

ДИНАМИКА И ИНТЕНСИВНОСТЬ ПРОДУКЦИОННОГО ПРОЦЕССА СОРТОВ СОИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ

Е.В. ГОЛОВИНА, доктор сельскохозяйственных наук, E-mail: kat782010@mail.ru

ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. В ходе роста реализуется наследственная программа формообразования, которая определяет интенсивность накопления биомассы растениями. Рост – ведущий физиологический процесс, по масштабам и интенсивности которого можно судить о конкретной реализации программы урожая. Изучение динамики и интенсивности ростовых процессов при использовании регуляторов роста в условиях определенной почвенно-климатической зоны актуально, так как позволяет оценить потенциальную продуктивность новых сортов сои. В 2021-2023 гг. в полевом опыте исследовались новые сорта сои: индетерминантные сорта Слава и Лидер 10, детерминантный сорт Орлея. В опыт входили следующие варианты: 1. контроль (к), 2. инокуляция (ин), 3. обработка гумифулином (г), 4. инокуляция и обработка гумифулином (ин + г). Установлено: регуляторы роста оказывали положительное воздействие на растения сортов сои в течение вегетации, максимальный эффект отмечен в период генеративного развития. Реакция сортов сои на применяемые препараты различна. Наибольшее увеличение изученных показателей наблюдалось у сорта Слава в варианте с гумифулином в течение вегетации, у сорта Лидер 10 – при совместном применении инокуляции и гумифулина в фазу плодообразования, у сорта Орлея – в фазу бутонизации при обработке гумифулином, в фазу плодообразования – при одновременном использовании инокуляции и гумифулина. Наиболее активные ростовые процессы, интенсивное накопление сухого вещества и максимальная реакция на регуляторы роста у скороспелого сорта Орлея наблюдались в вегетативную фазу, у среднеспелого сорта Лидер 10 – в генеративный период. У сорта Лидер 10 максимальные из изученных сортов сухая надземная масса 28,8 г/раст., подземная масса 3,1 г/раст., интенсивность продукционного процесса надземной массы 1014,2 мг/сут./раст. и подземной массы 100,4 мг/сут./раст. Под влиянием погодных условий проявлялись адаптивные реакции растений сои. При ограниченной влагообеспеченности возрастали масса листьев и корней и их доля в общей массе растения, а также интенсивность продукционного процесса. Между интенсивностью продукционного процесса и массой зерна установлена положительная взаимосвязь как в фазу бутонизации, так и в фазу плодообразования на среднем уровне $r=0,450-0,645$.

Ключевые слова: соя, динамика и интенсивность ростовых процессов, регуляторы роста, продуктивность.

Для цитирования: Головина Е.В. Динамика и интенсивность продукционного процесса сортов сои при использовании биологических препаратов. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2025; 1(53):23-31. DOI: 10.24412/2309-348X-2025-1-23-31

DYNAMICS AND INTENSITY OF PRODUCTION PROCESS OF SOYBEAN VARIETIES UNDER THE USE OF BIOLOGICAL PREPARATIONS

E.V. Golovina

FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS

Abstract: *In the course of growth, the hereditary program of shape formation is implemented, which determines the intensity of biomass accumulation by plants. Growth is a leading physiological process, on the scale and intensity of which it is possible to judge the specific implementation of the yield program. The study of dynamics and intensity of growth processes when using growth regulators in the conditions of a certain soil and climatic zone is relevant, as it allows us to assess the potential productivity of new soybean varieties. In 2021-2023, new soybean varieties were studied in the field experiment: the indeterminate varieties Slava and Leader 10, and the determinant variety Orlea. The experiments included the following variants: 1. control (c), 2. inoculation (in), 3. humifulin treatment (h), 4. inoculation and humifulin treatment (in + h). It was revealed: growth regulators had a positive effect on plants of soybean varieties during vegetation, the maximum effect was observed during the period of generative development. The reaction of soybean varieties to the applied preparations is different. The greatest increase in the studied indicators was observed in the variety Slava in the variant with humifulin during vegetation, in the variety Leader 10 - in the joint application of inoculation and humifulin in the fruiting phase, in the variety Orleya - in the budding phase with humifulin treatment, in the fruiting phase with simultaneous use of inoculation and humifulin. The most active growth processes, intensive dry matter accumulation and maximum response to growth regulators in the early ripening variety Orleya were observed in the vegetative phase, in the medium-ripening variety Leader 10 - in the generative period. The variety Leader 10 has the maximum of the studied varieties dry above-ground mass 28.8 g/plant, underground mass 3.1 g/plant, intensity of the production process of above-ground mass 1014.2 mg/day/plant and underground mass 100.4 mg/day/plant. Adaptive reactions of soybean plants were manifested under the influence of weather conditions. Under limited moisture availability, the mass of leaves and roots and their share in the total plant mass, as well as the intensity of the production process increased. A positive relationship was established between the intensity of the production process and grain weight both in the budding and fruiting phases at the average level of $r=0.450-0.645$.*

Keywords: soybean, dynamics and intensity of growth processes, growth regulators, productivity.

