

## ЭЛЕМЕНТЫ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ СОИ В РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

В. А. РАДОВНЯ, Д. А. РОМАНЬКОВ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции  
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»  
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

В. Н. ХАЛЕЦКИЙ

РУП «Брестская ОСХОС НАН Беларуси»,  
г. Пружаны, Республика Беларусь, 225133

О. С. РАДОВНЯ

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,  
г. Жодино, Республика Беларусь, 222160

(Поступила в редакцию 16.10.2024)

В различных почвенных условиях изучены элементы структуры урожая раннеспелого детерминантного сорта сои Припят при трёх уровнях интенсификации (интенсивная, нормальная и экстенсивная технологии). Исследования проведены в климатических условиях центральной части Беларуси в 2021–2023 гг. Установлено, что при равной норме высева семян 0,4 млн. шт/га к уборке сохраняется 15,4–34,5 растений на 1 м<sup>2</sup>. При различной густоте стояния растений на дерново-подзолистых среднесуглинистых и торфяно-глеевых почвах при интенсивной и нормальной технологиях возделывания в благоприятные годы на 1 м<sup>2</sup> формируется около 1 тыс. шт. бобов, в засушливых условиях – 0,75 тыс. шт. и более. На дерново-подзолистых супесчаных почвах количество бобов во все годы исследований не превышало 0,73–0,83 тыс. шт. При экстенсивной технологии возделывания в зависимости от погодных и почвенных условий данный показатель снижался на 8–40 %. Показатель количества семян в 1 бобе при интенсивной технологии возделывания оказался близким на всех типах почв (в среднем 2,4–2,5 шт/боб) и уменьшался до 1,85 шт/боб по мере снижения уровня минерального питания и повышения засоренности посевов. Показатель массы 1000 семян при различных погодных условиях и технологии возделывания колебался в пределах: на дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах – 153,0–185,9 г, на дерново-подзолистых супесчаных почвах – 108,4–147,0 г, на торфяно-глеевых почвах – 89,5–163,7 г.

Рассчитаны коэффициенты вариации элементов структуры урожая при различных технологиях возделывания, а также доля влияния отдельных факторов (почва, погода, агротехника) в их формировании.

**Ключевые слова:** соя, продуктивность, дерново-подзолистая почва, торфяно-глеевая почва, элементы структуры урожая, масса 1000 семян.

The yield structure elements of the early-ripening determinate soybean variety Pripyat were studied under various soil conditions at three levels of intensification (intensive, normal and extensive technologies). The studies were carried out in the climatic conditions of the central part of Belarus in 2021–2023. It was found that with an equal seeding rate of 0.4 million pcs/ha, 15.4–34.5 plants per 1 m<sup>2</sup> are preserved for harvesting. With different plant density on sod-podzolic medium loamy and peat-gley soils with intensive and normal cultivation technologies, about 1 thousand beans are formed per 1 m<sup>2</sup> in favorable years, and 0.75 thousand pcs or more in dry conditions. On sod-podzolic sandy loam soils, the number of beans in all years of research did not exceed 0.73–0.83 thousand pcs. With extensive cultivation technology, depending on weather and soil conditions, this indicator decreased by 8–40 %. The indicator of the number of seeds in 1 bean with intensive cultivation technology turned out to be close on all types of soil (on average 2.4–2.5 pcs/bean) and decreased to 1.85 pcs/bean as the level of mineral nutrition decreased and the weed infestation of crops increased. The 1000-seed weight indicator under different weather conditions and cultivation technology varied within the range: on sod-podzolic medium loamy soils it was 153.0–185.9 g, on sod-podzolic sandy loam soils – 108.4–147.0 g, on peat-gley soils – 89.5–163.7 g.

The coefficients of variation of the elements of the crop structure under different cultivation technologies, as well as the share of influence of individual factors (soil, weather, agricultural technology) in their formation were calculated.

**Key words:** soybean, productivity, sod-podzolic soil, peat-gley soil, elements of the crop structure, 1000-seed weight.

