

УДК 631.87  
AGRIS F04

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/76/07>

## ВЛИЯНИЕ БИОУДОБРЕНИЯ И ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЛЮЦЕРНЫ

©Искендеров С. М., канд. физ.-мат. наук, Институт почвоведения и агрохимии НАН  
Азербайджана, г. Баку, Азербайджан, [subaxattexno@mail.ru](mailto:subaxattexno@mail.ru)

## BIOFERTILIZER EFFECT AND PLANT DENSITY ON ALFALFA YIELD

©Isgenderov S., Ph.D., Institute of Soil Science and Agrochemistry of Azerbaijan NAS,  
Baku, Azerbaijan, [subaxattexno@mail.ru](mailto:subaxattexno@mail.ru)

*Аннотация.* В данной работе в условиях закрытого грунта были проведены эксперименты по зависимости урожайности (веса зеленой массы) люцерны от густоты стояния растений и количества внесенного биоудобрения, подготовленных по специальной технологии на базе отходов органического происхождения. Эксперименты проводились в условиях закрытого грунта в пяти вариантах, где густота стояния растений имела следующие значения: I вариант  $S_1$  (среднее расстояние между двумя соседними растениями в одном ряду) 10 см;  $S_2$  (среднее расстояние между рядами) 10 см; II вариант  $S_1 = 8,3$  см;  $S_2 = 8,3$  см; III вариант  $S_1 = 6,25$  см;  $S_2 = 6,25$  см; IV вариант  $S_1 = 5$  см;  $S_2 = 5$  см; V вариант  $S_1 = 4$  см;  $S_2 = 4$  см. Расположение растений и характерное расстояние в контрольном варианте были взяты идентично как в основном варианте. Для растений люцерны в контрольном варианте было определено значение скалярной густоты стояния, которое соответствует максимуму веса собранной зеленой массы. Оставляя густоты стояния такими же как в соответствующих контрольных вариантах в результате применения биоудобрения с расчетом 1 кг на один 1 м<sup>2</sup> площади, одновременно и увеличились вес зеленой массы и максимум густоты стояния смещаясь в сторону увеличения плотности размещения. Это связано с тем что, увеличение удельного веса питательных элементов уменьшило степень конкуренции между соседями. Увеличение урожайности, то есть увеличение веса зеленой массы при применении биоудобрения составило примерно 36%.

*Abstract.* In this work, under closed ground conditions, experiments were carried out on the dependence of the yield (weight of green mass) of alfalfa on plant density and on the amount of applied biofertilizer prepared according to a special technology based on waste of organic origin. The experiments were carried out under closed ground conditions in five variants, where the plant density had the following values: I variant  $S_1$  (average distance between two adjacent plants in one row) 10 cm;  $S_2$  (average distance between rows) 10 cm; II option  $S_1 = 8.3$  cm;  $S_2 = 8.3$  cm; III option  $S_1 = 6.25$  cm;  $S_2 = 6.25$  cm; IV option  $S_1 = 5$  cm;  $S_2 = 5$  cm; V option  $S_1 = 4$  cm;  $S_2 = 4$  cm. The location of plants and the characteristic distance in the control variant was taken identically as in the main variant. For alfalfa plants in the control variant, the value of the scalar standing density was determined, which corresponds to the maximum weight of the harvested green mass. Leaving the standing density, the same as the corresponding control options, as a result of the use of biofertilizer with the calculation of 1 kg per 1 m<sup>2</sup> of area, the weight of green mass

increased at the same time and the maximum standing density shifted to the right to the side of increasing placement density. This is due to the fact that an increase in the proportion of nutrients has reduced the degree of competition between neighbors. The increase in yield, that is, the increase in the weight of green mass with the use of biofertilizers, was approximately 36%.

*Ключевые слова:* урожайность, отходы органического происхождения, биоудобрения, густота стояния растений, специальная технология.

*Keywords:* productivity, organic waste, biofertilizers, plant density, special technology.

