*Раздел 4*

# ПОЧВОВЕДЕНИЕ, АГРОХИМИЯ, ЗАЩИТА И КАРАНТИН РАСТЕНИЙ

УДК 633.31/37:635.65 DOI: 10.31360/2225-3068-2024-89-178-188
EDN TXNYWT

## ВЛИЯНИЕ СРОКА И СХЕМЫ ПОСЕВА, УСЛОВИЙ ПИТАНИЯ НА СТРУКТУРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСТЕНИЙ СОИ

**Насирова Т.А., Гаджиева С.К., Тамразов Т.Г.**

*Научно-исследовательский Институт Земледелия при Министерстве сельского хозяйства Республики Азербайджан, г. Баку, Азербайджан, e-mail: ttamraz.tamrazov@gmail.com*

В статье представлены результаты исследований по эффективности возделывания сои на орошаемых серо-бурых почвах Абшеронского экономического района, проведённых в 2018–2020 гг. Изучали нескольких факторов: сроки посева (А фактор) – ранние, средние, поздние; схемы посева (Б фактор) – 3 варианта плотности посева (60 × 5/10/15 см); условия питания (С фактор) – без удобрений, $N_{90}P_{60}K_{40}$, $N_{60}P_{40}$+15 тонн навоза. Оценивали влияние факторов на структурные показатели сои сорта ‘Бийсон’. Полевые опыты были поставлены по методике Доспехова в 4-х повторениях, с посевом сои после зернового предшественника. Основной целью исследования является разработка эффективной технологии выращивания сои в регионе, обеспечивающей получение высокого и качественного урожая зелёной массы и зерна. Наименее благоприятными (при прочих равных условиях) оказались: возделывание без применения удобрений; ранний срок посева семян (2 декада апреля); высокая плотность посева (60 × 5 см) и меньшая площадь питания растений. Наиболее высокие структурные показатели были достигнуты при внесении $N_{60}P_{40}$ + 15 тонн навоза и посеве семян в третьей декаде апреля с низкой плотностью 60 × 15 см (в 1,4–2,2 раза выше, чем без удобрений; в 1,4–1,9 раз выше, чем при раннем посеве во 2-ой декаде апреля; в 1,2–1,5 раза выше в сравнении с высокой плотностью 60 × 5 см). Среднее количество бобов на одном растении составляло 89 шт., количество зерен в одном бобе и одном растении – 2,9 и 258 шт., масса 1000 зёрен – 142 г.

***Ключевые слова:*** соя, удобрение, навоз, схема посева, масса 1 000 зёрен.

**Введение.** В обеспечении продовольственной безопасности населения республики необходимо создание мощной кормовой базы животноводческих и птицеводческих хозяйств. Соя имеет достаточно большое

значение, так как в отличие от других злаков и бобовых, в её зелёной массе и зерне аккумулировано значительное количество белка высокого качества. М.А. Юсифов и другие отмечали, что в зерне сои содержится 27–48 % белка, 18–24 % жира, 15–25 % крахмала и достаточное количество витаминов (A, B, D, E) [12, 15].

Продовольственная и сельскохозяйственная Организация Объединенных Наций и исследователи отмечают, что соя (*Glycine max* L.) является важным источником белка для человека и домашнего скота, а мировой спрос на богатую белком соевую пищу неуклонно возрастает [14, 16]. По посевным площадям сельскохозяйственных растений в мире соя занимает первое место (67 млн гектаров). Она выращивается приблизительно в 50 странах на разных континентах: в Индии, Японии, Вьетнаме, Индонезии, Северной Африке, Австралии, Северной и Южной Америке, Украине, России, Молдове, на Северном Кавказе, в Грузии и Азербайджане. Витамины и минералы сои также играют большую роль в защите организма от радиации. Эти вещества, конечно, есть и в других растениях, но ни одно не содержит их одновременно в таких количествах, как соя [9, 10].