Введение

Растение – это сложная, саморегулирующаяся и саморазвивающаяся система, представляющая собой совокупность элементов различного уровня (клеток, тканей, органов), взаимодействующих друг с другом и окружающей средой. Морфофизиологические процессы генетически детерминированы и определяются видовой и сортовой специфичностью. В ходе роста реализуется наследственная программа формообразования, которая определяет интенсивность накопления биомассы растениями. Рост – ведущий физиологический процесс, по масштабам и интенсивности которого можно судить о конкретной реализации программы урожая (В.В. Полевой, 1997, В.С. Шевелуха, 1992) [1]. Растение функционирует благодаря сложной системе регуляторного аппарата, включающего прямые и обратные связи, промежуточные «емкости» для накопления ассимилятов, шунты и т. д., обеспечивающие существование организма в различных условиях. В ходе онтогенеза происходит изменение интенсивности и направленности обменных процессов, активности ферментов, соотносящихся с фазами развития. Продуктивность растений тесно связана с ростом и фотосинтезом – двумя кардинальными физиологическими процессами (В.А. Драгавцев, Г.В. Удовенко, Н.Ф. Батыгин и др., 1995).

Реализация программы роста и развития организма индуцируется специфическими экзогенными и эндогенными факторами физической и химической природы, в том числе регуляторами роста растений [2, 3]. По определению Л.Д. Никелла (1984) «регуляторы роста растений – это природные или синтетические химические вещества, применяемые для обработки растений в целях изменения процессов их жизнедеятельности или структуры для улучшения их качества, увеличения урожайности или облегчения уборки». Использование органических удобрений и инокулянтов в сельском хозяйстве создает предпосылки для перехода к экологически устойчивому земледелию, в котором производство продукции

осуществляется при минимальной нагрузке на окружающую среду и экономически более выгодно, чем при интенсивном земледелии [4, 5, 6].

Изучение динамики и интенсивности ростовых процессов при использовании регуляторов роста в условиях определенной почвенно-климатической зоны актуально, так как позволяет оценить потенциальную продуктивность новых сортов сои. В связи с этим **цель** исследований состояла в изучении динамики и интенсивности продукционного процесса новых сортов сои при воздействии регуляторов роста.

Материал и методы исследований

В 2021-2023 гг. в полевом опыте на экспериментальной базе Селекционно-семеноводческого центра сои ФГБНУ ФНЦ ЗБК исследовались новые сорта сои: индетерминантный сорт Слава (селекции ФНЦ ЗБК, переданный на государственное сортоиспытание в 2022 г), индетерминантный сорт Лидер 10 (селекции ООО «АСТ», включен в Государственный реестр селекционных достижений РФ в 2020 г.) и детерминантный сорт Орлея (селекции ФНЦ ЗБК, внесен в Государственный реестр селекционных достижений РФ в 2024 г.). В опыт входили следующие варианты: 1. контроль (к), 2. инокуляция (ин), 3. обработка гумифулином (г), 4. инокуляция и обработка гумифулином (ин + г). Предшествующая культура – озимая пшеница. Почва опытных участков тёмно-серая лесная суглинистая. С мощностью гумусового горизонта 30...35 см., влажностью устойчивого завядания 9,7% от объёма почвы. Содержание гумуса в пахотном горизонте (по Тюрину) 4,3...5,6%, легкогидролизуемого азота (по Кононовой и Тюрину) 6,4...10,1 мг/100 г почвы, обменного калия (по Масловой) 7...15 мг/100 г почвы, подвижного фосфора (по Кирсанову) 6,8...16,5 мг/100 г почвы, сумма поглощённых оснований (по Каплёну) 18,5...26,2 мг-экв./100 г почвы, степень насыщенности основаниями 83...91%, рН солевой вытяжки (по Алямовскому) 5,3...6,0, гидролитическая кислотность (по Каплёну) 1,7...6,3 мг-экв./100 г почвы. Сорта выращивали на делянках 10 м² по принятой для зоны технологии, норма высева 600 тыс. семян/га.

