

УДК 631.153.7:633.853.53(571.61)  
ГРНТИ 68.35.31

<http://doi.org/10.24411/1999-6837-2020-13034>

**Никульчев К.А.**, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр.;  
**Банецкая Е.В.**, науч. сотр.,

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СПОСОБА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ В УСЛОВИЯХ ПРИАМУРЬЯ

© Никульчев К.А., Банецкая Е.В., 2020

**Резюме.** В статье приведены результаты исследований, выполненных с целью оценить влияние способа возделывания сои на изменение агрофизических свойств почвы, ее микробиологической активности и видового состава сорных растений. Исследования проводили на луговой черноземовидной среднетяжелой почве опытного поля ФГБНУ ВНИИ сои в длительном зерно-соевом севообороте с 40%-ным насыщением соей, повторных и бессменных посевах сои. При возделывании сои в севообороте в конце вегетации в 20-ти сантиметровом слое почвы отмечено увеличение содержания доступной растениям влаги на 6,0-6,8 мм, общей порозности - на 2,3-2,9%, снижение плотности почвы - на 0,06-0,08 г/см<sup>3</sup> по сравнению с повторными и бессменными посевами сои. В течение вегетационного периода общая численность агрономически полезных микроорганизмов в бессменных посевах варьировала от 7,5 до 31,5 млн. КОЕ/1 г почвы, в севообороте – от 17,1 до 26,0. В почве севооборота активнее протекали процессы минерализации в фазы начала цветения (коэффициент минерализации ( $K_{мин}$ ) в севообороте – 5,1, в бессменных посевах – 2,6) и налива бобов сои ( $K_{мин}$  2,7 и 0,8 соответственно), в остальные фазы – на одном уровне с бессменными посевами ( $K_{мин}$  3,7-4,4). Количество сорных растений при размещении сои в севообороте составляло 66,7 шт./м<sup>2</sup>, что в 2,2 раза меньше, чем в бессменных и в 4,6 раза меньше, чем в повторных посевах. Возделывание сои в севообороте способствовало поддержанию оптимальных условий роста и развития культуры и повышению урожайности сои в среднем на 0,4 т/га.

**Ключевые слова:** соя, бессменные посева, севооборот, повторные посева, агрофизические свойства почвы, эколого-трофические группы почвенных микроорганизмов, сорняки, луговая черноземовидная почва.

UDC 631.153.7:633.853.53(571.61)

<http://doi.org/10.24411/1999-6837-2020-13034>

**К.А. Nikulchev**, Cand. Agr. Sciu, Leading Research Worker;  
**E.V. Banetskaya**, Research Worker;

## COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE METHOD OF SOYBEAN CULTIVATION IN THE AMUR REGION

**Abstract.** The article presents the results of studies carried out in order to determine changes in the agrophysical properties of soil, its microbiological activity and species composition of weeds, depending on the method of soybean cultivation. The studies were carried out by using meadow chernozem-like medium-power soil in the experimental field of the All-Russian Research Institute of Soybean in a long crop rotation with 40% of soybean saturation, permanent and repeated soybean crops. Cultivation of soybean in the crop rotation in the end of the growing season resulted in increase, in 20-cm soil layer, in the moisture content available to plants by 6.0-6.8 mm, general porosity by 2.3-2.9%, decrease in soil density by 0.06-0.08 g/cm<sup>3</sup> in comparison with repeated and permanent soybean crops. During the growing season, the total number of agronomically useful microorganisms

in the permanent crops ranged from 7.5 to 31.5 million CFU/1 g of soil, in the crop rotation – from 17.1 to 26.0. In the soil of the crop rotation, the processes of mineralization proceeded more actively in the phases of the beginning of flowering (mineralization coefficient ( $C_{\min}$ ) in the crop rotation – 5.1, in permanent crops – 2.6) and in the phase of ripening of soybeans ( $C_{\min}$  2.7 and 0.8, respectively), in the remaining phases – at the same level with permanent crops ( $C_{\min}$  3.7–4.4). The number of weeds, when soybean was placed in the crop rotation, amounted to 66.7 pcs./m<sup>2</sup>, which was 2.2 times less than in permanent crops and 4.6 times less than in repeated crops. Soybean cultivation in crop rotation contributed to maintaining optimal conditions for the growth and development of crops and to increase in soybean yield by 0.4 t/ha on average

**Key words:** soybean, permanent crops, crop rotation, repeated crops, soil agrophysical properties, ecological-trophic groups of soil microorganisms, weeds, meadow chernozem-like soil.

Севооборот способствует обеспечению растений питательными веществами за счет улучшения агрофизических свойств, повышения уровня гумуса и микробиологической активности почвы, что положительно сказывается на урожайности [9, 14]. Некоторые исследователи утверждают, что в бессменных посевах повышается разнообразие почвенных бактерий по сравнению с севооборотом из-за ограниченного набора полевых культур, которое компенсируется разнообразием микрофлоры [8]. Вместе с тем, по данным других исследований в видовом составе почвенного микробиоценоза севооборота обнаружено большее количество микроорганизмов, подавляющих развитие патогенов, тогда как в бессменных посевах происходит ухудшение свойств почвы и увеличение патогенной микрофлоры, и, как следствие, повышается восприимчивость растений к болезням [7, 12].