**Введение**

Важнейшим условием конструирования агротехнологий, адаптивных к тем или иным условиям внешней среды, является определение уровня возможной урожайности и её варьирования в зависимости от погодных условий, агротехники возделывания и давления биотических стрессов (болезни, сорняки). Урожайность посевов (Y) определяется влиянием нескольких компонентов: генотипа (G), окружающей среды (E), агротехники возделывания (M) и их взаимодействия с (G × E × M) (формула 1).

$$Y = G + E + M + G \times E \times M \quad (1)$$

Обычно реакция генотипа на различные экологические условия выращивания (E и M) изучается в селекционных исследованиях при экологическом сортоиспытании, а также в рамках государственно-

го сортоиспытания при оценке сортов на хозяйственную полезность. При этом параметры агротехники обычно соответствуют интенсивным технологиям возделывания. Однако, подобная экологическая оценка может проводиться в агротехнологических исследованиях, целью которых является совершенствование технологий возделывания. Подобного рода исследования предоставляют информацию о величине и варьировании урожая в различных почвенно-климатических условиях, влиянию на урожай различных стрессов (потери урожая), либо методов управления (прибавки от применения отдельных агроприёмов и технологий в целом). В настоящее время такие исследования получают распространение при агроэкологической оценке земель [2].

Особое значение в нашей республике имеют такие исследования при выращивании относительно новой культуры – сои.

Элементы структуры урожая являются признаками наивысшего уровня, которые напрямую связаны с урожайностью и наиболее часто изучаются в исследованиях по агротехнике возделывания. Основными элементами структуры урожая (ЭСУ) сои являются: количество растений к уборке (Р), количество бобов на одном растении (Б), количество семян в бобе (С) и масса 1000 семян ( $M_{1000}$ ). Некоторые исследователи объединяют количество бобов на одном растении и количество семян в бобе в один элемент – количество семян на 1 растении (БхС) [7]. Таким образом, формула для определения биологической урожайности сои (Убиол) имеет следующий вид (формула 2):

$$\text{Убиол} = P \times (\text{БхС}) \times M_{1000} \quad (2)$$

Изменение параметров ЭСУ в той или иной мере характеризует влияние внешних условий среды на культурные растения и характеризует степень их благоприятности для выращивания сои. При этом в зависимости от региона выращивания урожайность либо стабильность определяется различными элементами структуры урожая. Например, большинство американских исследователей полагают, что количество семян на единицу площади является наиболее значимым элементом урожайности, чем их масса [7]. Однако в условиях, благоприятных для налива семян, крупнозёрные генотипы в значительной мере компенсируют недостаточное количество образовавшихся семян (или абортированных в результате стресса).

В условиях ЦЧР РФ установлены тесные взаимосвязи между массой 1000 семян различных сортов сои и количеством бобов и семян во влажные годы ( $r = 0,61 \dots 0,89$ ), тогда как в сухие они составляли не более  $r = 0,49 \dots 0,51$  [4]. В более засушливых условиях Самарской области за все годы исследований достоверная положительная взаимосвязь массы зерна с растения прослеживалась с количеством семян ( $r = 0,72 \dots 0,99$ ) и бобов ( $r = 0,59 \dots 0,94$ ) с растения, а с количеством семян в бобе и массой 1000 семян – только в отдельные годы ( $r = 0,29 \dots 0,56$ ) [6].

Климатические условия центральной части Беларуси отличаются более высоким количеством выпадающих осадков, что при условии правильной агротехники позволяет более эффективно использовать признак массы 10000 семян в общей урожайности сои. В опытах, проведенных В. Г. Таранухо, О. А. Клепча [5] в условиях суглинистых почв северо-восточной части Беларуси, отмечена закономерность увеличения массы 1000 семян сои, выращиваемой в широкорядных посевах (45–60 см, 0,6 млн шт/га) по сравнению с рядовым посевом (15 см, 1,0 млн шт/га): с 153 г до 158–160 г у ранне-спелого детерминантного сорта Припять и с 180 г до 190–199 г у среднеспелого индетерминантного сорта Рось. При этом количество бобов на растении увеличивалось в 1,8–2,1 раза.