Семена перед посевом обрабатывались ризоторфином, содержащим штамм ризобий 634а – 250 г на гектарную норму семян и гумифулином – 300 мл концентрата +12 л воды/т семян. В фазу всходов проводилось опрыскивание растений гумифулином 2 л концентрата +300 л воды/га, в фазу бутонизации – фолиарная подкормка 3 л концентрата + 300 л воды/га. Гумифулин представляет собой комплекс гуминовых кислот, фульвокислот и их солей. В его состав также входят азот, фосфор, калий.

В исследованиях осуществляли учёты и наблюдения в соответствии с действующими методическими рекомендациями: отбор проб для анализа в фазы бутонизации, цветения, плодообразования и полного созревания (*Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами.* – М., 1997); изучение динамики формирования и накопления зелёной массы (*Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами.* – Краснодар, 2010); изучение симбиотической деятельности по Посыпанову Г.С. (1991). Нитрогеназную активность определяли с помощью газового хроматографа ФГХ-1. Математическая обработка данных проводилась с помощью дисперсионного анализа (Б.А. Доспехов, 1985).

В 2021 г. в течение вегетации складывались следующие погодные условия. В конце мая – начале июня в период всходы – 1 настоящий лист температура ниже среднемноголетней на 1,0°C, количество осадков в пределах нормы. Со 2-ой декады июня по 2-ю декаду июля (ветвление – начало плодообразования) температура выше нормы на 2,2-7,0°C, количество осадков ниже среднемноголетних значений в среднем на 62,0%. То есть в то время, когда растения сои проходили фазы бутонизации, цветения, начала плодообразования, считающиеся критическими по требованию к влагообеспеченности (не менее 70,0-80,0% ВВП), сложились неблагоприятные жаркие и засушливые погодные условия. Несмотря на это ГТК за вегетационный период составил 1,9, так как в начале мая и в 3-ей декаде августа – в сентябре осадки превышали норму.

В 2022 г. в мае температура была на 2-3°C ниже нормы, осадков выпало 121-156% нормы. В связи с этим всходы появились лишь на 16 сутки после посева. В июне – августе в генеративный период (бутонизация – налив бобов) погодные условия были благоприятными для сои: температура выше нормы на 1,5-6,0°C, увлажнение достаточное. ГТК=2,3.

В 2023 г. в мае и 1-ой декаде июня (посев, всходы, 1 настоящий лист) сложились неблагоприятные условия: температура ниже нормы на 0,5-1,0°C, осадки отсутствовали или составляли от 4,0% до 50,0% нормы. В 3-ей декаде июня – 1-ой декаде июля (бутонизация – цветение) количество осадков и температура в пределах нормы. Во 2-3-ю декады июля (налив бобов) температура ниже нормы на 0,9°C, осадки выпадали неравномерно, что возможно отрицательно повлияло на продуктивность. ГТК=1,3.

Результаты и их обсуждение

С явлением роста связаны процессы, протекающие на молекулярном, субклеточном, тканевом, органном и организменном уровнях. Фотосинтез, поглощение и превращение элементов корневого питания, синтез белков, дыхание, деление клеток и их дифференциация, морфогенез включены в сложный процесс роста. Но если речь идет об организме, то достаточно рассматривать простое накопление биомассы и увеличение размеров органов, не затрагивая явлений, протекающих на нижних уровнях организации. Количественную сторону роста характеризуют в определенные моменты накоплением и скоростью накопления (Батыгин Н.Ф., 1995).

Установлена высокая степень корреляции показателей роста с параметрами продукционного процесса и урожаем (Шевелуха В.С., 1992). В связи с этим изучение динамики ростовых процессов имеет существенное практическое значение. Формирование сухого вещества надземной массы и корневой системы является объективным показателем роста растений под действием изучаемых факторов.

В результате проведенных исследований на новых сортах сои установлено, что количество накапливаемого сортами сои сухой фитомассы зависело от интенсивности ростовых процессов на том или ином этапе онтогенеза, а также от продолжительности вегетации. В период вегетативного развития (от всходов до бутонизации) изучаемые сорта незначительно отличались по интенсивности накопления сухого вещества (табл. 1). Скороспелый сорт Орлея в среднем по вариантам превосходил по интенсивности продукционного процесса сорта Слава и Лидер 10 на 4,0 мг/сут./растение (надземная масса). Подземная масса формировалась у Орлея на 1,4 мг/сут./растение динамичнее, чем у Славы и на одном уровне с Лидером 10. В варианте с гумифулином интенсивность продукционного процесса при образовании надземной массы выше по сравнению с контролем у сорта Слава на 30,0% (77,8 мг/сут./растение), у сорта Орлея на 7,0% (77,0 мг/сут./растение). Формирование подземной массы у Орлея под воздействием гумифулина происходит интенсивнее на 13,0%. У сорта Лидер 10 в этот период положительная реакция на регуляторы роста отсутствовала.