Соя слабо конкурирует с сорно-полевой растительностью на протяжении всего периода вегетации. Особенно сильно она угнетается сорняками в первой половине своего развития, что связано с ее медленным начальным ростом в период от появления всходов до образования первых тройчатых листьев [5]. Ранее учеными ВНИИ сои установлено, что повторное и бессменное возделывание сои способствует увеличению массы сорных растений в общей биомассе посевов относительно ее возделывания в севообороте на 30,7 и 56,4% соответственно, что, в свою очередь, ведет к снижению урожайности [2].

В этой связи **цель исследования** – оценить влияние способа возделывания сои на изменение агрофизических свойств

почвы, ее микробиологической активности и видового состава сорных растений.

**Условия, материалы и методы.** Исследования проводили на луговой черноземовидной среднемощной почве опытного поля ФГБНУ ВНИИ сои (Амурская область) в длительном зерно-соевом севообороте 1962–1964 гг. закладки с 40% насыщением соей, бессменных (с 1967 года) и повторных посевах сои (второй год). Повторность в опытах трехкратная, площадь делянки – 180 м<sup>2</sup>, учетная – 75 м<sup>2</sup>. Опыты выполнены по зяблевой вспашке в комплексе с весенней культивацией и боронованием почвы. В посевах сои применяли следующие гербициды: за 5 дней до посева под предпосевную обработку вносили Фронтьер оптимума в дозе 1,2 л/га, по вегетирующим растениям – баковую смесь Галакси топ (1,2 л/га) с Арамо 45 (1,5 л/га). Учет урожая проводили методом сплошного обмолота с учетной площади делянки комбайном «JohnDeer 3070».

Агрофизические свойства почвы (плотность, общая пористость, запас доступной и недоступной влаги) изучали с использованием методик А.Ф. Вадюниной, З.А. Корчагиной (Москва, 1986). Учет засоренности проводили согласно Методическим указаниям по составлению карт засоренности полей (Благовещенск, 1985). Математическую обработку опыта – методом дисперсионного анализа по методике Б.А. Доспехова (Москва, 1985).

Для определения численности различных эколого-трофических групп микроорганизмов проводили посев почвенной суспензии на твердые питательные среды по

общепринятым в микробиологии методикам. Усваивающие органические формы азота (аммонифицирующие) микроорганизмы учитывали на мясо-пептонном агаре (МПА), усваивающие минеральные источники азота, в том числе актиномицеты – на крахмало-аммиачном агаре (КАА), микроскопические грибы – на среде Чапека. Вычисляли показатель суммарной биологической активности (СБА): численность каждой группы микроорганизмов выражали в процентах, за 100% принимали наибольший показатель [4]. Суммировали относительные значения по каждому варианту и рассчитывали показатель СБА относительно бессменного возделывания сои, принимаемого за 100%.

**Результаты и обсуждение.** Возделывание сои предполагает применение системы технологий и машин, направленное на создание оптимальных условий для её выращивания. Причём система обработки

почвы должна применяться с учётом ботанико-морфологических особенностей возделываемой и предшествующей культуры, что, в свою очередь, отражается на агрофизических свойствах почвы и оказывает влияние на условия формирования урожайности культуры.

Плотность сложения пахотного слоя почвы, как и содержание влаги в корнеобитаемом слое – важные агрофизические показатели, регулируя которые, можно создать оптимальные условия для роста и развития сельскохозяйственных культур с целью получения стабильно высоких урожаев в севообороте [1]. В результате анализа почвенных образцов, отобранных из слоя 0-20 см с опытных участков до закладки опытов ("исходных") установлено, что показатели плотности 1,04-1,15 г/см<sup>3</sup> и содержания воздуха (более 25%) указывают на её рыхлое состояние с удовлетворительным запасом доступной влаги (22,41-28,26 мм) (табл. 1).

**Таблица 1**  
**Изменение агрофизических свойств почвы в слое 0-20 см под посевами сои, 2018-2019 гг.**

Вариант	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Общая порозность, % к объему	Содержание воздуха в почве фактическое, % к объему	Общий запас влаги, мм	Содержание недоступной влаги, мм	Содержание доступной влаги, мм
1	2	3	4	5	6	7
Исходное состояние участков (осень 2018 года)						
Соя в севообороте 1962–1964 гг. закладки	1,04	61,42	36,26	50,31	22,06	28,26
Повторные и бессменные посевы сои	1,15	57,37	33,99	46,77	24,37	22,41
НСР <sub>05</sub>	0,32	11,79	23,68			19,97
F <sub>факт</sub> (F <sub>теор</sub> =18,51)	2,18	2,18	0,17			1,59
Перед посевом сои, 2019 год						
Соя в севообороте 1962–1964 гг. закладки	1,24	54,23	21,90	64,66	26,16	38,50
Повторные посеы сои	1,22	54,70	29,11	51,17	25,90	25,28
Бессменные посеы сои	1,27	52,90	27,28	51,23	26,93	24,30
НСР <sub>05</sub>	0,05	1,80	3,85			4,20
F <sub>факт</sub> (F <sub>теор</sub> =6,94)	4,34	4,15	14,61			54,89
Перед уборкой сои, 2019 год						
Соя в севообороте 1962–1964 гг. закладки	1,20	55,62	23,45	64,35	25,37	38,99
Повторные посеы сои	1,26	53,35	23,81	59,10	26,66	32,43
Бессменные посеы сои	1,28	52,72	22,70	60,05	27,03	33,02
НСР <sub>05</sub>	0,06	2,32	4,35			4,89
F <sub>факт</sub> (F <sub>теор</sub> =6,94)	6,69	6,69	0,26			8,47