В опытах, проведенных С. В. Абрасковой и др. [1], сорт Припять при выращивании в широкорядных посевах (45 см, 0,6 млн шт/га) в условиях суглинистых почв центральной части Беларуси, обладал стабильной массой 1000 семян 171–172 г, в то же время данный показатель у раннего сорта Верас в зависимости от погодных условий колебался в довольно широких пределах 116–139 г. Инокуляция семян (улучшение азотного питания) достоверно увеличила количество бобов на растении на 34 %, в то время, как без инокуляции данный признак существенно не различался по всем изучаемым сортам различных групп спелости. В экологическом сортоиспытании, проведенном в условиях Минской, Гомельской и Воронежской областей, растения сорта Припять имели на 1 растении соответственно 28,4, 24,0 и 8,4 бобов [3].

Заметно, что у одного и того же сорта сои Припять условия выращивания оказывают значительное влияние на формирование фенотипа растений и формирование элементов продуктивности. Количественная оценка такого влияния может служить основой для последующего совершенствования технологий возделывания сои. Однако, полевые эксперименты в условиях центральной части Беларуси проводятся на дерново-подзолистых почвах связного гранулометрического состава (легко- и средне-суглинистые), что позволяет оценить влияние на формирование структуры урожая только погодных

условий, тогда как влияние почвенных условий остаётся малоизученным. Это затрудняет конструирование агротехнологий возделывания сои и планирование новых технологических экспериментов на различных типах почв.

В этой связи целью проведения наших исследований стало изучить особенности формирования структуры урожая сои в различных экологических условиях выращивания (погода + агротехника + почва).

### Основная часть

Исследования проведены в 2021–2023 гг. в почвенно-климатических условиях центральной части Беларуси. На трёх типах почв изучены три однотипные технологии возделывания сои различных уровней интенсификации (по Кирюшину [2]: интенсивная, нормальная, экстенсивная) в условиях трёх типов почв (характеристика типов почв приведена в табл. 1 стр. 39 данного номера журнала).

В качестве объекта использовался раннеспелый сорт *Приять*, районированный в Республике Беларусь с 2006 года. Сорт характеризуется детерминантным типом роста и дружным созреванием.

Общая площадь делянки во всех опытах составляла 12 м<sup>2</sup>, учетная – 6,4 м<sup>2</sup>, повторность трехкратная. Обработка почвы традиционная отвальная. Посев проводили в оптимальные сроки (2021 г. – 7–10 мая, 2022 г. – 17–25 мая, 2023 г. – 10–14 мая) черезрядным способом (ширина междурядья 30 см) с нормой высева 0,4 млн/га. Уборку урожая проводили вручную с последующим обмолотом на сноповой молотилке. Перед обмолотом из каждого снопа отбирались 20–30 растений для подсчёта структуры урожая, подсчитывалось количество бобов на растении, затем бобы обмолачивались, семена подсчитывались и взвешивались, на основании чего определялась масса 1000 семян и количество семян в бобе. Густота стояния растений перед уборкой определялась путём подсчёта растений в убраных снопах.

По погодным условиям 2021 год отличался высокими среднесуточными температурами в III декаде июня – начале июля и умеренными температурами в последующий период (табл. 2–3). Количество выпадающих осадков в период май-июль составило всего 133 мм, а в период август – сентябрь – 213 мм.

Последующий 2022 год в начале вегетации отличался низкими среднесуточными температурами и большим количеством выпавших осадков. В августе наблюдался длительный засушливый период, в течение которого выпало всего 9 мм осадков. Всего за вторую половину вегетации (август – сентябрь) выпало 94 мм осадков. В сентябре на торфяно-глеевых почвах отмечались раннеосенние заморозки (9–11 сентября).