На этапе бутонизация - плодообразование наиболее динамично продукционный процесс происходил у сорта Лидер 10. В среднем по вариантам этот показатель составил 792,3 мг/сут./растение по надземной массе и 86,5 мг/сут./растение по подземной массе, что выше, чем у остальных сортов на 27,0-42,0% и на 52,0-56,0% соответственно.

Ризоторфин и гумифулин оказывали положительное влияние на интенсивность продукционного процесса у сортов Слава и Лидер 10 во всех вариантах, у Орлея при совместном применении этих регуляторов роста. Максимальный эффект отмечен у Славы при обработке гумифулином: интенсивность продукционного процесса возростала по сравнению с контролем на 55,6% по надземной массе и на 41,0% по подземной массе. В количественном выражении интенсивность продукционного процесса составила в этом случае 775,5 мг/сут./растение и 66,5 мг/сут./растение. У сорта Лидер 10 наибольшая реакция на регуляторы роста отмечена в варианте инокуляция + гумифулин. Прибавка равнялась 55,0% и 25,0%, а интенсивность продукционного процесса составила 1014,2 мг/сут./растение и 100,4 мг/сут./растение. У Орлея интенсивность продукционного процесса, как у

скороспелого сорта, в этот период низкая; реакция на регуляторы роста или отсутствовала или была невысокой.

Таблица 1

**Интенсивность продукционного процесса растений сортов сои, мг/сут./растение
Среднее за 2021-2023 гг.**

Сорт	Вариант	Всходы - бутонизация		Бутонизация - плодообразование	
		Надземная сухая масса	Подземная сухая масса	Надземная сухая масса	Подземная сухая масса
Слава	Контроль	59,7	15,1	498,3	47,2
	Инокуляция	64,3	14,5	589,5	55,6
	Гумифулин	77,8	14,0	775,5	66,5
	Инок. +Гум..	65,4	14,8	630,7	52,1
	\bar{x}	66,8	14,6	623,5	55,4
Орлея	Контроль	71,9	15,6	582,3	57,0
	Инокуляция	61,4	14,7	542,5	46,4
	Гумифулин	77,0	17,6	478,6	55,9
	Инок. +Гум.	72,1	16,0	621,3	69,2
	\bar{x}	70,6	16,0	556,2	57,1
Лидер 10	Контроль	73,3	16,2	653,4	80,3
	Инокуляция	70,2	16,2	818,1	89,6
	Гумифулин	57,5	15,0	683,5	75,8
	Инок. +Гум.	65,6	15,3	1014,2	100,4
	\bar{x}	66,7	15,7	792,3	86,5
	\bar{x} по сортам	68,0	15,4	657,3	66,3

В начальный период развития (всходы – бутонизация) влияние инокуляции и гумифулина на продукционный процесс не проявлялось или было слабым (рис. 1-3). Наиболее значительная реакция в фазу бутонизации наблюдалась у сорта Слава: в варианте с гумифулином по сравнению с контролем надземная масса возрастала на 31,0%, подземная – на 4,5%. У Орлеи при обработке гумифулином эти показатели увеличивались на 6,0% и 13,0% соответственно. В среднем за 3 года в фазу бутонизации в варианте с гумифулином сформирована максимальная сухая надземная масса у сортов Слава и Орлея 2,3 г/растение и подземная масса у сорта Орлея 0,52 г/растение. У Лидера 10 сухая масса ниже контроля во всех вариантах.