Различия участков по основным агрофизическим показателям, характеризующим качество пахотного горизонта, были несущественные, поэтому их состояние оценивали как удовлетворительное.

Перед посевом сои отмечено повышение плотности почвы на 19,0% в длительном севообороте относительно "исходных" значений; в повторных и бессменных посевах превышение было не столь значительным и составило соответственно 6,0% и 10,4%. Показатели аэрации почвы перед посевом культуры снизились относительно "исходных": уменьшение запасов воздуха в почве севооборота составило 39,7%, в повторных 14,4% и бессменных посевах - 19,7%. Запасы продуктивной влаги перед посевом были удовлетворительными и варьировали в пределах от 24 до 38 мм. Следует отметить существенное увеличение содержания воздуха в почве повторных и бессменных посевов, соответственно на 7,21 и 5,38% при  $НСР_{05} = 3,85$  относительно севооборота, тогда как запасы доступной влаги в севообороте было значительно выше (на 13,5% при  $НСР_{05} = 4,20$ ). Таким образом, перед посевом сои состояние почвы участков оценивали как удовлетворительное.

Следовательно, при длительном возделывании сои в севообороте можно отме-

тить существенное накопление в корнеобитаемом слое почвы доступной растениям влаги перед посевом, что благоприятно повлияло на равномерность всходов и обеспечило оптимальную густоту стояния растений до уборки культуры.

Перед уборкой сои плотность почвы в севообороте была существенно ниже, чем при повторном и бессменном ее возделывании, при этом относительно исходного состояния пахотный слой почвы уплотнился на 9–11% во всех вариантах опыта. Почва участков сохранила повышенную аэрацию с минимально допустимым содержанием воздуха в почве и удовлетворительные запасы доступной влаги независимо от способа возделывания сои.

Способ возделывания полевых культур, в том числе и сои, отражается не только на физическом состоянии почвы, но и на интенсивности ее минерализационных процессов. Общую направленность процессов превращения азота в почве можно оценить по численности основных эколого-трофических групп микроорганизмов и их соотношению. В течение вегетационного периода луговая черноземовидная почва характеризовалась значительной биогенностью, общая численность микроорганизмов в бессменной культуре сои варьировала от 7,5 до 31,5 млн. КОЕ/1 г почвы, в севообороте – от 17,1 до 26,0 (табл. 2).

**Таблица 2**  
**Численность микроорганизмов по фазам развития сои в севообороте и бессменно, 2019 год**

Группа микроорганизмов	Посев, 31 мая		Начало цветения, 19 июля		Начало образования бобов, 30 июля		Начало налива бобов, 12 августа	
	С	Б	С	Б	С	Б	С	Б
Аммонификаторы азота (на МПА), млн КОЕ/1 г почвы	5,1	3,6	2,8*	4,6*	4,4	5,8	4,2	4,1
Иммобилизаторы азота (на КАА), млн КОЕ/1 г почвы	20,9	14,9	14,3	12,0	16,3*	25,7*	11,5*	3,4*
Грибы, тыс. КОЕ/1 г почвы	24,3	40,7	62,3*	16,6*	36,9	36,3	39,1	23,2
Актиномицеты, млн КОЕ/1 г почвы	0,3	0,5	0,1	0,3	0,1*	0,5*	0,1	0,1
Коэффициент минерализации (КАА/МПА)	4,1	4,1	5,1	2,6	3,7	4,4	2,7	0,8
Показатель СБА, %	94	100	95	100	73	100	139	100

Примечание: С – соя в длительном севообороте, Б – соя бессменно;

\* различия, достоверные на 95%-ном уровне.

Аммонифицирующие бактерии осуществляют разложение органических азотсодержащих соединений при помощи внекле-

точных ферментов, тем самым переводя белковый азот в доступную для растений форму. Обогащенность пахотного слоя почвы аммонифицирующими микроорганизмами (на



МПА) под посевами сои в длительном севообороте и бессменной культуре различалась незначительно и, в соответствии с оценочной шкалой Д. Г. Звягинцева, достигала градации «средняя» (2,8-5,8 млн КОЕ/1 г почвы). Существенные различия между вариантами опыта отмечены только в фазу начала цветения сои.