В 2023 году в мае – I декаде июня наблюдались длительная засуха (33 мм осадков) и последующее относительно равномерное выпадение 239 мм осадков до I декады сентября. Вегетационный сезон 2023 год также отличался благоприятными среднесуточными температурами на протяжении июня-сентября.

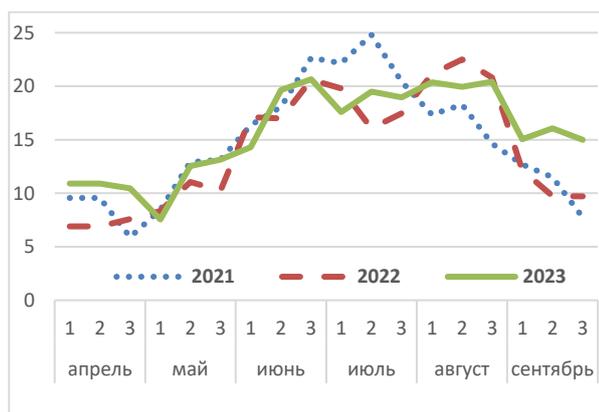


Рис. 1. Среднесуточные температуры воздуха за годы проведения исследований (по данным метеостанции Минск, Национальный аэропорт), °С

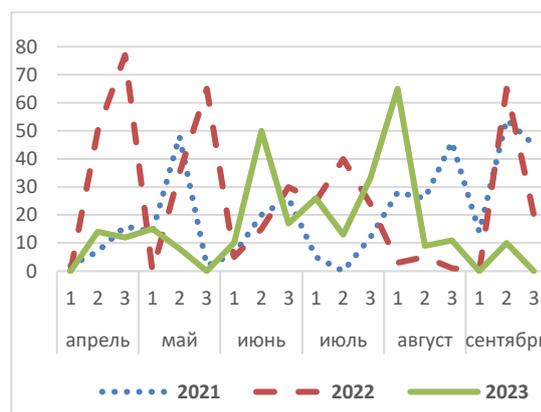


Рис. 2. Динамика выпадения осадков (по данным метеостанции Минск, Национальный аэропорт) за годы проведения исследований, мм

Показатель абсолютной влажности почвы более корректно характеризует влагообеспеченность посевов сои за годы проведения исследований (табл. 1). Заметно, что при равном количестве выпадающих осадков на дерново-подзолистой супесчаной почве посевы сои ежегодно оказывались в условиях более продолжительного дефицита влаги.

Таблица 1. Динамика абсолютной влажности почвы за годы проведения исследований, %

Месяц	Декада	2021		2022			2023		
		ДПсугл*	ДПсуп	ДПсугл	ДПсуп	ТБ	ДПсугл	ДПсуп	ТБ
апрель	1	24,3	14,9	–	–	–	23,2	13,2	26,8
	2	25	10,8	24	14,1	23,5	21,2	12,4	22,8
	3	19,7	14,3	21,2	12,4	16,8	18,6	10,2	18,4
май	1	17	12,1	18,6	11,8	24,1	14,2	8,9	16,5
	2	19,7	9	23,5	9	29,8	11,8	7,2	12,8
	3	17,1	10,4	18,5	7,6	20,1	9,2	6,9	10,4
июнь	1	12,1	6,5	16,7	5,2	18,7	11,6	9,0	12,0
	2	6,9	4,5	17,8	4,6	19,5	9,0	7,8	11,8
	3	6,4	4,1	15,8	10,9	26,6	8,8	8,0	10,4
июль	1	9,4	6,0	15,0	8,8	21,8	7,6	6,6	8,7
	2	12,1	5,9	12,9	5,7	19,1	7,7	5,8	7,9
	3	7,9	6,7	7,7	4,0	14,7	12,8	9,2	10,4
август	1	10,8	7,8	10,0	5,7	12,1	10,2	7,0	9,2
	2	14,8	13,3	9,2	7,1	11,7	9,4	8,1	7,9
	3	13,4	12,1	7,7	5,4	9,7	8,8	5,5	6,4
сентябрь	1	14,1	12,4	10,4	8,9	12,9	7,5	5,9	7,2

\* – характеристика типов почв приведена в табл. 1 стр. 39 данного номера журнала.