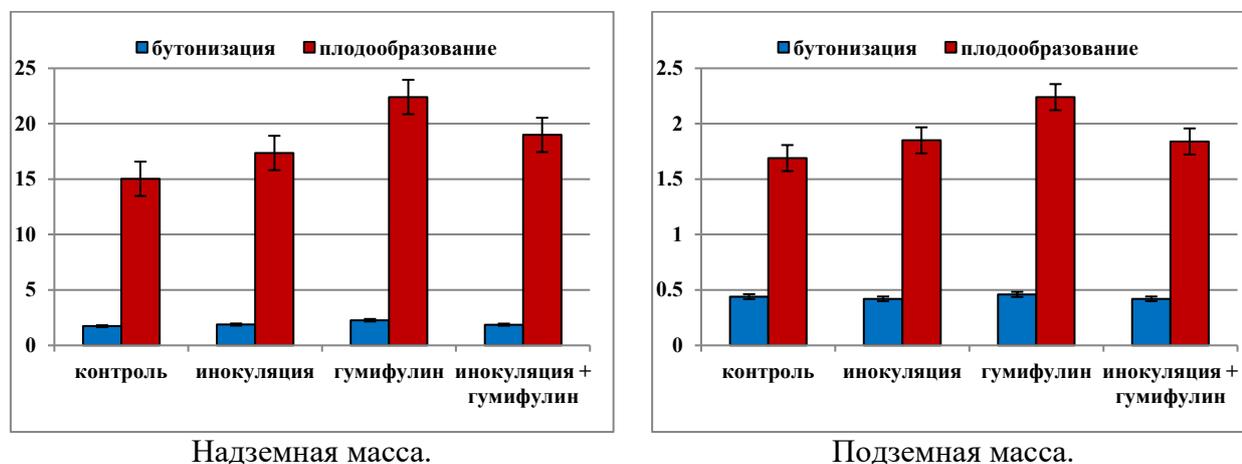


Рис. 1. Динамика продукционного процесса растений сорта сои Слава, г/растение, среднее за 2021-2023 гг.

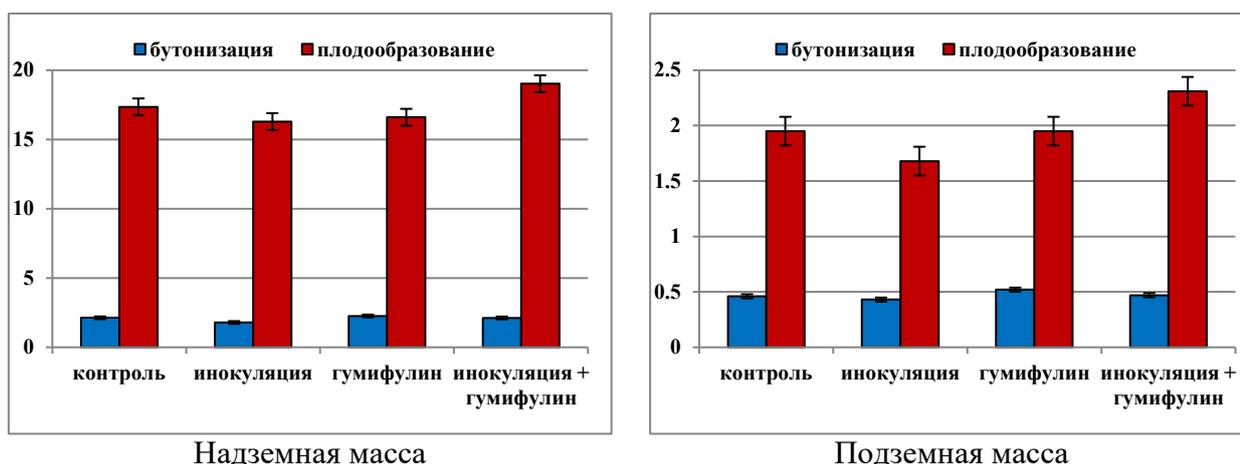


Рис. 2. Динамика продукционного процесса растений сорта сои Орлея, г/растение, среднее за 2021-2023 гг.

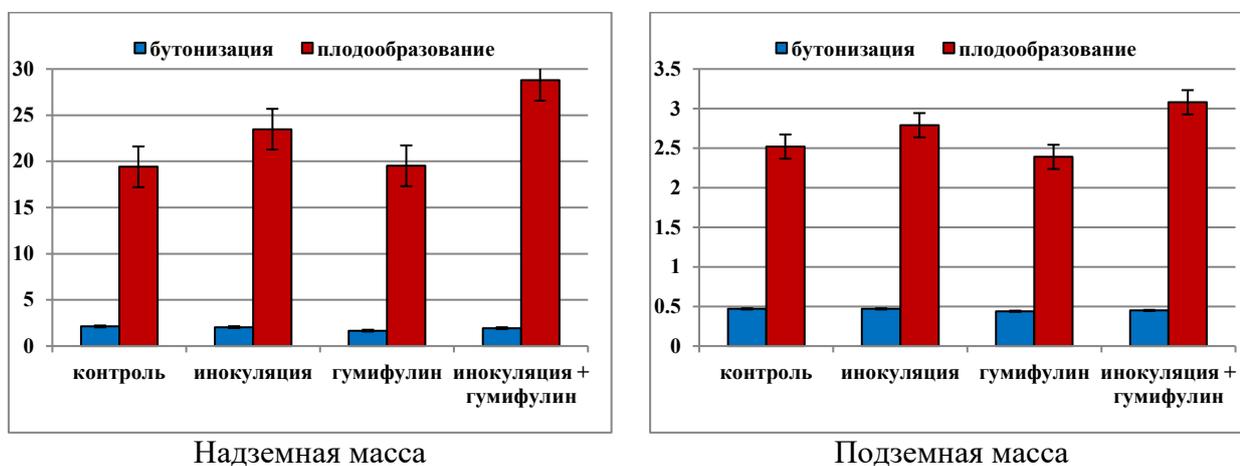


Рис. 3. Динамика продукционного процесса растений сорта сои Лидер 10, г/растение, среднее за 2021-2023 гг.