Иммобилизацию минерального азота осуществляют микроорганизмы, способные усваивать аммиачный, аммонийный и нитратный азот. Численность микроорганизмов, выделяемых на КАА, показывает потенциальную способность микробного сообщества почвы иммобилизовать азот в микробной биомассе, что повышает содержание биологически связанного азота и снижает его непродуцируемые потери. В отношении этих микроорганизмов в севообороте почва во все фазы соответствовала градации «богатая», в бессменной культуре – до конца июля от «богатой» до «очень богатой» (14,9-25,7 млн КОЕ), а в августе снижалась до «бедной» (3,4 млн КОЕ). Такое резкое уменьшение количества иммобилизаторов азота является следствием активного развития и потребления питательных элементов этой группой микроорганизмов в фазу начала образования бобов.

Повышение влажности почвы вследствие обильных дождей в июле способствовало увеличению численности бактерий. Так, количество микроорганизмов под бессменными посевами сои находилось в тесной зависимости от влажности почвы, коэффициент корреляции с аммонифицирующей микрофлорой составил 0,851, с иммобилизирующей – 0,891, что согласуется с ранее проведенными исследованиями [3].

Количество микромицетов может служить индикатором интенсивности процесса минерализации, так как поступающее в почву органическое вещество перерабатывается в трофических цепях, конечным деструктивным звеном которых являются микроскопические грибы и бактерии [10]. Грибы начинают разрушение таких стойких соединений, как гумус, лигнин, хитин, дубильные вещества, клетчатка, делая возможным дальнейшее их использование другими организмами [13]. В результате

исследований численность микроскопических грибов в посевах сои, возделываемой в севообороте, в начале вегетации была ниже, в фазу образования бобов – на одном уровне, во время налива бобов – выше, чем в бессменной культуре, однако различия не превышали величину НСР<sub>05</sub>. Численность грибов в период посева сои связана с минерализацией корнепоживных остатков предшествующей культуры. В бессменных посевах сои количество грибов было выше в этот период за счет наличия, помимо соевых, большого объема остатков сорной растительности. Существенное увеличение количества микромицетов на 45,7 тыс. КОЕ/1 г почвы при НСР<sub>05</sub> = 32,3 в почве севооборота относительно почвы под бессменной соей было отмечено только в фазу цветения. Однако, наряду с разрушением труднорастворимых органических веществ, часть микромицетов может быть фитопатогенами, поэтому увеличение их численности улучшает минерализационные процессы в почве, но в то же время не способствует ее оздоровлению.

Таким образом, чередование культур в большей степени влияет на численность почвенных микроскопических грибов нежели бактерий, что подтверждается исследованиями других авторов [11].

Актиномицеты осуществляют функции микробов-редуцентов и утилизируют поступающую в почву органику в основном на последних этапах ее разложения [6]. Численность актиномицетов в почве под бессменными посевами сои превышала аналогичную в севообороте во все фазы, за исключением налива бобов. В составе микроорганизмов, утилизирующих минеральные источники азота, на долю актиномицетов в бессменной культуре сои приходилось 1,9-3,4%, а в севообороте – всего от 0,6 до 1,4% их численности.

Еще одним показателем интенсивности минерализационных процессов в почве служит соотношение микроорганизмов, усваивающих минеральный и органический азот – коэффициент минерализации ( $K_{мин}$ ). Во всех вариантах отмечалось более активное развитие бактерий, выделяемых на КАА, соответственно  $K_{мин}$  был больше единицы, что связано с ненасыщенностью

верхних горизонтов органическим веществом с разной степенью разложения и быстро протекающими в них процессами минерализации и утилизации элементов минерального питания. Исходя из величины показателя коэффициента минерализации, можно предположить, что в длительном севообороте активнее протекали процессы минерализации в фазы начала цветения и налива бобов, в остальные фазы – на одном уровне с бессменной культурой (3,7-4,4). При этом в почве под бессменными посевами сои в фазу налива бобов иммобилизационные процессы преобладали над минерализационными ( $K_{мин} = 0,8$ ), то есть происходило закрепление азота, что негативно повлияло на урожайность сои, которая была ниже, чем в севообороте.

Для более полной характеристики биологического состояния почвы некоторые исследователи используют расчетный интегральный показатель СБА с использованием относительных величин, который более достоверно отражает степень влияния изучаемых факторов нежели численность отдельных групп микроорганизмов [4]. Анализ величины этого показателя по фазам развития сои свидетельствует, что положительное влияние на биогенность почвы севооборот оказал только в фазу начала налива бобов (139%). В остальные фазы уровень СБА в севообороте был несколько ниже, чем в бессменной культуре.

Однако, если рассматривать в целом за вегетацию, то можно сказать, что способ возделывания сои не влияет на биологическое состояние почвы, так как в обоих вариантах он составил 100%.

Для оценки сорной растительности в соевом агроценозе проводили обследование опытных участков в два этапа: в июне до проведения химической прополки сои и в июле. В июне в длительном севообороте сорная растительность была представлена шестью видами, в повторных посевах – восемнадцатью, бессменной культуре – двенадцатью видами сорняков. За период длительного возделывания сои в севообороте и бессменно в них сформировался определённый количественный и видовой состав, причём в севообороте вследствие чередования культур сорняков было намного меньше, как по видовому составу, так по количеству и массе. При возделывании сои в севообороте количество сорных растений составило 66,7 шт./м<sup>2</sup>, что соответствует сильной степени засоренности. По преобладающему сорняку (хвощ полевой) установлен корневищный тип засоренности. Тогда как в повторных и бессменных посевах сои отмечена очень сильная степень засоренности (305,7 и 149,8 шт./м<sup>2</sup>) с малолетне-корневищным (преобладающие сорняки: шерстяк волосистый и хвощ полевой) и малолетним типом засоренности (преобладающие сорняки: шерстяк волосистый и марь белая) соответственно (табл. 3).