Соя способна поглощать до 70 % необходимого ей азота из атмосферы. В условиях оптимального корневого водно-минерального режима питания способность растения сои поглощать солнечный свет увеличивается, процесс фотосинтеза активизируется. В результате этого повышаются структурные показатели, производительность и качество продукции [1, 2, 3]. С.И. Гусейнов провёл исследования в разных вариантах с использованием сои сорта ‘Бийсон’ и отметил, что количество белка в сое на фоне удобрения ($N_{90}P_{60}$) увеличилось на 2,4 % (относительно варианта без удобрений) и достигало 38,6 % [4].

Исследователи считают, что нормы высева слабо отражаются на урожайности и качестве семян сои, а посевы с низкой нормой высева дают качественные семена, которые не уступают по своим урожайным свойствам семенному материалу с наиболее урожайных участков при оптимальной норме высева. Повышение плотности посева, несмотря на увеличение урожайности сои, приводит к снижению коэффициента её размножения, кроме того, при ускоренном размножении семян новых сортов возможно уменьшение рекомендованной нормы высева в 2–3 раза [8, 13]. Также на продуктивность растений сои могут влиять сроки посева семян. Для формирования высоких структурных показателей у растения сои большое практическое значение имеет правильный выбор срока и плотности посева, применение удобрений [7].

***Целью проводимых исследований было*** изучение влияния условий выращивания (сроков посева, схемы/плотности посева, условий питания) на структурные показатели растений сои для разработки эффективной технологии, обеспечивающей получение высокого и качественного урожая зелёной массы и зерна сои на орошаемых серо-бурых почвах Абшеронского экономического района.

**Объекты и методы исследований.** Исследования по выращиванию сои сорта 'Бийсон' для получения урожая зерна проводились в 2018–2020 гг. в Абшеронском подсобном опытном хозяйстве Научно-Исследовательского института Земледелия, в полевом опыте на орошаемых серо-бурых почвах с посевом сои после зернового предшественника, по методике В.А. Доспехова [5](повторность 4-кратная, площадь делянок 48 м$^2$ – каждая), по схеме:

**А фактор: Сроки посева**

Посев во 2-ой декаде апреля

Посев в 3-ей декаде апреля

Посев в 1-ой декаде мая

**Б фактор: Схема посева**

Плотность 60 × 5 см (число растений 333 тыс. на гектар)

Плотность 60 × 10 см (число растений 167 тыс. на гектар)

Плотность 60 × 15 см (число растений 111 тыс. на гектар)

**С фактор: Условия питания**

Без применения удобрений

С внесением $N_{60}P_{40}$ + 15 тонн навоза

С внесением $N_{90}P_{60}K_{40}$

Из минеральных удобрений были использованы: 34,7%-ный нитрат аммония, простой 18,7%-ный суперфосфат, 46%-ный сульфат калия, полуперепревший навоз (содержание азота – 0,5 %, фосфора – 0,25 %, калия – 0,6 %). 100 % навоза, фосфора, калия и 20 % азота вносили осенью в пахотный слой; 50 % азотных удобрений – на этапе 3-го листа, 30 % – на этапе ветвления.

Для выявления роли факторов (отдельно и во взаимодействии) провели математическую обработку данных с помощью трёхфакторного дисперсионного анализа в компьютерной программе SPSS 26.

***Почвенно-климатические условия.*** Почвенный покров Абшеронского полуострова не однороден, почвы в основном слабо обеспечены питательными элементами. Серо-бурые почвы по гранулометрическому составу легко- и среднеглинистые, супесчаные, со слабой комковатой структурой [6].