### *Введение*

Зависимость урожайности (в некоторых случаях веса зеленой массы) от густоты стояния растения широко обсуждалась в работах [1–3].

Попытки установить прямую связь между ростом культуры и ее урожайностью, с одной стороны, и различными аспектами климата, погоды и окружающей среды, с другой предпринимались неоднократно. При этом преследовались следующие цели: объяснить колебания урожайности, выявить факторы, оказывающие на эти колебания наиболее заметное влияние, и, наконец, вооружившись упомянутой информацией, выбрать форму хозяйствования, которая позволила бы так управлять этими факторами, чтобы можно было либо поднять урожайность, либо уменьшить суммарные затраты.

Все эти факторы (управляемые и неуправляемые) играют большую роль в формировании урожайности. Одним из важнейших управляемых параметров прямо связанным с урожайностью является среднестатистическая густота стояния растений (число растений на 1 м<sup>2</sup> площади).

### *Материал и методы исследования*

*Объект и методы.* Эксперименты проводились в условиях закрытого грунта. Условия закрытого грунта позволяет четко регулировать воздействия таких внешних факторов как температура, уровень солнечной радиации, ветра и т. д.

Для проведения эксперимента была выбрана люцерна. Люцерна представляет собой род однолетних и многолетних трав или полукустарников семейства Бобовые (*Fabaceae*). Корневая система этого растения мощная. Важность данного растения заключается в том, что оно используется в сельском хозяйстве в качестве корма для скота. Другая важная характеристика данного растения заключается в том, что его зеленая масса приравнивается к урожайности.

Эксперименты проводились в пяти вариантах в следующих значениях густоты стояния растений: I вариант S<sub>1</sub> (среднее расстояние между двумя соседним растениями в одном ряду) 10 см; S<sub>2</sub> (среднее расстояние между рядами) 10 см; II вариант S<sub>1</sub> = 8,3 см; S<sub>2</sub> = 8,3 см; III вариант S<sub>1</sub> = 6,25 см; S<sub>2</sub> = 6,25 см; IV вариант S<sub>1</sub> = 5 см; S<sub>2</sub> = 5 см; V вариант S<sub>1</sub> = 4 см; S<sub>2</sub> = 4 см.

Одновременное изменение S<sub>1</sub> и S<sub>2</sub> в сторону увеличения связано с увеличением характерной площади A, принадлежащей одному растению и показывающей границы его конкуренции с соседними четырьмя растениями [4, 5]. Каждому варианту соответствовал свой контрольный подвариант. Расположение растений и характерное расстояние между ними в контрольном варианте была взято идентично как в основном варианте. Чтобы достичь идентичные условия для всех экспериментальных площадок, почва экспериментальной площадки до глубины 30 см была перенесена наружу на некоторое расстояние от тепличного

сооружения. Для подстилки общей экспериментальной площадки была подготовлена специальная почва, очень близкая по своим показателям к почве характерной для данной местности. Гомогенно подготовленная почва для фона имела состав питательных элементов: гумус — 1,0–1,5%; азотные соединения — 20 мг/кг; фосфор — 8 мг/кг. Внесение специально подготовленного биоудобрения до посадки семян для всех пяти вариантов было одинаково и с расчетом 10 тонн на 1 га (для одного варианта 4 кг; на 1 м<sup>2</sup> площади — 1 кг).

При этом контрольные варианты остались такими же. Режим полива и уход в рамках установленных агротехнических мероприятий для всех вариантов были идентичными. Процесс роста растений люцерны (*Medicago*) во всех вариантах продолжался 90 дней. В процессе роста неоднократно измерялась высота растения и усреднялся данный показатель. В конце эксперимента в контрольном варианте высота растений максимально достигала 58–60 см. Максимальная высота с применением биоудобрения достигала 65–67 см. *Систематизация и обработка экспериментальных данных.* В опытных и контрольных вариантах (5 вариантов с внесением биоудобрения, 5 вариантов контрольных) плотность посадки взята следующим образом (Таблица 1).