Таблица 3

Видовой состав, численность и масса сорных растений в севообороте, повторных и бессменных посевах сои, 2019 год

Русское / латинское название сорняков	Количество, шт./м <sup>2</sup> Масса, г/м <sup>2</sup>					
	28 июня			30 июля		
	С	ПП	Б	С	ПП	Б
1	2	3	4	5	6	7
Хвощ полевой <i>Equisetum arvense</i> L.	52,4 12,1	41,5 17,9	13,8 6,2	29,8 15,8	51,4 53,0	32,0 35,3
Коммелина обыкновенная <i>Commelina communi</i> L.	0,4 0,2	5,9 0,7	1,3 0,2	–* –	6,3 10,2	3,1 4,6
Шерстяк волосистый <i>Eriochloa villosa</i> (Thunb.) Kunth.	2,7 0,4	153,8 13,2	46,7 8,9	4,0 1,5	68,8 59,3	97,8 69,6
Марь белая <i>Chenopodium album</i> L.	1,8 0,3	27,9 12,0	33,3 9,8	– –	17,7 32,7	40,9 35,7

Продолжение табл.3

1	2	3	4	5	6	7
Гречишка вьюнковая <i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A. Love.	–	10,2 5,9	7,1 8,8	–	6,5 10,1	6,2 1,8
Просо куриное <i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Beauv.	–	11,1 0,7	10,7 0,7	0,4 5,2	1,6 0,7	0,9 1,1
Канатник Теофраста <i>Abutilon theophrastii</i> Medik.	–	0,3 0,1	–	–	–	–
Дурнишник сибирский <i>Xanthium sibiricum</i> Patrín ex Widd.	–	0,4 0,9	0,9 1,3	–	0,4 1,6	–
Горец птичий <i>Polygonum aviculare</i> L.	–	1,0 0,6	0,9 0,1	–	1,1 3,3	1,3 2,8
Овсюг обыкновенный (овес пустой) <i>Avena fatua</i> L.	–	6,7 4,0	6,7 5,8	–	–	–
Полынь обыкновенная <i>Artemisia vulgaris</i> L.	–	2,2 5,1	0,9 0,4	–	1,0 4,6	1,8 6,2
Вика мышиная <i>Vicia cracca</i> L.	–	0,6 0,3	–	–	0,1 0,1	0,4 0,0
Осот полевой (осот желтый или осот молочайный) <i>Sonchus arvensis</i> L.	–	2,5 2,0	–	–	1,6 1,5	2,7 2,3
Щирица запрокинутая <i>Amaranthus retroflexus</i> L.	2,2 0,0	28,2 4,1	23,6 2,5	0,4 0,0	3,9 9,2	1,8 5,2
Акалифа южная <i>Acalypha australis</i> L.	7,1 0,1	11,6 1,1	1,0 0,2	5,3 0,5	15,5 12,0	4,4 2,4
Пырей ползучий <i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	–	0,1 0,6	–	–	–	–
Пикульник двунадрезанный <i>Galeopsis bifida</i> Voenn.	–	0,8 0,1	–	–	0,2 0,1	–
Клевер ползучий <i>Trifolium repens</i> L.	–	0,1 0,0	–	–	0,1 0,0	–
Всего	66,7 13,1	305,7 69,4	149,8 44,6	40,0 23,0	176,2 198,0	193,3 167,1
НСР <sub>05</sub>		83,3 27,3			104,7 54,7	

Примечание: С – соя в длительном севообороте, ПП – повторные посеы сои, Б – соя бессменно; \* отсутствие сорных растений.

Сорные растения были представлены двумя жизненными формами – малолетние и многолетние. В структуре соевого агрофитоценоза при повторном и бессменном ее возделывании преобладает доля малолетних видов, которые составляли 70 и 61% от общего количества растений соответственно, в севообороте – многолетних (43%) (рис. 1). После применения гербицидов процентное соотношение в севообороте изменилось в сторону снижения многолетних сорняков и увеличения доли культурного компонента (сои), при этом в повторных и бессменных посевах на фоне снижения количества малолетних сорняков возросла доля многолетних сорняков в структуре соевого агрофитоценоза.

В результате химической прополки в июле в структуре агроценозов произошло

сокращение видового состава сорняков относительно июня на 12%. Самое низкое видовое разнообразие зафиксировано в длительном севообороте – 5 видов. В бессменной культуре видовое разнообразие сохранилось на уровне 12, в повторных посевах сои отмечено снижение общего количества сорняков, но разнообразие сохраняется на высоком уровне и представлено 16 видами.

