

**ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЯ ПОЧВ НА ПОВЫШЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА  
БИОЛОГИЧЕСКОЙ ФИКСАЦИИ АЗОТА**  
**Мустафаев З.Х. Email: Mustafayev661@scientifictext.ru**

*Мустафаев Захид Халил оглы - кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник,  
отделение бонитировки и агроэкологии почв,  
Институт почвоведения и агрохимии Национальной Академии наук Азербайджана,  
г. Баку, Азербайджанская Республика*

**Аннотация:** использование минеральных удобрений считается основным путем обеспечения азотом сельскохозяйственных культур. Однако из-за энергетического кризиса и дороговизны азотных удобрений последние не всегда могут полностью удовлетворить потребность растений в азоте. В связи с этим большое значение имеет биологический азот, о чем неоднократно говорил Д.Н. Прянишников. Применение биологического азота создает благоприятный фон для земледелия и позволяет более экономно расходовать минеральные азотные удобрения. Система удобрения оказывает существенное влияние на нитрогеназную активность бактерий ризосферы.

**Ключевые слова:** азотофиксация, нитрогеназы удобрения, микроорганизмы.

**INFLUENCE OF FERTILIZER OF SOILS ON THE INCREASE OF THE  
POTENTIAL OF BIOLOGICAL FIXATION OF NITROGEN**  
**Mustafayev Z.Kh.**

*Mustafayev Zahid Khalil - Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher,  
DEPARTMENT OF SOIL GRADING AND AGROECOLOGY  
INSTITUTE OF SOIL SCIENCE AND AGROCHEMISTRY OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF AZERBAIJAN  
BAKU, REPUBLIC OF AZERBAIJAN*

**Abstract:** use of the mineral fertilizers is considered a main method of provision of agriculture plants with nitrogen. However the, plant need for nitrogen cant be always wholly satisfied because of energetic crisis and expensiveness of nitrogen fertilizers. In the connection biological nitrogen about D.N.Pryanishnikov due told assumers, a great importance. An application of biological nitrogen creates favorable background for agriculture and allows to spend economically mineral fertilizers. The fertilizer system has a significant effect on the nitrogenase activity of the rhizosphere bacteria.

**Keywords:** nitrogen fixation, nitrogenosis, fertilizer, microorganism.

УДК 631,461(479.24)

**Введение**

Управление процессом азотофиксации имеет особенно большое значение в условиях адаптивного земледелия, так как дает возможность успешно решать основную задачу – получение необходимого количества высококачественной продукции при экономном расходовании природных ресурсов (питательных веществ почвы, энергии, воды и пр.). С этой точки зрения будут рассмотрены некоторые результаты наших исследований. В связи с обнаружением в корневой зоне ряда сельскохозяйственных культур при разных системах удобрения заметных колебаний в численности аэробных и анаэробных диазотрофов было важно определить закономерности функционирования нитрогеназного комплекса [6].

Установлено, что система удобрения оказывает существенное влияние на нитрогеназную активность бактерий ризосферы. Для разных сельскохозяйственных культур была характерна различная амплитуда колебаний величины нитрогеназной активности. Как правило, величина нитрогеназной активности изменялась в связи с различным физиологическим состоянием растений. Она достигала максимума при активном росте сельскохозяйственных культур: в период колошения озимой пшеницы и цветения кукурузы [7].

**Расположение района исследования, краткая географическая характеристика**

Объектом исследования стали: серо-коричневые (каштановые) почвы Гянджа-Казахской наклонной равнины, расположенной от предгорной зоны северо-восточного склона Малого Кавказа до правого побережья р. Кура, граничащей на западе - р. Инджасу и Арменией, на юге - Шахдаг и Муровдагскими хребтами, на востоке протягиваясь до долины Гарачай. включая в себя отличающиеся по своим геологическим и геоморфологическим свойствам административные районы Казахский. Акстафинский. Таузский. Кедабекский. Шамкирский. Дашкесанский. Самурский. Геранбойский и Гейгельский [1].

Северо-восточный склон Малого Кавказа представлен кристаллическими известняками, осадочными породами и мергелями, элювии и делювии которых широко распространены в бассейне рек Гянджачай. Шамкирчай. Гошгарчай-Газах и Таузского районов, а также Агильджачай Кедабекского района. На

территории распространены вулканические и осадочные породы Юрского периода Мезозоя, а также отложения третичного и четвертичного периодов Кайнозоя [2].