Как видно из табл. 2–3 изучаемый сорт сои Припять обнаружил широкое варьирование значений всех элементов структуры урожая при выращивании в различных экологических условиях (почва+погода+агротехника).

Таблица 2. Структура урожая раннеспелого сорта сои *Припять* при выращивании на различных типах почв

Технология	2021 год		2022 год			2023 год			Доля влияния фактора	
	ДПсугл*	ДПсуп	ДПсугл	ДПсуп	ТБ	ДПсугл	ДПсуп	ТБ		
Густота стояния растений к уборке, шт/м <sup>2</sup>										
ИТ	21,5	33,3	29,2	30,3	32,6	21,2	31,8	19,8	Почва	0,41
НТ	24,0	30,5	33,0	34,0	34,5	24,0	28,2	19,1	Погода	0,34
ЭТ	21,0	26,0	21,4	26,3	29,3	17,4	26,8	15,4	Агротехника	0,25
НСР <sub>05</sub>	3,1	3,6	3,9	3,8	4,5	3,2	3,8	2,1		
Количество бобов на растении, шт.										
ИТ	47,1	22,3	27,7	24,6	32,6	47,8	26,1	38,2	Почва	0,42
НТ	48,5	20,1	25,0	25,3	34,6	43,0	27,7	44,2	Погода	0,39
ЭТ	47,2	21,4	21,9	17,3	32,4	45,4	18,6	37,0	Агротехника	0,19
НСР <sub>05</sub>	3,2	2,6	2,9	3,2	3,6	3,9	4,7	4,1		
Количество семян в бобе, шт.										
ИТ	2,42	2,46	2,31	2,38	2,44	2,49	2,46	2,53	Почва	0,19
НТ	2,05	2,41	2,25	2,32	2,49	2,27	2,26	2,41	Погода	0,45
ЭТ	1,85	2,30	2,07	1,84	2,34	2,12	1,89	2,13	Агротехника	0,36
НСР <sub>05</sub>	0,18	0,12	0,16	0,18	0,23	0,14	0,16	0,12		
Количество бобов на 1 м <sup>2</sup> , шт.										
ИТ	1013	743	809	745	1063	1013	830	756	Почва	0,28
НТ	1164	613	825	860	1194	1032	781	844	Погода	0,38
ЭТ	991	556	469	455	949	790	498	570	Агротехника	0,34
Количество семян на 1 м <sup>2</sup> , шт.										
ИТ	2451	1827	1868	1774	2593	2523	2042	1914	Почва	0,24
НТ	2386	1477	1856	1996	2972	2343	1765	2035	Погода	0,37
ЭТ	1834	1280	970	837	2221	1675	942	1214	Агротехника	0,39
Масса 1000 семян, г										
ИТ	165,0	138,7	185,9	120,9	94,5	176,3	134,3	163,7	Почва	0,40
НТ	177,5	147,0	163,9	117,2	89,5	168,4	129,0	160,3	Погода	0,27
ЭТ	165,1	134,0	154,3	108,4	92,9	153,0	131,4	161,2	Агротехника	0,33
НСР <sub>05</sub>	7,8	7,2	8,4	7,0	5,4	7,1	8,2	7,1		
Урожайность семян, ц/га**										
ИТ	37,3	16,5	33,0	16,8	18,9	39,3	21,9	26,0	Почва	0,33
НТ	40,0	14,2	27,3	13,5	25,6	33,2	15,6	29,3	Погода	0,46
ЭТ	29,5	13,0	14,5	5,5	16,8	20,4	7,8	13,5	Агротехника	0,21
НСР <sub>05</sub>	4,2	3,1	2,7	2,3	3,4	3,4	2,7	3,1		

\* – характеристика типов почв приведена в табл. 1 стр. 39 данного номера журнала; \*\* – данные сплошной уборки в пересчёте на 100 % чистоту и 12 % влажность.

