

БИОЛОГИЯ ПОЧВ

УДК 631.81.46:579,64

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЧЕРНОЗЕМОВ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Ш.Б. Алибекова, Т.Д. Джаланкузов, А.Т. Сейтменбетова

Казахский научно – исследовательский институт почвоведения и агрохимии имени У.У. Успанова. 050060, Казахстан, Алматы, Академгородок, пр-т аль-Фараби, 75в, E-mail:saparov@nursat.kz

Наиболее показательным при оценке почвенного плодородия является определение численности микроорганизмов, скорость разложения целлюлозы, ферментативная активность, активность продуцирования CO_2 и нитрогеназная активность почв. Показатели этих исследований наиболее информативные, они отражают деятельность всей микрофлоры почвы и фактический уровень биологических процессов в ней, то есть в результате оценивается биологическая активность черноземов Северного Казахстана.

ВВЕДЕНИЕ

В связи с всевозрастающей актуальностью экологических проблем и особой роли микроорганизмов при оценке последних большое значение имеет учет численности почвенной микрофлоры. Изучение круговоротов веществ и генетических связей в биогеоценозах невозможно без учета жизнедеятельности почвенных микроорганизмов [1].

Результаты многочисленных исследований по изучению динамики изменения численности микроорганизмов путем посева на стандартные питательные среды отмечают, что количество микроорганизмов в почвах измеряется десятками, сотнями, тысячами, миллионами, даже миллиардами клеток на 1 г почвы [2, 3, 4]. Учитывая особую важность роли микроорганизмов нами были поставлены следующие цели и задачи:

1. Изучить изменения и развития численности основных аэробных ассоциаций микроорганизмов в различных экосистемах «целина», «пашня».
2. Определить ферментативную активность почв.
3. Определить скорость разложения целлюлозы в черноземных почвах.
4. Определить дыхание и нитрогеназную активность почв газохроматографическим методом.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследований являются черноземы южные и обыкновенные Кос-

танайской области. На исследуемых участках были заложены почвенные разрезы по следующим вариантам:

Разрез 1 - южный чернозем, пашня (п. Талапкер).

Разрез 2 - южный чернозем, целина (п. Талапкер).

Разрез 3 - обыкновенный чернозем, старопашка (Карабалыкская сельскохозяйственная опытная станция).

Разрез 4 - обыкновенный чернозем, целина (Карабалыкская сельскохозяйственная опытная станция).

Образцы почв отбирались в течение весны, лета и осени. Для учета аммонифицирующих бактерий, усваивающих органические формы азота, применяли мясо-пептонный агар (МПА), для актиномицетов, усваивающих минеральные формы азота - крахмало-амиачный агар (КАА), для микроскопических грибов - среда Чапека. Определение протеазной активности и интенсивности разложения целлюлозы - аппликационным методом Мишустина в соавторстве и по методике Звягинцева Д.Г. [5]. Определение активности CO_2 и нитрогеназной активности почв по методике Макарова Б.Н. в соавторстве [6] и ацетиленовым методом Умарова М.М. [7].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Общая численность микроорганизмов изучалась в южных и обыкновенных черноземах Северного Казахстана, основные массивы которых заняты под

злаковыми культурами. Эти почвы богаты азотом, фосфором и другими элементами, которые способствуют хорошим условиям жизнедеятельности микроор-

ганизмов. Определение общей численности проводили с глубины 0-10; 10-20; 20-30 см (таблица 1).

Таблица 1 – Общая численность микроорганизмов в черноземах южных и обыкновенных Костанайской области

Варианты опыта	Глубина взятия образца, см	I срок			II срок		
		МПА, млн./г	КАА, млн./г	Чапек, млн./г	МПА, млн./г	КАА, млн./г	Чапек, млн./г
Чернозем южный, пашня (п. Талапкер)	0-10	6,4	3,7	3,0	7,2	4,2	3,5
	10-20	6,1	3,0	2,4	5,8	3,3	1,6
	20-30	4,1	2,4	1,3	3,6	2,6	1,3
Чернозем южный, целина (п. Талапкер)	0-10	5,5	3,9	2,7	6,2	4,0	2,9
	10-20	4,8	3,2	1,5	4,6	3,0	1,7
	20-30	3,8	3,0	1,3	3,3	2,7	1,4
Чернозем обыкновенный, старопашка (Карабалыкская с/х опытная станция)	0-10	5,6	4,2	2,6	4,3	3,8	2,8
	10-20	4,6	2,7	1,4	4,2	2,8	1,4
	20-30	3,4	2,2	1,2	3,0	2,2	1,2
Чернозем обыкновенный, целина (Карабалыкская с/х опытная станция)	0-10	6,6	3,4	2,5	3,7	3,4	2,6
	10-20	4,8	2,0	1,2	3,0	3,0	1,8
	20-30	3,3	2,0	1,0	2,5	2,0	1,0