Степень засоренности в севообороте снизилась до средней, а в повторных и бессменных посевах сохранилась. Количество доминирующих видов по всем вариантам опыта сократилось до четырех – хвощ полевой, шерстяк волосистый, щирица запрокинутая и акалифа южная. По сравнению с июнем, в июле снизилась средняя численность сорных растений в севообороте и повторных посевах на 40-42%, в бессменной культуре – увеличилась на 30%.

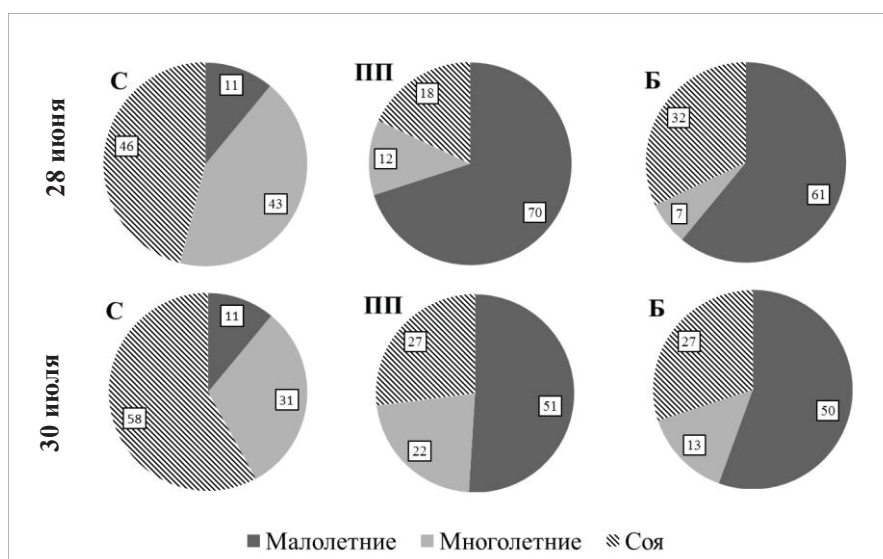


Рис. 1. Доля малолетних и многолетних сорняков в структуре соевого агрофитоценоза, %: С – соя в длительном севообороте, ПП – повторные посевы сои, Б – бессменные посеы сои

По результатам статистической обработки в июне в повторных посевах установлено существенное превышение сорняков по количеству, а в повторных и бессменных посевах – по массе сорной растительности относительно возделывания сои в севообороте, причем данная тенденция сохранилась и после проведения химической прополки.

Вследствие сравнительно лучших условий в длительном севообороте семенная продуктивность растений сои была по-

чти в 2 раза выше, чем в повторных и бессменных посевах (рис. 2), что способствовало формированию урожайности на уровне 2,12 т/га. Возделывание сои в повторных и бессменных посевах снизило урожайность на 0,45 и 0,43 т/га соответственно ( $НСР_{05} = 0,53$ ). Таким образом, результаты наших исследований показывают преимущество в урожайности при выращивании сои в севообороте в сравнении с повторными и бессменными посевами за счет поддержания оптимальных условий роста и развития культуры.

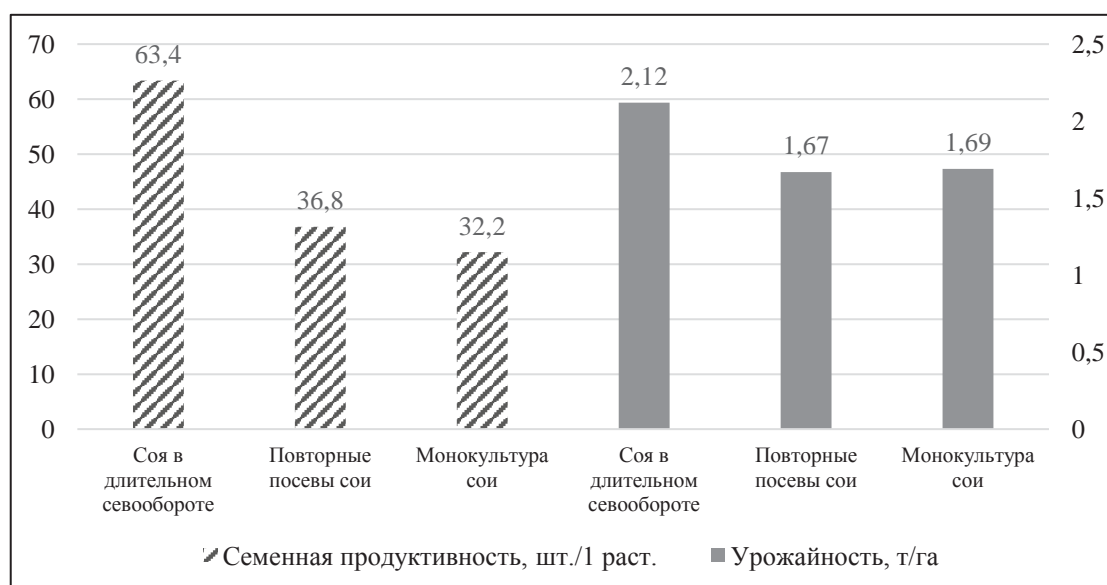


Рис. 2. Семенная продуктивность и урожайность сои в зависимости от способа возделывания, 2019 год