Абшеронский полуостров входит в зону сухих субтропиков с жарким летом, солнечной осенью и мягкой зимой. На полуострове часто дуют северные и южные ветры. Поскольку скорость ветра иногда достигает 35–40 м/с и более, климатические условия нестабильны. В связи с чем климат на Абшероне летом очень жаркий и солнечный, а зимой мягкий. В самые холодные месяцы года (январь-февраль) среднемесячная температура составляет 0,9–6 °С, а в самые тёплые месяцы (июль-август) наивысшая температура достигает 38–39 °С, а среднемесячная температура в этот период составляет 25,9 °С, а минимальная температура в среднем составляет 18–20 °С. Зима сравнительно тёплая и короткая. Среднегодовое количество осадков составляет 220 мм, максимальное 253,1 мм, минимальное 200,5 мм, а относительная влажность воздуха в течение года изменяется преимущественно в пределах 60–80 % [11]. В годы исследований температура воздуха и количество осадков в целом соответствовали средним многолетним показателям региона.

**Результаты и их обсуждение.** Для получения высокого урожая зерна сои следует определить оптимальные агротехнические мероприятия по увеличению структурных показателей растений (среднее количество бобов на одно растение, количества зёрен в одном бобе и одном растении, масса 1 000 зерен). Исследования показали, что в зависимости от изменения факторов возделывания (срока и схемы посева, применения удобрений) структурные показатели растения сои сорта ‘Бийсон’ заметно отличались (рис. 1–4).

Так, растения сои, выращенные без применения удобрений, имели самые низкие структурные показатели при любом сроке и плотности посева. Отсутствие удобрений выступало как основной лимитирующий фактор. Без удобрений различия в зависимости от сроков и плотности посева были гораздо менее выражены, чем различия, связанные с применением удобрений. Лучшими показателями вне зависимости от плотности и сроков посева характеризовались растения, выращенные на фоне органоминеральных удобрений ($N_{60}P_{40}$ + 15 тонн навоза). Здесь количество бобов в одном растении было больше в 1,2–1,8 раза, количество зёрен в одном бобе и одном растении – в 1,2–1,5 и 1,5–2,6 раза, а масса 1000 зёрен – в 1,1–1,5 раза, чем на вариантах без удобрений. Варианты с внесением минеральных удобрений $N_{90}P_{60}K_{40}$ немного уступали, но как правило без достоверных различий (рис. 1–4).

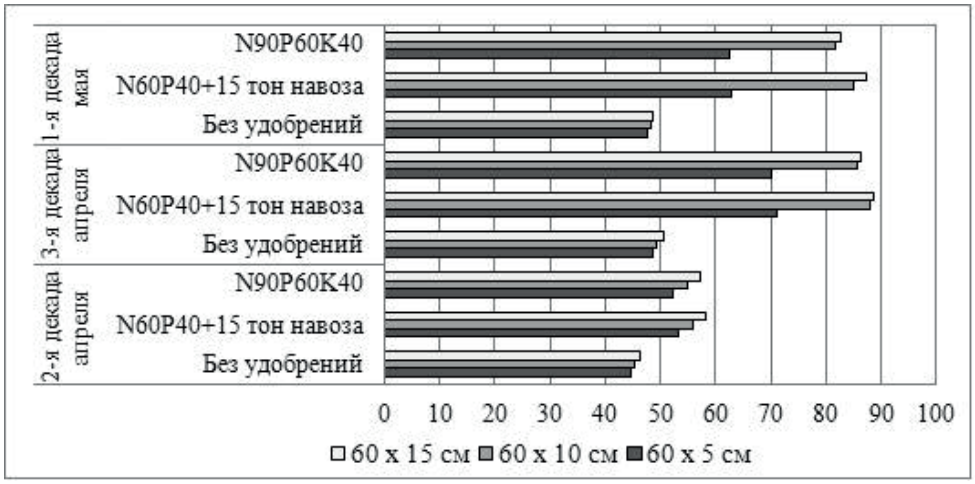


**Рис. 1.** Влияние сроков и схемы посева, условий питания на количество бобов в одном растении сои (*шт.,* в среднем за 2018–2020 гг.)