Таблица 1  
 РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОГО ЗНАЧЕНИЯ ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ

Варианты	$S_1 (m)$	$S_2 (m)$	$S_1 \cdot S_2$	$\rho = \frac{1}{S_1 S_2}$
I	0,1	0,1	0,01	100
II	0,083	0,083	0,0069	144
III	0,0625	0,0625	0,0039	256
IV	0,05	0,05	0,0025	400
V	0,04	0,04	0,0016	625

В каждом варианте (вариант + контроль) расстояние между рядами было взято одинаково, то есть изменение коснулось одинаковым образом и  $S_1$  и  $S_2$ . Поскольку точное разделение в данном варианте не получилось, оставлена в очень маленьком размере свободная площадь.

Для каждого варианта (вариант + контроль) после сбора определен вес зеленой массы. Усредненный вес собранной зеленой массы в относительных единицах представлен в Таблице 2.

Таблица 2  
 ВЕС ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ (УРОЖАЙНОСТЬ)

Варианты	$P (1/m^2)$	$M_1$ (эксперимент контроль)	$M_2$ (эксперимент с биоудобрением)
I	100	26	55
II	144	45	75
III	256	81	106
IV	400	64	127
V	625	48	74

Примечание:  $M_1, M_2$  — вес зеленой массы (урожайность)

Надо отметить что переход к относительным, т. е. к безразмерным единицам в первом приближении для ординатой оси OY увеличивает информативность и обобщенность

полученных результатов. Как видно из данных, представленных в Таблице 2 вес зеленой массы при внесении биоудобрения сдвинулся приблизительно от значения  $p=256$  ( $S_1 = S_2 = 6,25$  см) к  $p = 400$  ( $S_1 = S_2 = 5$  см).

Данная ситуация связана с тем, что с относительным увеличением питательных элементов уменьшилась конкуренция между ближайшими соседями. Одновременно как видно из Таблицы 2 увеличение урожайности, т. е. зеленой массы составила (отношения между максимальными значениями) —  $(127-81)/27=36\%$ .

### *Результаты и обсуждение*

Обеспечение роста и поддержания урожайности окультуренных растений с применением экологически чистых биоудобрений является сегодня важной проблемой, решение которой позволит обеспечить продовольственную безопасность. Надо отметить и тот факт, что при внесении минерального удобрения со стороны почвы осваивается около 50% азота, 20–25% фосфора и 30% калия. Азот остается в почве, перемешивается с водой или испаряется в качестве аммиачного газа. Фосфор и калий остаются в стабильной форме в почве. Комплексное минеральное удобрение содержит в себе всего 48% питательных элементов, а оставшиеся 52% являются балластом, остаются в растворимой форме в почве и загрязняют ее. Надо иметь в виду, что растения выносят с одного гектара почвенного покрова каждый год по 70–80 кг азота; 25–30 кг фосфора, 60–70 кг калия и это обедняет почву.

В данной работе на примере поставленного эксперимента с люцерной в условиях закрытого грунта прослежены два направления: с применением биоудобрения увеличить урожайность зеленой массы с  $1 \text{ м}^2$  и добиться дополнительного усиления фактора урожайности с помощью нахождения оптимальной густоты стояния между растениями.

Надо учитывать, что нахождение оптимальной густоты для каждого конкретного окультуренного растения на больших пахотных полях при внешних почвенных климатических условиях и при заданных ресурсных возможностях (за исключением параметров  $S_1$  и  $S_2$  которые повлекут за собой изменение количества семян или рассады) может сыграть важную роль при увеличении урожайности и тем самым может усилить экономическую рентабельность производимой сельскохозяйственной продукции.

Полученные данные показали, что нахождение оптимальной густоты стояния окультуренных растений на больших пахотных полях, проведение соответствующих агротехнических мероприятий с учетом данного фактора может дать ощутимый экономический эффект.