В наших опытах при различной густоте стояния растений к уборке (от 19,5 до 33,0 шт./м<sup>2</sup>) на дерново-подзолистых среднесуглинистых и торфяно-глеевых почвах к уборке сохранялось практически равное количество бобов на 1 м<sup>2</sup> (в зависимости от погодных условий и технологии возделывания от 469 до 1194 шт.), в то время как при выращивании на дерново-подзолистой супесчаной почве их было в 1,25–1,33 раза меньше. На дерново-подзолистой среднесуглинистой и торфяно-глеевой почвах отмечено наименьшее снижение количества бобов на 1 м<sup>2</sup> при ЭТ возделывания (-19,7...-26,0 % к уровню ИТ), тогда как на дерново-подзолистых супесчаных при ЭТ их было в среднем на 53,5 % меньше. В зависимости от погодных условий данный показатель на всех типах минеральных почв варьировал в пределах 6,4–17,0 %, но при ЭТ на среднесуглинистых почвах коэффициент вариации достиг 35,1 %. То есть на данном типе почвы при благоприятных погодных условиях количество бобов на 1 м<sup>2</sup> может значительно увеличиваться по сравнению с менее благоприятными.

Показатель количества семян в 1 бобе при ИТ возделываниях оказался близким на всех типах почв (2,4–2,5 шт./боб). На минеральных почвах по мере снижения уровня азотного питания количество семян в 1 бобе в среднем снизилось с 2,4 шт. при ИТ до 2,2–2,3 шт. при НТ и до 2,0 шт. при ЭТ. На торфяно-глеевых почвах, более обеспеченных азотом во второй половине вегетации, данное снижение было менее выраженным. При ЭТ данный показатель варьировал в пределах 11,1–11,8 % как на среднесуглинистых, так и на супесчаных почвах, тогда как при ИТ коэффициент вариации составил всего 2,3–2,9 %.

Показатель массы 1000 семян на дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах оказался довольно стабильным (коэффициент вариации составил 4,1...6,0 %) и колебался в пределах 153,0–185,9 г. Повышение уровня минерального питания и обработка посевов фунгицидом способствовали увеличению массы 1000 семян в среднем на 11,6 %. При этом в 2021 году, благоприятном для налива семян, но при малоэффективной защите посевов от сорняков, масса 1000 семян при ИТ существенно уступила НТ. В засушливом 2022 году по данному показателю варианты ИТ и НТ существенно не различались, в 2023 году растения сои при ИТ по массе 1000 семян превзошли другие варианты.

На дерново-подзолистой супесчаных почвах только в 2021 году масса 1000 семян при НТ достигла 147 г и достоверно превысила другие варианты. Увеличение вариации показателя с 7,1 % при ИТ до 11,3 % при ЭТ свидетельствует о том, что на данном типе почвы показатель массы 1000 семян в значительной мере зависит от погодных условий, и только наивысший уровень интенсификации возделывания, снижает эту зависимость.

На торфяно-глеевых почвах довольно крупные семена (160,3–163,7 г) были сформированы в 2023 году независимо от уровня интенсификации технологий. Ранние заморозки 2022 года привели к преждевременному созреванию семян, масса 1000 семян составила всего 89,5–94,5 г. В результате этого в среднем за два года масса 1000 семян на торфяно-глеевых почвах составило всего 125–129 г, тогда как на менее влагоёмких дерново-подзолистых почвах за эти годы она составила 120–128 г.