**Fig. 1.** The influence of sowing terms and scheme, as well as nutrition conditions on the number of beans in one soybean plant (*pcs*, on average for 2018–2020)

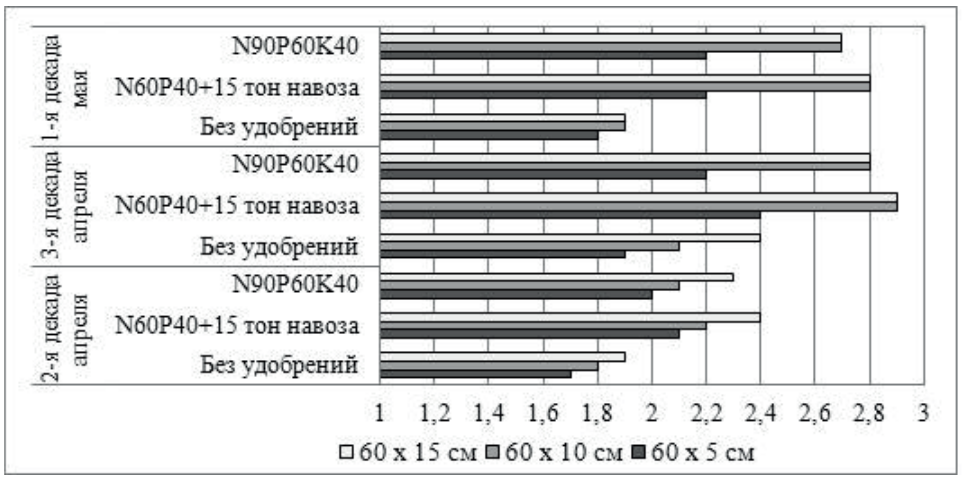


**Рис. 2.** Влияние сроков и схемы посева, условий питания на количество зёрен в одном бобе сои (*шт.*, в среднем за 2018–2020 гг.)

**Fig. 2.** The influence of sowing terms and scheme, as well as nutrition conditions on the number of kernels in one soybean plant (*pcs*, on average for 2018–2020)

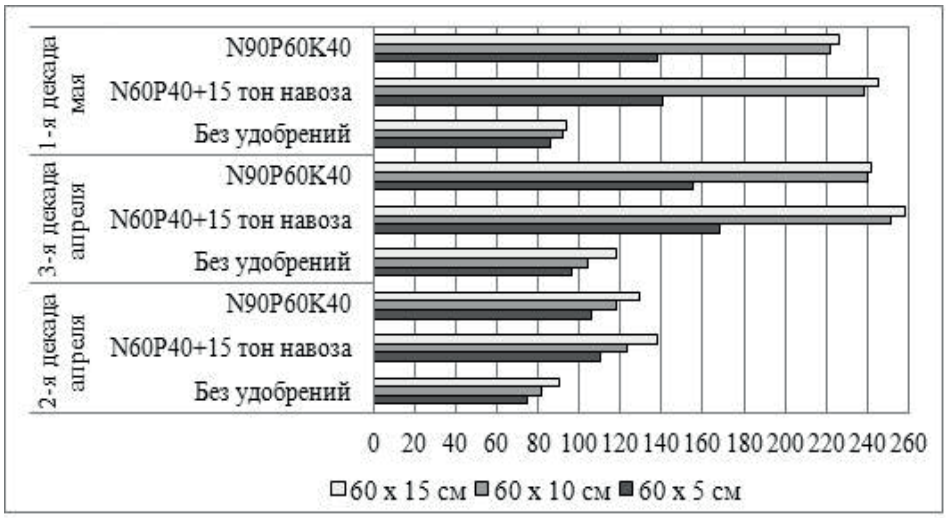


**Рис. 3.** Влияние сроков и схемы посева, условий питания на количество зёрен в одном растении сои (*шт.*, в среднем за 2018–2020 гг.)