Так, по нашим данным (таблица 1) в южных (пашня, целина) и обыкновенных (старопашка, целина) черноземах сильно распространены аммонифицирующие бактерии, растущие на МПА (рисунок 1). Их содержание в верхнем (0-10 см) слое весеннего срока варьирует в пределах 5,5-6,6, в слое 10-20 см - 4,6-6,1, в слое 20-30 см - 3,3-4,1 млн./г почвы. Летом, из-за отсутствия влаги эти показатели несколько снижаются, за исключением варианта чернозем южный, пашня (п. Талапкер) где общая численность в верхнем слое составила 7,2 млн./г почвы. Среди аммонифицирующих бактерий встречаются в различных соотношениях такие виды как *Bac. megaterium*, *Bac. mesentericus*, *Bac. idosus*, имеющие обширный ареал распространения и составляющие тем самым важную часть почвенной микрофлоры. Спороносные формы *Bac. tuscoides*, *Bac. segeus* в изучаемых почвах отмечаются в ограниченном количестве. В целом в исследуемых вариантах наблюдается уменьшение общей

численности аммонификаторов с глубиной.

Актиномицеты, усваивающие минеральные формы азота (КАА) (рисунок 2) обнаруживаются во всех типах почв, однако предпочитают нейтральные или щелочные почвы, богатые органическими веществами.

По полученным данным (таблица 1) общая численность актиномицетов в исследуемых вариантах в весеннем сроке была ниже, чем в летнем, за исключением верхнего (0-10 см) слоя варианта чернозем обыкновенный, старопашка (Карабалыкская сельскохозяйственная опытная станция) - 4,2 млн./г. По остальным вариантам показатели варьируют в пределах 3,4-3,9 млн/г. В слое 10-20 см численность актиномицетов составила 2,0-3,2, в слое 20-30 см - 2,0-3,0 млн./г. В летнем сроке в слое 0-10 см наблюдалось высокое содержание этой группы микроорганизмов на варианте чернозем южный, пашня (п. Талапкер) - 4,2 млн./г. В слое 10-20 см содержание бактерий составило 2,8-3,3, в 20-30 см слое - 2,0-2,7 млн./г.

Общая численность микроскопических грибов (среда Чапека) в изучаемых разрезах сравнительно невелика (таблица 1). Все варианты опытов, за исключением верхнего слоя (0-10 см) показали низкую численность грибной флоры, что может быть связано с сильным иссушением почв. Так, в весеннем сроке в слое 0-10 см численность микроскопических

грибов составила 2,5-3,0 млн./г, в слое 10-20 см – 1,2-2,4, в слое 20-30 см – 1,0-1,3 млн./г. В летнем сроке в слое 0-10 см численность грибов несколько увеличилась и составила 2,6-3,5, в слое 10-20 см – 1,4-1,8, в слое 20-30 см – 1,0-1,4 млн./г. В наших опытах преобладают грибы рода *Aspergillus* и *Penicillium* (рисунок 3).



Рисунок 1 – Бактерии, развивающиеся на органической форме азота (МПА).



Рисунок 2 - Актиномицеты, развивающиеся на минеральной форме азота (КАА).

Рисунок 3 – Микроскопические грибы (среда Чапека).

Таким образом, можно отметить, что в черноземах обыкновенных и южных общее количество бактерий использующих органический азот (МПА) значительно превышает численность микроорганизмов усваивающих минеральные формы азота (КАА), что говорит о преобладании процессов накопления органических веществ над процессами разложения. По численности микроскопических грибов исследуемые почвы характеризуются слабым их участием в разложении.

Важным фактором почвообразовательного процесса является биохимическая деятельность микроорганизмов. Она не только обеспечивает непрерывный круговорот в природе элементов-органогенов, но и определяет направленность почвообразовательных процессов, обуславливающих уровень их плодородия. В настоящее время большое внимание исследователей привлекает активность протеаза, характеризующая интенсивность процессов минерализа-

ции органических соединений азота и фосфора. Результаты наших исследований по выявлению активности протеазы по вариантам опыта показали его биоло-

гическую активность, влияющую на количество гумуса и на уровень плодородия в целом (таблица 2).