Шихлинский Э. М. [3] по климатическому районированию на северо-восточном склоне Малого Кавказа выделил 3 климатического пояса (субальпийский, горно-лесной и сухостепной).

Начиная с высоты 400-500 м на каждые 100 м. происходит понижение суммарной радиации на 0.8 ккал /см", а радиационный баланс понижается на 1 ккал/см".

В зоне сухих степей годовое значение радиационного баланса составляет 45.3-49.7 ккал см в среднегорьях лесной зоны 39.0-40.0 ккал/см" [3].

На предгорных равнинах среднегодовая температура воздуха составляет 12—13 °С. постепенно уменьшаясь с увеличением гипсометрического уровня и в зависимости от экспозиций и уклона склонов, на низко- и среднегорьях изменяется от 11-13 °С.



Рис. 1. Географическое расположение Гянджа-Газахской наклонной равнины Азербайджана

В питании рек участвуют снеговые, дождевые, подземные и воды источников. Годовое питание водами источников составляет 45-46%, снеговое и ледниковое питание 35-36%, дождевое питание 14-18%, которые в течение года распределены крайне неравномерно. Наибольший объем стока 50-75% приходится на весенне-летние (март-июнь), а наименьший (10-15%) - в зимние периоды [4].

Почвенный покров Малого Кавказа, классификация и систематика почв подробно описана в работах Салаева М. М. [5], где автор указывает на повсеместное распространение на Малом Кавказе высокоглинистых элювий материнской породы, в соответствии специфичностью гидротермической системы.

#### Методы исследования

Исследования проводились в период 2017-2018 гг. Нитрогензную активность почвенных проб определяли по методу Калининской с соавт. [9]. Анализу подвергали пробу почвы массой 5 г. Пробу помещали в стеклянные пенициллиновые флаконы объемом 10 мл, увлажняли ее до 60% полной влагоемкости. Флаконы герметично закрывали резиновые пробками, которые закрепляли специальными и металлическими зажимами. Из флаконов дважды откачивали вакуумным насосом воздух и заполнили их аргоном. Затем шприцем вносили ацетилен в количестве 10% объема газовой фазы. Пробы инкубировали при 28<sup>0</sup>С в темноте.

Нитрогензную активность определяли через 1, 2, 3 и 5 суток по образованию этилена, которой анализировали газохроматографическим методом. Количество этилена измеряли на газовом хроматографе «Хром-4» с пламенно-ионизационным детектором на колонке длиной 1,2 м и диаметром 6 мм, заполненной силикагелем АСК (60-80 меш). Температура колонки составляла 50<sup>0</sup> С, температура испарителя -100<sup>0</sup> С. Скорость газа-носителя аргоном составляла 30 мл/мин. Расчеты активности азотафиксации проводили, используя соотношение ацетилена к азоту, разное 3:1 [10].

Одновременно проведением анализов на актуальную активность азотафиксации определяли и потенциальную активность азотафиксации в почве. С этой целью и сосуды объемом 15 мл помещали образец почвы массой в 5 г. Затем вводили раствор глюкозы и так, чтобы концентрация ее составила 1% массы образца и стерильной водой доводили влажность почвы до 80-90 % полной влагоемкости. Сосуды закрывали ватными пробками с ставили в термостат при 28<sup>0</sup>С. После 24 ч. Инкубации в термостате ватные пробки заменяли на резиновые, закрепляли последние металлическими зажимами, вводили 10% ацетилена и снова ставили термостат. Через определенной срок (6 или 12 ч) отбирали 0,5 мл газовой

пробы и определяли количество образовавшегося этилена. В контрольных сосудах (без ацетилена) определяли наличие эндогенного этилена.

Определение образовавшегося этилена проводили на газовом хроматографе «Хром-5».

Для разделения газов использовали окись алюминия со щелочной пропиткой (или Porapak), которой заполняли металлическую колонку длиной 1,2 м и диаметром 3 мм. В качестве газа-носителя использовали скорость тока которого была 40 мл/млн. Фиксации азота устанавливали путем расчета, определяя нитрогеназную активность по концентрации образовавшегося этилена.