В фазу плодообразования, также как и в фазу бутонизации, наибольшая степень воздействия отмечена у сорта Слава в варианте с гумифулином. Надземная масса превысила контроль на 49,0% и составила 22,4 г/растение, подземная увеличилась на 33,3% до 2,2 г/растение. У сорта Лидер 10 максимальный эффект установлен при совместном применении инокуляции и гумифулина. Надземная масса превышала контроль на 48,0%, подземная – на 22,0% и составила 28,8 г/растение и 3,1 г/растение соответственно. В варианте с инокуляцией у этих сортов превышение над контролем наблюдалось на уровне 15,5-21,0% по надземной массе и 10,0-11,0% по подземной. У Орлея в первых двух вариантах реакция отсутствовала, а при совместном применении инокуляции и гумифулина надземная масса возрастала на 10,0%, подземная – на 18,5%, что в количественном выражении составило 19,0 г/растение и 2,3 г/растение.

У сорта Лидер 10 наиболее продолжительный период вегетации в исследуемой группе сортов. Фаза полной спелости у него наступает на 12-15 суток позднее, по сравнению со Славой и Орлеей. Этим, по-видимому, объясняется отсутствие положительного эффекта от применения регуляторов роста в ранние фазы развития. Наиболее активные ростовые процессы, интенсивное накопление сухого вещества и максимальная реакция на регуляторы роста у скороспелого сорта Орлея происходят в вегетативную фазу, у среднеспелого сорта Лидер 10 – в генеративный период.

Структура сухой фитомассы сортов сои различных по скороспелости имела свои особенности. Так, в фазу бутонизации у наиболее позднеспелого сорта Лидер 10 доля листьев в сухом веществе 53,2%, что выше на 6,0-7,0% по сравнению с остальными сортами, а доля стеблей соответственно ниже (рис. 4) и составляет 28,2%. Доля корневой системы у всех сортов сои в этот период приблизительно на одном уровне 18,4-19,5%.

В фазу плодообразования у скороспелого сорта Орлея максимальная доля бобов в фитомассе 16,4%. У Славы и Орлеи этот показатель на уровне 4,4-5,8%. Доля листьев и стебля у Орлеи ниже, чем у остальных сортов на 3,6-7,6%. Доля корней и клубеньков в этот период снизилась по сравнению с предыдущей фазой в среднем на 9,0%.