**Fig. 3.** The influence of sowing terms and scheme, as well as nutrition conditions on the number of kernels in one soybean plant (*pcs*, on average for 2018–2020)

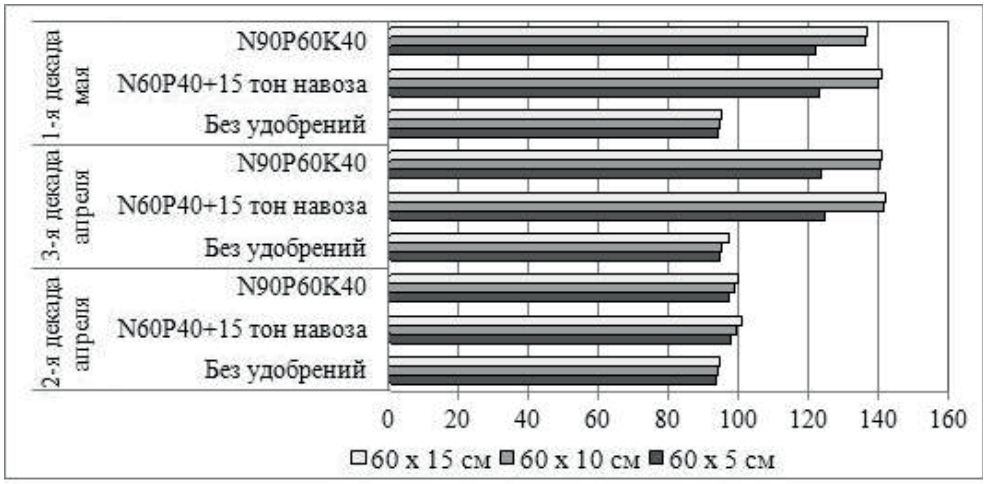


**Рис. 4.** Влияние сроков и схемы посева, условий питания на массу 1 000 зерен сои (*грамм*, в среднем за 2018–2020 гг.)

**Fig. 4.** The influence of sowing terms and scheme, as well as nutrition conditions on thousand kernel weights (*grams*, average for 2018–2020)

Оценивая различные сроки посева семян, можно отметить, что в целом наименее благоприятным по всем структурным показателям растений сои оказался более ранний срок посева семян (2-ая декада апреля). При этом разница между вариантами с разным уровнем питания и плотностью посадки оказалась по всем показателям менее выражена, чем при более поздних сроках посева. Это говорит о том, что неблагоприятный срок посева (по погодным условиям) является в данном случае ведущим фактором, не позволившим растениям реализовать свой потенциал даже при применении удобрений. В сравнении с более поздними сроками посева (3-я декада апреля и 1-я декада мая) показатели уступали (при применении удобрений и в зависимости от плотности посева): по количеству бобов в одном растении – в 1,2–1,6 раза; по количеству зёрен в одном бобе и одном растении – в 1,1–1,3 и 1,3–2,0 раза; по массе 1 000 зёрен – в 1,3–1,4 раза (рис. 1–4). Средний (3-я декада апреля) и более поздний (1-я декада мая) сроки посева не имели между собой принципиальных различий по структурным показателям растений сои, но некоторое преимущество все-же показал средний срок посева семян (3-я декада апреля).

Схема посадки (плотность посева семян) также оказывала заметное влияние на полученные структурные показатели растений сои, особенно при применении удобрений и при посеве в благоприятные сроки. При прочих равных условиях (срок посева, удобрение) самые низкие показатели получены при наиболее высокой плотности посева (60 × 5 см), а, следовательно, меньшей площади питания растений (рис. 1–4). Они уступали вариантам с менее плотными посевами (60 × 10 см и 60 × 15 см): по количеству бобов в одном растении – в 1,2–1,4 раза; по количество зёрен в одном бобе и одном растении – в 1,2–1,3 и 1,5–1,7 раза; по массе 1000 зёрен – в 1,1–1,15 раза. При этом плотности посева 60 × 10 см и 60 × 15 см не давали, как правило, значительных различий между собой по показателям, с небольшим преимуществом наиболее низкой плотности посадки (а значит большей площади питания растений).