**Заключение.** В условиях Приамурья возделывание сои в севообороте способствует сохранению удовлетворительного состояния луговой черноземовидной почвы по агрофизическим свойствам. В период вегетации происходит увеличение запаса доступной влаги с незначительным снижением содержания воздуха в почве относительно «исходного» состояния, что положительно сказывается на росте и развитии растений сои, независимо от способа ее возделывания. Чередование культур в большей степени влияет на численность почвенных

микроскопических грибов нежели бактерий. В севообороте активнее протекают процессы минерализации в фазы начала цветения и налива бобов сои, в остальные фазы – на одном уровне с бессменной культурой. При возделывании сои в севообороте снижается засорённость посевов в 4,6 и 2,2 раза относительно повторных и бессменных посевов соответственно, уменьшается видовой состав, количество и масса сорных растений, что в совокупности способствует повышению урожайности сои в среднем на 0,4 т/га.

#### Список литературы

1. Богомолова, Ю. А. Влияние обработки почвы и удобрений на изменения ее агрофизических свойств и урожайность сои в звене зернового севооборота / Ю. А. Богомолова, А. П. Саков, А. В. Ивенин // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. – 2018. – № 3. – С. 62–69.
2. Гайдученко, А. Н. Возделывание полевых культур в короткоротационных универсальных севооборотах Амурской области / А. Н. Гайдученко, В. Т. Синеговская, М. В. Толмачев // *Земледелие*. – 2015. – № 5. – С. 3–5.
3. Никульчев, К. А. Влияние культур севооборота на микробиологическую активность, агрофизические свойства почвы и урожайность сои / К. А. Никульчев, Е. В. Банецкая // *Земледелие*. – 2020. – № 1. – С. 11–14.
4. Русакова, И. В. Биологические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы при длительном использовании соломы на удобрение // *Почвоведение*. – 2013. – № 12. – С. 1485–1493.
5. Фадеев, А. А. Изучение мер борьбы с многолетними сорняками в звене севооборота черный пар – озимые – соя / А. А. Фадеев, М. Ф. Фадеева, А. В. Воробьева // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. – 2006. – № 8. – С. 126–132.
6. Alekhina, L. K. Population dynamics of microorganisms in the soils of the Central Forest Reserve (model experiments) / L. K. Alekhina, L. M. Polyanskaya, T. G. Dobrovolskaya // *Eurasian Soil Science*. – 2001. – Vol. 34. – Is. 1. – P. 88–91.
7. Liu, J. J. Continuous cropping of soybean alters the bulk and rhizospheric soil fungal communities in a Mollisol of Northeast PR China / J. J. Liu, Q. Yao, Y. S. Li, et al. // *Land Degradation & Development*. – 2019. – Vol. 30. – Is. 14. – P. 1725–1738.
8. Peralta, A. L. Crop rotational diversity increases disease suppressive capacity of soil microbiomes / A.L. Peralta, Y.M. Sun, M.D. McDaniel, et al. // *Ecosphere*. – 2018. – Vol. 9. – Is. 5. – A. e02235.
9. Dos Santos, H. P. Grain yield and agronomic traits in soybean according to crop rotation systems / H.P. dos Santos, R.S. Fontaneli, J. Pires, et al. // *Bragantia*. – 2014. – Vol. 73. – Is. 3. – P. 263–273.
10. Zavyalova, N. E. Microbial transformation of organic matter of sod-podzolic soils in the Pre-Urals under conditions of different use and application of mineral fertilizers / N.E. Zavyalova, I.G. Shirokikh, A.I. Kosolapova, et al. // *Theoretical and Applied Ecology*. – 2019. – Is. 1. – P. 102–110.
11. Zhang, B. Short-term effect of tillage and crop rotation on microbial community structure and enzyme activities of a clay loam soil / B. Zhang, Y.J. Li, T.S. Ren, et al. // *Biology and Fertility of Soils*. – 2014. – Vol. 50. – Is. 7. – P. 1077–1085.
12. Perez-Brandan, C. Soybean fungal soil-borne diseases: a parameter for measuring the effect of agricultural intensification on soil health / C. Perez-Brandan, J. Huidobro, B. Grumberg, et al. // *Canadian Journal of Microbiology*. – 2014. – Vol. 60. – Is. 2. – P. 73–84.
13. Dobrovolskaya, T. G. The role of microorganisms in the ecological functions of soils / T.G. Dobrovolskaya, D.G. Zvyagintsev, I.Y. Chernov, et al. // *Eurasian Soil Science*. – 2015. – Vol. 48. – Is. 9. – P. 959–967.
14. Van der Putten, W. H. Where, when and how plant-soil feedback matters in a changing world / W.H. van der Putten, M.A. Bradford, E.P. Brinkman, et al. // *Functional Ecology*. – 2016. – Vol. 30. – Is. 7. – P. 1109–1121.