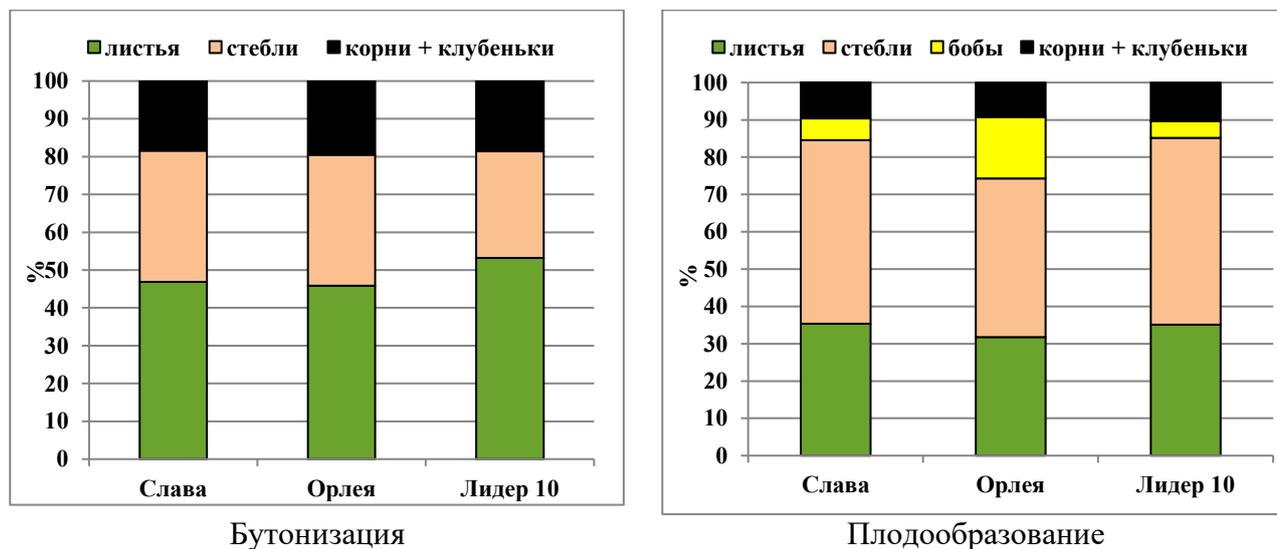


Рис. 4. Распределение сухого вещества по органам растений, %. Вариант с инокуляцией. 2021-2023 гг.

Следствием влияния погодных условий на рост растений являются различия в динамике и интенсивности продукционного процесса растений и изменение соотношения отдельных органов в общей массе растения (табл. 2). Достаточное количество влаги и тепла в период всходы - бутонизация в 2021 г. позволило сортам сои сформировать сухую массу, превышающую этот показатель в 2022-2023 гг. по массе листьев на 55,0-70,0%, по массе стебля на 57,0-83,0%, по массе корня на 50,0%. В среднем по сортам сухая масса листьев в 2021 г. в этот период составила 1,7 г/растение, стебля 1,1 г/растение, корня 0,6 г/растение. В фазу плодообразования максимальная масса стебля отмечена в наиболее влажном 2022 г. 11,4 г/растение. Масса корня в наиболее влажном 2022 г. и в засушливом 2023 г. находилась на одном уровне 2,3 г/растение. Наибольшая масса листьев наблюдалась в слабо обеспеченном влагой 2023 году 8,1 г/растение. Изменение количества накапливаемого сухого вещества отдельными органами растения является приспособительной реакцией: при ограничении водопотребления энергетические потоки в большей степени направлены на формирование ассимилирующей поверхности листьев и корневой системы, выполняющей синтетическую и поглотительную деятельность. Оптимальные погодные условия для развития симбиотической системы сложились в 2022 г. В фазу бутонизации в этом году сухая масса клубеньков в среднем по сортам составила 49,1 мг/растение, в фазу плодообразования – 225,1 мг/растение.

Распределение сухого вещества по органам растений в фазу бутонизации мало различалось по годам. В фазу плодообразования в засушливом 2023 г. доля листьев выше, чем во влажном 2022 г. на 5,5%, доля корней – на 1,0%, доля стеблей напротив ниже на 3,2%.

Максимальная интенсивность продукционного процесса в фазу бутонизации отмечена в 2021 г. в среднем по сортам 81,8 мг/сут./растение надземной массы и 17,9 мг/сут./растение подземной массы. В фазу плодообразования этот показатель выше в засушливом 2023 г. и

составляет 816,9 мг/сут./растение и 94,7 мг/сут./растение, что выше, чем в 2021-2022 гг. на 23,0-67,0% по надземной массе и на 36,0-174,0% по подземной массе.

Таблица 2

Динамика и интенсивность продукционного процесса растений сои

Показатели структура фитомассы	2021 г.	2022 г.	2023 г.
	Сухая масса сои, г/растение, бутонизация.		
Листья	1,7	1,0	1,1
Стебли	1,1	0,6	0,7
Корни	0,6	0,4	0,4
Клубеньки, мг/раст.	15,2	49,1	19,8
Сухая масса сои, г/растение, плодообразование.			
Листья	6,0	7,6	8,1
Стебли	9,6	11,4	9,6
Бобы	0,7	3,2	2,2
Корни	1,5	2,3	2,3
Клубеньки, мг/раст.	65,1	225,1	176,5
Распределение сухого вещества, бутонизация, %			
Листья	49,7	48,8	49,6
Стебли	32,3	29,3	31,5
Корни	17,5	19,5	18,0
Клубеньки	0,5	2,4	0,9
Распределение сухого вещества, плодообразование, %			
Листья	33,6	30,7	36,2
Стебли	53,7	46,1	42,9
Бобы	3,9	12,9	9,8
Корни	8,4	9,3	10,3
Клубеньки	0,4	1,0	0,8
Интенсивность продукционного процесса, мг/сут./растение, всходы - бутонизация			
Надземная сух. масса	81,8	64,1	58,2
Подземная сух. масса	17,9	15,7	12,6
Интенсивность продукционного процесса, мг/сут./растение, бутонизация – плодообразование.			
Надземная сух. масса	489,2	665,8	816,9
Подземная сух. масса	34,6	69,7	94,7

Между надземной массой в фазу плодообразования, интенсивностью продукционного процесса как в фазу бутонизации, так и в фазу плодообразования и массой зерна установлена положительная взаимосвязь на среднем уровне $r=0,450-0,645$.