Таблица 2 - Ферментативная активность южных и обыкновенных черноземов

Варианты опыта	Глубина взятия образца, см	Активность протеаза	
		I срок	II срок
Чернозем южный, пашня (п. Талапкер)	0-10	+++	+++
	10-20	+++	++
	20-30	++	++
Чернозем южный, целина (п. Талапкер)	0-10	+++	+++
	10-20	+++	+++
	20-30	+++	++
Чернозем обыкновенный, целина (Карабалыкская с/х опытная станция)	0-10	+++	+++
	10-20	+++	+++
	20-30	+++	++
Чернозем обыкновенный, старопашка (Карабалыкская с/х опытная станция)	0-10	+++	+++
	10-20	+++	++
	20-30	++	++

+++ - высокая активность ++ - средняя активность + - низкая активность

Изучение ферментативной активности черноземов южных и обыкновенных (таблица 2, рисунок 4) в I срок исследований показало высокую активность протеаза по всем вариантам опыта. Исключение составили варианты чернозем южный, пашня (п. Талапкер) и чернозем обыкновенный, старопашка (Карабалыкская сельскохозяйственная опытная станция), где активность протеаза оказалась несколько ниже в слое 20-30 см. Во II срок исследований лучшие результаты были получены на вариантах чернозем южный, целина (п. Талапкер) и чернозем обыкновенный, целина (Карабалыкская сельскохозяйственная опытная станция) с глубины 0-10 и 10-20 см. Средняя активность протеаза отмечена также на вариантах чернозем южный, пашня (п. Талапкер) и чернозем обыкновенный, старопашка (Карабалыкская сельскохозяйственная опытная станция) с глубины 10-20 и 20-30 см.

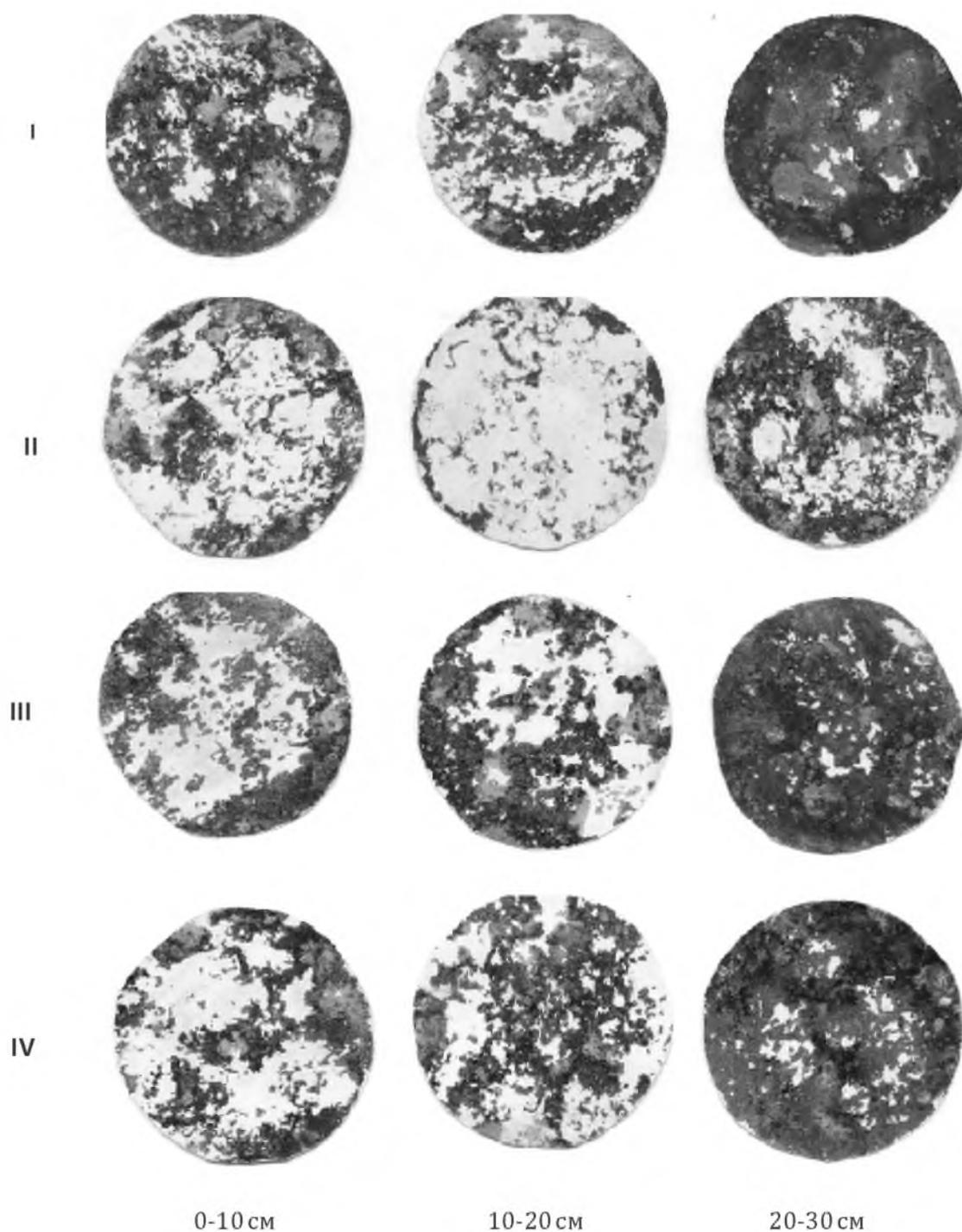
Целлюлозоразложение – является одним из наиболее интегральных информативных и простых методов оценки биологической активности почв [8]. Известно, что разложение клетчатки в почве тесно связано с численностью мик-