Лучшие структурные показатели растений сои, в среднем за 3-летний период исследований, получены при сочетании следующих факторов: внесение $N_{60}P_{40}$ + 15 тонн навоза (в 1,4–2,2 раз выше по разным показателям, чем без удобрений в оптимальный срок посева); посев семян в третьей декаде апреля (в 1,4–1,9 раз выше, чем при раннем посеве во 2-ой декаде апреля при том же питании); низкая плотность посева семян 60 × 15 см (в 1,2–1,5 раза выше в сравнении с высокой плотностью 60 × 5 см, при оптимальном сроке посева семян и применении $N_{60}P_{40}$ + 15 тонн навоза).

Результаты дисперсионного анализа показали (табл. 1, на примере одного из показателей), что все исследуемые факторы (время посева, нормы удобрений, схема посева) оказывали статистически значимое влияние на структурные показатели растений сои: количество бобов в растении, количество зёрен на один боб и одно растение, массу 1 000 зерен. Взаимодействия между временем посева и нормами удобрений, а также между нормами удобрений и схемой также являются статистически значимыми.

**Таблица 1. Результаты трёхфакторного анализа вариации влияния сроков посева, схемы и условий подкормки на массу 1 000 зерен сои (в среднем за 2018–2020 гг.)**

Table 1. Results of a three-way ANOVA of the influence of sowing terms and scheme, as well as nutrition conditions on thousand kernel weights (on average for 2018–2020)

| Оценка эффектов межгрупповых факторов | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Зависимая переменная: масса 1000 зёрен, *г* | | | | | | |
| Источник | SS | DF | MS | F | Pr (>F) | PES |
| Скорректированная модель | 31 172,094[a] | 26 | 1 198,927 | 65,515 | 0,000 | 0,969 |
| Степень свободы | 1 044 302,319 | 1 | 1 044 302,319 | 57 065,316 | 0,000 | 0,999 |
| Время посева | 10 316,827 | 2 | 5 158,413 | 281,879 | 0,000 | 0,913 |
| Нормы удобрений | 13 900,259 | 2 | 6 950,129 | 379,786 | 0,000 | 0,934 |
| Схема посева | 1 232,960 | 2 | 616,480 | 33,687 | 0,000 | 0,555 |
| Время посева * нормы удобрений | 4 705,758 | 4 | 1 176,439 | 64,286 | 0,000 | 0,826 |
| Время посева * схема посева | 373,418 | 4 | 93,355 | 5,101 | 0,001 | 0,274 |
| Нормы удобрений * схема посева | 460,506 | 4 | 115,127 | 6,291 | 0,000 | 0,318 |
| Время посева * Нормы удобрений * схема посева | 182,366 | 8 | 22,796 | 1,246 | 0,291 | 0,156 |
| Ошибка | 988,207 | 54 | 18,300 | | | |
| Итог | 1 076 462,620 | 81 | | | | |
| Скорректированный итог | 32 160,301 | 80 | | | | |
| a: $R^2$ = 0,969 (скорректированный $R^2$ = 0,954) | | | | | | |