Количество этилена определяли по стандартным пикам калибровочной кривой [11].

Количество фиксированного азота в почве рассчитывали по следующей формуле:

$$A = \frac{(a_2 - a_1) \cdot 2N \cdot V \cdot 100}{v \cdot m \cdot 3}, \quad (1)$$

где:  $A$  - количество фиксированного азота (в наномолях на 1 кг почвы за 1 ч.);

$a_2$  - количество восстановленного этилена (в наномолях  $C_2H_4$  на 0,5 мл газовой пробы);

$a_1$  - количество в фонового этилена в наномолях  $C_2H_4$  на 0,5 мл газовой пробы;

$2N$  - молекулярный вес азота в г.;

$V$  - объем газовой фазы реакционного сосуда, мл;

$v$  - объем газовой пробы, вводимой в колонку хроматографа, мл;

$3$  - соотношение между восстановленным этиленом и аммиаком;

$m$  - вес опытной навески почвы, г.

*Результаты их обсуждения.*

Результаты исследований показали, что внесение одних минеральных удобрений или сочетание их с навозом может усилить или замедлить процесс функционирования нитрогеназного комплекса в ризосфере отдельных сельскохозяйственных культур.

Таблица 1. Действия удобрений на актуально нитрогенную активность (мкг азота на 1 кг почвы в сутки) в ризоценозе озимой пшеницы серо-коричневая (каштановая) почва

Варианты	В среднем, за сутки				За период вегетации (120 дней, кг/га)
	май	Июнь	Июль	Средняя (за сутки)	
<b>Серо-коричневая каштановая</b>					
1.Без удобрений	73	78	69	73	19,7
2.N <sub>20</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	66	88	73	75	20,2
3.N <sub>120</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	53	97	80	78	21,0
4.N <sub>140</sub> P <sub>170</sub> K <sub>170</sub>	54	93	87	78	21,0
5.N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>120</sub>	70	107	90	89	24,0
6.Навоз 20 т/га	83	110	94	95	25,6
7.Навоз 20 т/га + N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	97	143	113	119	32,1

Полученные данные свидетельствуют о возможности посредством агрохимических приемов контролировать накопление биологического азота в почве. Так, внесение минеральных удобрений и навоза усиливало нитрогеназную активность в течение всего периода вегетации озимой пшеницы и кукурузы. В начальный период развития этих растений (1-й месяц) при внесении одних минеральных удобрений наблюдалось их ингибирующее действие на нитрогеназную активность почвы, которая была ниже, чем в контроле. Негативное влияние минеральных удобрений на нитрогеназную активность ослабевало по мере развития растений. Закономерность действия минеральных удобрений и навоза наблюдалось и в пару, без растений. Однако в пару уровень актуальной нитрогеназной активности был значительно ниже, чем в ризосфере. Следовательно, растительный покров можно рассматривать как регулятор численности физиолого-биохимической активности, свободноживущих и ассоциативных diaзотрофов в почве.

В ризосфере озимой пшеницы (табл. 1) максимальная величина нитрогеназной активности наблюдалась в варианте N<sub>60</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub>. На фоне навоза величины нитрогеназной активности существенно повышалась, даже по варианту N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>. Отрицательное действие высоких доз минеральных удобрений на нитрогеназную активность наблюдалось в начале периода вегетации растений на фоне без навоза. В последующем активность нитрогеназного комплекса изменялась в зависимости от фазы вегетации растений и, по-видимому, от количества питательных элементов в почве. Самая высокая биологическая фиксация азота (56,1 кг N<sub>2</sub>/га за вегетационный период) отмечена под кукурузой на серо-бурой почве при внесении N<sub>60</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub> на фоне 20 т/га навоза (табл. 2).