Заключение

Регуляторы роста оказывали положительное воздействие на растения сортов сои в течение вегетации, максимальный эффект отмечен в период генеративного развития. Реакция сортов сои на применяемые препараты различна. Наибольшее увеличение изученных показателей наблюдалось у сорта Слава в варианте с гумифулином в течение вегетации, у сорта Лидер 10 – при совместном применении инокуляции и гумифулина в фазу плодообразования, у сорта Орлея – в фазу бутонизации при обработке гумифулином, в фазу плодообразования – при одновременном использовании инокуляции и гумифулина. У сорта Лидер 10 максимальные из изученных сортов сухая надземная масса 28,8 г/раст., подземная масса 3,1 г/раст., интенсивность продукционного процесса надземной массы 1014,2 мг/сут./раст. и подземной массы 100,4 мг/сут./раст.

Наиболее активные ростовые процессы, интенсивное накопление сухого вещества и максимальная реакция на регуляторы роста у скороспелого сорта Орлея наблюдались в вегетативную фазу, у среднеспелого сорта Лидер 10 – в генеративный период.

Изменение интенсивности продукционного процесса и как следствие количества накапливаемого сухого вещества отдельными органами и их доли в общей массе растения является приспособительной реакцией: при ограничении водопотребления энергетические потоки в большей степени направлены на формирование ассимилирующей поверхности листьев и корневой системы, выполняющей синтетическую и поглотительную деятельность.

Между интенсивностью продукционного процесса и массой зерна установлена положительная взаимосвязь как в фазу бутонизации, так и в фазу плодообразования на среднем уровне $r=0,450-0,645$.

Таким образом, динамика и интенсивность продукционного процесса зависят от генетических особенностей сорта и абиотических факторов, оказывающих влияние на развитие растений в течение вегетационного периода.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ по Гранту 075-15-2021-546.

Литература

1. Лаханов А.П., Коломейченко В.В., Фесенко Н.В. и др. Морфофизиология и продукционный процесс гречихи. // Орел. – 2004. – 433 с.
2. Yermakov I.P. Plant Physiology/ by I.P. Yermakov. – М.: Academy. – 2005. – 637 p.
3. Карпова Г.А. Динамика ростовых процессов сельскохозяйственных культур при использовании регуляторов роста. // Нива Поволжья. – 2017. – № 4 (45). – С. 88-93.
4. Головина Е.В., Леухина О.В. Экзогенная регуляция симбиотической деятельности новых сортов сои в условиях ЦЧР. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2024. – № 2 (50). – С. 30-39. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-2-30-39
5. Проворов Н.А., Тихонович И.А. Сельскохозяйственная микробиология и симбиогенетика: синтез классических идей и конструирование высокопродуктивных агроценозов (обзор). // Сельскохозяйственная биология. – 2022. – Т. 57. – № 5. – С. 821-831.
6. Masson-Boivin C., Sachs J.L. Symbiotic nitrogen fixation by rhizobia-the roots of a success story. // Curr. Opin. Plant Biol., – 2018. – V. 44:- P. 7-15. doi: 10.1016/j.pbi.2017.12.001.

References

1. Lakhanov A.P., Kolomeichenko V.V., Fesenko N.V. et al. Morphophysiology and production process of buckwheat. Orel, 2004, 433 p. (In Russ.)
2. Yermakov I.P. Plant Physiology, Moscow, Academy, 2005, 637 p.
3. Karpova G. A. Dynamics of crop growth processes when using growth regulators. *Niva Povolzh'ya*, 2017, no. 4 (45), pp. 88-93. (In Russ.)
4. Golovina E.V., Leukhina O.V. Exogenous regulation of symbiotic activity of new soybean varieties in the conditions of the Central Chernozem Region. *Zernobobovyye i krupyanye kul'tury*. 2024, no. 2 (50), pp. 30-39. (In Russ.) DOI: 10.24412/2309-348X-2024-2-30-39
5. Provorov N.A., Tikhonovich I.A. Agricultural microbiology and symbiogenetics: synthesis of classical ideas and construction of highly productive agroecosystems (review). *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, 2022, V. 57, no. 5, pp. 821-831. (In Russ.)
6. Masson-Boivin C., Sachs J.L. Symbiotic nitrogen fixation by rhizobia-the roots of a success story // Curr. Opin. Plant Biol., 2018, V. 44: P. 7-15 (doi: 10.1016/j.pbi.2017.12.001).