### *Выводы*

1. Для люцерны в контрольном варианте было определено значение скалярной густоты стояния, которая соответствует максимуму веса собранной зеленой массы. В контрольном варианте удобрение не применялось, специально подготовленная почва имела состав питательных элементов: гумус 1,0–1,5%; азотное соединение — 20 мг/кг; калий — 6 мг/кг.

2. Оставляя густоты стояния такими же как в соответствующих контрольных вариантах в результате применения биоудобрения с расчетом 1 кг на один  $1 \text{ м}^2$  площади, одновременно и увеличились вес зеленой массы и максимум густоты стояния смещаясь в сторону увеличения плотности размещения. Это связано с тем что, увеличение удельного веса питательных элементов уменьшило степень конкуренции между соседями. Увеличение урожайности, то есть увеличение веса зеленой массы при применении биоудобрения составило примерно 36% (расчет сделан для максимальных точек).

*Список литературы:*

1. Курбанов С. А., Магомедова Д. С., Караева Л. Ю. Влияние густоты стояния растений подсолнечника на засоренность его посевов и урожайность // *Аграрная Россия*. 2018. №10. С. 28-31. <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2018-10-28-31>
2. Семина С. А., Гаврюшина И. В., Палуичик А. С., Денисов К. Е., Молчанова Н. П. Влияние удобрений и густоты стояния растений на урожайность зерна кукурузы в лесостепной зоне Поволжья // *Аграрный научный журнал. Естественные науки*. 2017. №3. 5 с.
3. Стулин А. Ф. Продуктивность гибридов кукурузы в зависимости от густоты стояния и уровня минерального питания // *Кукуруза и сорго*. 2009. №1. С. 4-5.
4. Schamp B. S., Aarssen L. W. Plant species size and density-dependent effects on growth and survival // *Journal of Vegetation Science*. 2014. V. 25. №3. P. 657-667. <https://doi.org/10.1111/jvs.12135>
5. Firbank L. G., Watkinson A. R. On the analysis of competition within two-species mixtures of plants // *Journal of Applied Ecology*. 1985. P. 503-517. <https://doi.org/10.2307/2403181>

*References:*

1. Kurbanov, S. A., Magomedova, D. S., & Karaeva, L. Yu. (2018). Vliyanie gustoty stoyaniya rastenii podsolnechnika na zasorennost' ego posevov i urozhainost'. *Agrarnaya Rossiya*, (3), 28-31. (in Russian). <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2018-10-28-31>
2. Semina, S. A., Gavryushina, I. V., Paluichik, A. S., Denisov, K. E., & Molchanova, N. P. (2017). Vliyanie udobrenii i gustoty stoyaniya rastenii na urozhainost' zerna kukuruzy v lesostepnoi zone Povolzh'ya. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal. Estestvennye nauki*, (3), 5. (in Russian).
3. Stulin, A. F. (2009). Produktivnost' gibridov kukuruzy v zavisimosti ot gustoty stoyaniya i urovnya mineral'nogo pitaniya. *Kukuruza i sorgo*, (1), 4-5. (in Russian).
4. Schamp, B. S., & Aarssen, L. W. (2014). Plant species size and density-dependent effects on growth and survival. *Journal of Vegetation Science*, 25(3), 657-667. <https://doi.org/10.1111/jvs.12135>
5. Firbank, L. G., & Watkinson, A. R. (1985). On the analysis of competition within two-species mixtures of plants. *Journal of Applied Ecology*, 503-517. <https://doi.org/10.2307/2403181>

*Работа поступила  
в редакцию 10.02.2022 г.*

*Принята к публикации  
15.02.2022 г.*

*Ссылка для цитирования:*

Искендеров С. М. Влияние биоудобрения и густоты стояния растений на урожайность люцерны // *Бюллетень науки и практики*. 2022. Т. 8. №3. С. 70-74. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/76/07>

*Cite as (APA):*

Isgenderov, S. (2022). Biofertilizer Effect and Plant Density on Alfalfa Yield. *Bulletin of Science and Practice*, 8(3), 70-74. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/76/07>