**Выводы.** В результате проведённых исследований установлено, что для формирования высоких структурных показателей у растения сои сорта ‘Бийсон’ большое практическое значение имеет правильный выбор срока и плотности посева семян, применение удобрений. В условиях Абшерона наименее благоприятными оказались: возделывание без применения удобрений (вне зависимости от срока и плотности посева семян); ранний срок посева семян (2-ая декада апреля) при любых сочетаниях других факторов; высокая плотность посева (60 × 5 см) при прочих равных условиях. При этих условиях (относительно других сочетаний факторов) показатели уступали: по количеству бобов в одном растении – до 1,4–1,8 раз, по количеству зёрен в одном бобе и одном растении – до 1,3–1,5 и 1,7–2,6 раз, по массе 1 000 зёрен – до 1,3–1,5 раз. Лучшие показатели получены на фоне органо-минеральных удобрений ($N_{60}P_{40}$ + 15 тонн навоза) и при среднем сроке посева семян (3-я декада апреля), когда в зависимости от плотности посева семян среднее количество бобов в одном растении составляло 72–89 штук, количество зёрен в одном бобе и одном растении – 2,4–2,9 и 168–258 штук, масса 1 000 зёрен – 125–142 грамм (с максимумом при низкой плотности посева – 60 × 15 см). Варианты с применением минеральных удобрений ($N_{90}P_{60}K_{40}$) средней плотностью (60 × 10 см) и поздним сроком посева семян (1-я декада мая) уступали, но как правило незначительно.

**Список литературы/References**

1. Алиев Дж.А., Акперов З.И., Набиев М.Г. Выращивание сои в условиях полива в Азербайджанской ССР, Баку. 1982; 14. [Aliev J.A., Akperov Z.I., Nabiev M.G. Cultivation soybeans under irrigated conditions in the Azerbaijan SSR, Baku. 1982; 14. (In Azerbaijan)].
2. Балакай Г.Т., Селицкий С.А. Урожайность сортов сои при поливе дождеванием и системами капельного орошения в условиях Ростовской области, Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2019; 3(35) : 80-97. [Balakay G.T., Selitsky S.A. Productivity of soybean varieties when irrigated by sprinkling and drip irrigation systems in the conditions of the Rostov region. 2019; 3(35) : 80-97. (In Rus.)].
3. Бородычев В.В., Лытов М.Н. Особенности применения минеральных удобрений при возделывании сои при орошении в условиях Нижнего Поволжья, Плодородие. 2015; 1(82) : 33-35. [Borodychev V.V., Lytov M.N. Features of the use of mineral fertilizers when cultivating soybeans under irrigation in the conditions of the Lower Volga region, Plodorodie. 2015; 1(82) : 33-35. (In Rus.)].
4. Гусейнов С.И. Биохимическая характеристика зерна сои и связи с сортовыми особенностями и условиями возделывания. Канд. дис. Баку; 1989; 182. [Guseinov S.I. Biochemical characteristics of soybean kernel and connections with varietal characteristics and cultivation conditions. Dis. on PhD. Baku. 1989; 141. (In Rus.)].
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат. 1985; 351. [Dospehov B.A. Methodology of field experience. M.: Agropromizdat. 1985; 351. (In Rus.)].
6. Мамедов Р.Г. Агрофизические свойства почв Азербайджанской ССР. Баку: Элм. 1989; 243. [Mamedov R.G. Agrophysical properties of soils of the Azerbaijan SSR. Baku:

Elm. 1989; 243. (In Rus.)].
7. Насирова Т.А., Гаджиева С.К. Влияние условий выращивания на ветвление сои. Вестник науки и образования, Научно-методический журнал. 2023; 1.5(136) : 27-30. [Nasirova T.A., Gadjiyeva S.K. Influence of cultivation factors on soybean branching. Bulletin of science and education, Scientific and methodological journal. 2023; 1.5(136) : 27-30. (In Rus.)].
8. Оразаева И.В., Муравьев А.А. Показатели продуктивности сортов сои в зависимости от инокуляции семян и азотного удобрения. Достижения науки и техники АПК. 2018; 32(4) : 34-37. [Orazaeva I.V., Muravev A.A. Indicators of productivity of soybean varieties depending on seed inoculation and nitrogen fertilization. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2018; 32(4) : 34-37. (In Rus.)].
9. Ольховатов Е.А. Получение нетоксичного клеевого состава из белков семян клещевины; Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2011; 1(319) : 115-116. [Olkhovatov E.A. Obtaining a non-toxic adhesive composition from castor bean seed proteins; News of higher educational institutions. Food technology. 2011; 1(319) : 115-116. (In Rus.).
10. Петенко А.И., Лысенко Ю.А., Петенко И.А. Перспективы использования пробиотиков на основе молочнокислых и пропионовокислых микроорганизмов в перепеловодстве. Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2013; 43 : 66-71. [Petenko A.I., Lysenko Yu.A., Petenko I.A. Prospects for the use of probiotics based on lactic acid and propionic acid microorganisms in quail farming. Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2013; 43 : 66-71. (In Rus.)].
11. Шихлинский Э.М. Климат Азербайджана. Баку. 1969; 369. [Shikhlinsky E.M. Climate of Azerbaijan. Baku. 1969; 369. (In Rus.)].
12. Юсифов М.А. Растениеводство. Баку. 2011; 141. [Yusifov M.A. Plant growing. Baku. 2011; 141. (In Azerbaijan)].
13. Carciochi W.D., Schwalbert R., Andrade F.H., et al. Soybean seed yield response to plant density by yield environment in North America. Agronomy Journal. 2019; 111(4) : 1923-1932. DOI: 10.2134/agronj2018.10.0635.
14. Food and Agriculture (FAOSTAT). 2021.URL: http://www.fao.org/faostat. [Google Scholar].
15. Hashiguchi T., Hashiguchi M., Tanaka H., et al. Comparative analysis of seed proteome of Glycine max and Glycine soya, Crop Science. 2020; 60(3) : 1530-1540. DOI: 10.1002/csc2.20131.
16. Pagano M.C. and Miransar M. The importance of soyaben production worldwide. In: Abiotic and Biotic Stresses in Soybean ProductionAmsterdam, Netherlands. 2016; 1-26. DOI: 10.1016/B978-0-12-801536-0.00001-3.

## THE INFLUENCE OF SOWING TERMS AND SCHEME, AS WELL AS NUTRITION CONDITIONS ON THE STRUCTURAL PARAMETERS OF SOYBEAN PLANTS

**Nasirova T.A., Gadzhiyeva S.K., Tamrazov T.G.**

*Research Institute of Crop Husbandry*
*under the Ministry of Agriculture of the Republic of Azerbaijan,*
*Baku, Azerbaijan, e-mail: ttamraz.tamrazov@gmail.com*

The paper presents the results of studies on the effectiveness of soybean cultivation on irrigated gray-brown soils of the Absheron economic region conducted in 2018–2020. Several factors were studied: sowing dates (A factor)

– early, medium, late; sowing schemes (B factor) – 3 variants of sowing density (60 × 5/10/15 cm); nutrition conditions (C factor) – without fertilizers, $N_{90}P_{60}K_{40}$, $N_{60}P_{40}$ + 15 tons of manure. The factors influencing structural parameters of the soybean cultivar 'Biyson' were evaluated. Field experiments were conducted according to the Dospekhov methodology in 4 repetitions, with soybean sowing after the kernel predecessor. The main purpose of the study is to develop an effective technology for growing soybeans in the region, ensuring a high and fine harvest of green mass and kernel. The least favorable (all other things being equal) were: cultivation without fertilizers; early sowing of seeds (mid-April); high sowing density (60 × 5 cm) and a smaller area of plant nutrition. The highest structural indicators were achieved when applying $N_{60}P_{40}$ + 15 tons of manure and sowing seeds in late April with a low density of 60 × 15 cm (1.4–2.2 times higher than without fertilizers; 1.4–1.9 times higher than with early sowing in mid-April; 1.2–1.5 times higher compared to a high density of 60 × 5 cm). The average number of beans per plant was 89 pcs, the number of kernels in one bean and one plant was 2.9 and 258 pcs, thousand kernel weight was 142 g.

***Key words:*** soybean, fertilizer, manure, sowing scheme, thousand kernel weight.