirovaniem urozhayev)/A.A. Nichiporovich – М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1961. – 135 с.
11. Radikorskaya, V.A. Optimizaciya mineral'nogo pitaniya zernovykh kul'tur i soi/V.A. Radikorskaya//*Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*. – 2009. – № 3. – С. 87–89.
12. Sinegovskaya, V.T. Metody issledovaniy v polevykh opytah soej/V.T. Sinegovskaya, E.T. Naumchenko, T.P. Kobozeva. – Blagoveshchensk: Izd-vo ООО ИПК ОДЕОН, 2016. – 115 с.
13. Sinegovskaya, V.T. Posevy soi v Priamur'e kak fotosinteziruyushchie sistemy./V.T. Sinegovskaya – Blagoveshchensk: PKI «Zeya», 2005. – 120 с.
14. Fedotov, V.A. Soya v Rossii: monografiya/V.A. Fedotov, S.V. Goncharov, O.V. Stolyarov, N.S. Shevchenko; pod red. V.A. Fedotova i S.V. Goncharova. – М.: Agroliga Rossii. – 2013. – 432 с.
15. Hamokov, H.A. Vliyanie mineral'nykh udobrenij na pokazateli fotosinteticheskoy i simbioticheskoy deyatel'nosti posevov soi, goroha i viki/H.A. Hamokov//*Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2018. – № 1 (159). – С. 30–34.
16. Shukyurov, S.A. Effektivnost' ispol'zovaniya fotosinteticheskij aktivnoj radiacii rasteniyami soi v zavisimosti ot shiriny mezhdurjadij / S.A. Shukyurov, T.N. Fedorova//*Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2018. – № 4. – С. 115–119.
17. Singh S.K. Phosphorus Nutrition Affects Temperature Response of Soybean Growth and Canopy Photosynthesis/ Shardendu K. Singh, Vangimalla R. Reddy, David H. Fisher and Dennis J. Timlin // *Front. Plant Sci* – 2018. – Vol. 9. (DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01116>).

LIST OF SOURCES

1. Atabaeva, H.N. Vliyanie nitragina i fosforno-kalijnykh udobrenij na fotosinteticheskij potencial soi / H.N. Atabaeva, I. Isroilov // *Agrarnaya nauka*. – 2005. – № 3. – С. 12.
2. Vliyanie form azotnykh udobrenij na rost i razvitie lyupina belogo sorta alyj parus / A.A. Murav'ev, S.V. Kadyrov, I.S. Murav'eva, V.A. Sergeeva // *100-letie kafedry rastenievodstva, kormoproizvodstva i agrotekhnologii: itogi i perspektivy innovacionnogo razvitiya: Yubilejnyj sbornik nauchnykh trudov: mat. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. fakul'teta agronomii, agrohimii i ekologii, Voronezh, 24 sentyabrya 2019 goda / Pod obshchej redakciej V.A. Fedotova. – Voronezh: Voronezhskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet im. Imperatora Petra I, 2019. – С. 168–173.*
3. Dozorov, A.V. Simbioticheskaya i fotosinteticheskaya deyatel'nost' soi pri raznykh srokah i sposobah poseva / A.V. Dozorov, Yu.V. Ermoshkin // *Zernovoe hozyajstvo*. – 2007. – № 6. – С. 30–32.
4. Yormatova, D.Yo. Rost i razvitie soi pri sovместном vnese-nii azotnykh udobrenij s inokulyaciej / D.Yo. Yormatova, H.M. Rahimova, S.U. Ibragimova//*Molodoj uchenyj*. –