#### Reference

1. Bogomolova, Yu.A., Sakov, A.P., Ivenin, A.V. Vliyanie obrabotki pochvy i udobrenii na izmeneniya ee agrofizicheskikh svoystv i urozhainost' soi v zvene zernovogo sevooborota (Effect of Tillage and Fertilizers on Changes in Agrophysical Properties of Soil and Soybean Yield in the Link of Cereal Crop Rotation), *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2018, No 3, PP. 62–69.
2. Gaiduchenko, A.N., Sinegovskaya, V.T., Tolmachev, M.V. Vozdelyvanie polevykh kul'tur v korotkorotatsionnykh universal'nykh sevooborotakh Amurskoi oblasti (Field Crops Cultivation in Short Universal Crop Rotations in the Amur Region), *Zemledelie*, 2015, No 5, PP. 3–5.

3. Nikul'chev, K.A., Banetskaya, E.V. Vliyanie kul'tur sevooborota na mikrobiologicheskuyu aktivnost', agrofizicheskie svoystva pochvy i urozhainost' soi (Influence of Crop Rotation Cultures on Soil Microbiological Activity, Soil Agrophysical Properties and Soybean Yield), *Zemledelie*, 2020, No 1, PP. 11–14.
4. Rusakova, I.V. Biologicheskie svoystva dervno-podzolistoi supeschanoi pochvy pri dlitel'nom ispol'zovanii solomy na udobrenie (Biological Properties of Sod-Podzol Sabulous Soil in Connection with Long-Term Use of Straw as Fertilizer), *Pochvovedenie*, 2013, No 12, PP. 1485–1493.
5. Fadeev, A.A., Fadeeva, M.F., Vorob'eva, A.V. Izuchenie mer bor'by s mnogoletnimi sornyakami v zvene sevooborota chernyi par – ozimye – soya (Study of Control Measures against Perennial Weeds in the Crop Rotation Link of Black Fallow – Winter Crops – Soybean), *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2006, No 8, PP. 126–132.
6. Alekhina, L.K., Polyanskaya, L.M., Dobrovol'skaya, T.G. Population dynamics of microorganisms in the soils of the Central Forest Reserve (model experiments), *Eurasian Soil Science*, 2001, Vol. 34, Is. 1, PP. 88–91.
7. Liu, J.J., Yao, Q., Li, Y.S. et al. Continuous cropping of soybean alters the bulk and rhizospheric soil fungal communities in a Mollisol of Northeast PR China, *Land Degradation & Development*, 2019, Vol. 30, Is. 14, PP. 1725–1738.
8. Peralta, A.L., Sun, Y.M., McDaniel, M.D. et al. Crop rotational diversity increases disease suppressive capacity of soil microbiomes, *Ecosphere*, 2018, Vol. 9., Is. 5. – A. e02235.
9. Dos Santos, H.P., Fontaneli, R.S., Pires, J. et al. Grain yield and agronomic traits in soybean according to crop rotation systems, *Bragantia*, 2014, Vol. 73, Is. 3, PP. 263–273.
10. Zavyalova, N.E., Shirokikh, I.G., Kosolapova, A.I. et al. Microbial transformation of organic matter of sod-podzolic soils in the Pre-Urals under conditions of different use and application of mineral fertilizers, *Theoretical and Applied Ecology*, 2019, Is. 1, PP. 102–110.
11. Zhang, B., Li, Y.J., Ren, T.S. et al. Short-term effect of tillage and crop rotation on microbial community structure and enzyme activities of a clay loam soil, *Biology and Fertility of Soils*, 2014, Vol. 50, Is. 7, PP. 1077–1085.
12. Perez-Brandan, C., Huidobro, J., Grumberg, B. et al. Soybean fungal soil-borne diseases: a parameter for measuring the effect of agricultural intensification on soil health, *Canadian Journal of Microbiology*, 2014, Vol. 60, Is. 2., PP. 73–84.
13. Dobrovol'skaya, T.G., Zvyagintsev, D.G., I.Y. Chernov et al. The role of microorganisms in the ecological functions of soils, *Eurasian Soil Science*, 2015, Vol. 48, Is. 9, PP. 959–967.
14. Van der Putten, W.H., Bradford, M.A., Brinkman, E.P. et al. Where, when and how plant-soil feedback matters in a changing world, *Functional Ecology*, 2016, Vol. 30, Is. 7, PP. 1109–1121.

#### **Информация об авторах**

**Никольчев Константин Анатольевич**, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр., ФГБНУ Всероссийский НИИ сои; Игнатьевское шоссе, д. 19, г. Благовещенск, Амурская область, Россия; e-mail: nka@vniisoi.ru;

**Банецкая Евгения Валерьевна**, ст. науч. сотр.; ФГБНУ Всероссийский НИИ сои; Игнатьевское шоссе, д. 19, г. Благовещенск, Амурская область, Россия; e-mail: bev@vniisoi.ru.

#### **Information about the authors**

**Konstantin A. Nikulchev**, Cand. Agri. Sci., Leading Research Worker; All-Russian Research Institute of Soya; 19, Ignatievskoe highway, Blagoveshchensk, Amur Region, Russia; e-mail: nka@vniisoi.ru;

**Evgeniya V. Banetskaya**, Research Worker; All-Russian Research Institute of Soya; 19, Ignatievskoe highway, Blagoveshchensk, Amur Region, Russia; e-mail: bev@vniisoi.ru.