Таблица 2. Действие удобрений на актуально нитрогенную активность (мкг азота на 1 кг почвы в сутки) в ризоценозе кукурузу серо-коричневая (каштановая) почва

Варианты (за сутки)	В среднем, за сутки				За период вегетации (120 дней, кг/га)
	май	Июнь	Июль	Средняя	
1. Без удобрений	80	112	127	111	40,0
2. N <sub>20</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	82	145	188	138	49,6
3. N <sub>120</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	76	178	180	152	54,7
4. N <sub>40</sub> P <sub>170</sub> K <sub>170</sub>	65	166	187	149	53,8
5. N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>120</sub>	78	168	173	143	51,6
6. Навоз 20 т/га	86	168	179	148	53,3
7. Навоз 20 т/га+N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub>	98	183	196	163	58,6

Продуктивность нитрогеназной активности по озимой пшеницы ниже, чем под кукурузой. Максимальная ее величина (31,6 N<sub>2</sub>/га за вегетационный период) получена при внесении N<sub>60</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub> на фоне навоза 20 т/га.

Было выявлено, что внесение органического удобрения (навоза) в почву снимает отрицательный эффект высоких доз минеральных удобрений. При раздельном применении оптимальных доз минеральных и органических удобрений нитрогеназная активность, ниже, чем при совместном их внесении. Поскольку биологическая фиксация азота – энергоемкий процесс, то органическое удобрение является хорошим энергетическим субстратом для развития гетеротрофных бактерий, в том числе диазотрофов. Кроме того, органическое удобрение выполняет и другие функции, например, такие, как окислительно-восстановительную, концентрационную, газовую, благоприятствующие функционированию нитрогеназного комплекса [8].

Эффективность минеральных удобрений, с микробиологической точки зрения, определяется уровнем биологического потенциала почвы, в частности нитрогеназной активностью и синтезом АТФ. Отсюда вытекает, что увеличение массы агрохимикатов снижает (ограничивает) возможность использования природных ресурсов (например, молекулярный азот атмосферы).

Установлено, что система удобрения существенно влияет на нитрогеназную активность бактерий ризосферы. Для разных культур характерна амплитуда колебаний нитрогеназной активности. Как правило, нитрогеназная активность изменялась в зависимости от физиологического состояния растений: достигала максимума в период колошения озимой пшеницы и цветения кукурузы.

#### Выводы

Полученные данные свидетельствуют о возможности посредством агрохимических приемов контролировать накопление биологического азота в почве. Результаты исследования показали, что внесение минеральных удобрений одних или в сочетании с навозом усиливает или замедляет активность нитрогеназного комплекса в ризосфере культур.

#### Список литературы / References

1. Антонов Б.И. Малый Кавказ// Геология СССР Е. XLVII. Азербайджанская ССР. Геологическое описание. Баку. Изд-во АН Азерб. ССР, 1959. С. 192-250.
2. Азизбеков Ш.А. Геология и петрография северо-восточной части Малого Кавказа. Изд. АН. Азерб. ССР, 1947.
3. Шихлинский Э.М. Климат Азербайджана. Баку, 1968. 341 с.
4. Мамедов М. Гидрография Азербайджана. Баку, 2002. 266 с. (на азерб. яз.).
5. Салаев М. Почвы Малого Кавказа. Баку: изд-во АН Азербайджанской ССР, 1966. 312 с.
6. Завягинцев Д.Г. Современные проблемы почвенной микробиологии // «Микроорганизмы в сельском хозяйстве»: тез. докл. III всесоюз. науч. конф., (Москва, 23-25 дек.1986) / редкол.: Завягинцев Д.Г. (отв.ред.) и др. М.: Изд-во МГУ, 1986. С. 5-6.
7. Becking J. Studies on nitrogen-fixing bacterial of the genus Beijerinckia // Plant u. Soil., 1961.V. 14. № 1. P. 49-81.
8. Тышкевич Э.А. Экология и агрономия. Кишинев, 1981.
9. Калилинская Т.А., Миллер Ю.М., Культышкина И.Т. Изучение азотофиксирующей активности почв разного типа с помощью <sup>15</sup>/<sub>2</sub> // Применение стабильного изотопа <sup>15</sup>/<sub>2</sub> в исследованиях по земледелию. М., 1973. С. 55-61.
10. Hardy et al. / A contribution to the factore concerned in soil productivity // Kons. Univ.Sel.bull.. 1991. V. 60. P. 89-93.

11. *Емцев В.Т., Ницэ Л.К., Брук М.Х.* Методические вопросы изучения экологии почвенных микроорганизмов в условиях биологического сельского хозяйства // Микробиологический журнал, Т. 46. Вып. 2. Киев, 1980. С. 79-80.