Таблица 3. Вариация элементов структуры урожая раннеспелого сорта сои *Приять* при выращивании на различных типах почвы

Технология	Среднее значение *			Относительное отклонение к ИТ, %			Коэффициент вариации (V), % **	
	ДПсугл	ДПсуп	ТБ	ДПсугл	ДПсуп	ТБ	ДПсугл	ДПсуп
Количество бобов на 1 м <sup>2</sup>								
ИТ	945	773	910	–	–	–	12,5	6,4
НТ	1007	751	1019	6,2	-2,8	10,7	17,0	16,8
ЭТ	750	503	760	-26,0	-53,5	-19,7	35,1	10,1
Количество семян в 1 бобе, шт.								
ИТ	2,4	2,4	2,5	–	–	–	2,9	2,3
НТ	2,2	2,3	2,5	-9,9	-4,4	-1,4	9,7	3,0
ЭТ	2,0	2,0	2,2	-19,5	-21,1	-11,2	11,8	11,1
Масса 1000 семян, г								
ИТ	176	131	129	–	–	–	6,0	7,1
НТ	170	131	125	-3,4	-0,2	-3,4	4,1	11,4
ЭТ	157	125	127	-11,6	-5,4	-1,6	4,2	11,3
Урожайность семян, ц/га								
ИТ	36,5	18,4	22,5	–	–	–	8,8	16,5
НТ	33,5	14,4	27,5	-9,1	-27,5	18,2	19,0	7,4
ЭТ	21,5	8,8	15,2	-70,2	-109,9	-48,2	35,2	43,8

\* – в среднем за 3 года для ДПсугл и ДПсуп, в среднем за 2 года для ТБ;

\*\* – коэффициент вариации для ТБ почв не рассчитывался ввиду двухлетних данных.

Дисперсионный анализ показал, что при выбранной агротехнике наибольшее влияние на показатели густоты стояния растений к уборке, количества бобов на растении и массу 1000 семян оказывала почва (доля влияния данного фактора 0,40...0,42), на показатель количества семян в бобе – погодные условия вегетации (доля влияния фактора 0,45). На комплексные показатели количества бобов и семян на 1 м<sup>2</sup> погода и агротехника имели практически равное влияние (0,34...0,39). В итоге варьирование урожаев семян на 46 % зависело от погодных условий, на 33 % – от почвенных, и всего на 21 % – от агротехники возделывания.

#### **Заключение**

Таким образом, на примере раннеспелого детерминантного сорта Припять определены возможная урожайность семян и диапазон варьирования элементов структуры урожая сои при различных условиях выращивания (погодных, почвенных и агротехнических). Полученные данные рекомендуется использовать при разработке моделей сортов сои, адаптированных для выращивания в различных почвенных условиях центральной части Беларуси, а также для дальнейшего совершенствования ресурсосберегающих технологий возделывания данной культуры.

#### *ЛИТЕРАТУРА*

1. Оценка сортов сои по продуктивности и эффективности симбиоза с клубеньковыми бактериями / С. В. Абраскова [и др.] // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2015. – Вып. 51. – С. 209–216.
2. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: методическое руководство / под ред. В. И. Кирюшина и А. Л. Иванова. – М.: «Росинформагротех», 2005. – 784 с.
3. Особенности формирования морфо-биологических признаков сои в зависимости от условий выращивания / Т. Г. Ващенко [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2023. – №12. – С. 10–17.
4. Головина, Е. В. Морфофизиологические признаки и адаптивность новых сортов сои в условиях Центрально-Черноземного региона РФ / Е. В. Головина, А. М. Задорин // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – №2 (26). – С. 27–35.
5. Тарануха, В. Г. Влияние способов посева на урожайность зерна сортов сои в условиях северо-восточной части Республики Беларусь / В. Г. Тарануха, О. А. Клепча // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – №2. – С. 149–153.
6. Катюк, А. И. Корреляционная взаимосвязь признаков семенной продуктивности у коллекционных сортов сои в условиях лесостепи Среднего Поволжья / А. И. Катюк, К. А. Булатова // Известия Самарского научного центра РАН. – 2018. – №2–3. – С. 609–613.
7. Vogel, Jonathan T. Soybean Yield Formation Physiology – A Foundation for Precision Breeding // *Frontiers in Plant Science*. - November 2021. DOI 10.3389/fpls.2021.719706.