роорганизмов. Разложение целлюлозы в исследуемых вариантах показано в таблице 3.

Полученные данные (таблица 3) показывают, что процесс разложения клетчатки в верхнем (0-10 см) слое почвы идет сравнительно слабо. Следует отметить, что в черноземных почвах общее количество целлюлозных бактерий незначительно и клетчатка разрушается медленно и слабо.

Кислород и углекислый газ почвенного воздуха оказывают разностороннее воздействие на свойства почвы и прямо или косвенно влияют на продуктивность растений. Содержание этих показателей в почвенном воздухе непостоянно и зависит от типа почвы, её свойств (физических, химических, биологических), от времени года и погодных условий и от вида угодья («пашня», «целина», «залежь»).

Почвы, особенно их верхние горизонты: населены огромным количеством организмов, которые в процессе дыхания непрерывно потребляют кислород и выделяют углекислый газ. Энергия, образующаяся при этом, используется для биологических синтезов и др. проявлений жизни. Поэтому жизнедеятельность



I – южный чернозем, пашня (п. Талапкер); II – южный чернозем, целина (п. Талапкер); III – обыкновенный чернозем, пашня (Карабалыкская сельскохозяйственная опытная станция); IV – обыкновенный чернозем, целина (Карабалыкская сельскохозяйственная опытная станция).

Рисунок 4 - Ферментативная активность черноземов южных и обыкновенных

Таблица 3 - Разложение целлюлозы в черноземах Костанайской области (II срок)

Варианты опыта	Глубина взятия образца, см	Разложение целлюлозы, %
Чернозем южный, пашня (п. Талапкер)	0-10	30,2
	10-20	33,4
	20-30	36,2
Чернозем южный, целина (п. Талапкер)	0-10	26,1
	10-20	40,5
	20-30	26,4
Чернозем обыкновенный, пашня (Карабалыкская с/х опытная станция)	0-10	28,8
	10-20	27,7
	20-30	30,2
Чернозем обыкновенный, целина (Карабалыкская с/х опытная станция)	0-10	26,1
	10-20	28,7
	20-30	35,7

почвенных организмов сопровождается расходом огромного количества кислорода и столь же большим количеством продуцируемого углекислого газа. Таким образом, одним из важных показателей биологической активности почв является «дыхание» почвы – выделение ею углекислого газа в результате протекающих в ней биохимических процессов деструкции органического вещества. И.Б. Ревут в соавторстве [9] считает данный показатель наиболее информативным, так как углекислый газ как конечный продукт деструкции органического вещества отражает деятельность всей микрофлоры почвы и фактический уровень биологических процессов в почве (таблица 4).

Так, по полученным данным (таблица 4) из всех газов почвенного воздуха наиболее динамичен O_2 (кислород). Его поглощение по вариантам опыта в I сроке колеблется в пределах 19,17-21,85, во II сроке – 20,98-21,98 мг/5г почвы/час. Выделение CO_2 (углекислый газ) в I сроке исследований наиболее активно наблюдается по вариантам чернозем южный, пашня (п. Талапкер) и чернозем обыкновенный, пашня (Карабалыкская сельскохозяйственная

опытная станция), где оно составило в слое 0-10 см 2,76 и 3,72 % 5 г почвы/час. Во II сроке этот показатель ниже и колеблется по всем вариантам опыта в пределах 1,45-1,91 % 5 г почвы/час. В целом, по полученным данным (таблица 4) мы видим, что разница в вариантах с пашней и целиной является незначительной, так как жизнедеятельность микроорганизмов во всех разрезах сопровождается расходом огромного количества кислорода (O_2) и большим продуцированием углекислого газа (CO_2).

Наибольшее внимание привлекает нитрогеназная активность как показатель азотфиксирующей активности почв (таблица 4). Для моделирования процесса азотфиксации М.М. Умаровым [7] предложено использовать способность нитрогеназы - азотфиксирующего ферментативного комплекса микроорганизмов – восстанавливать ацетилен до этилена. Процесс восстановления ацетилена в этилен аналогичен процессу восстановления молекулярного азота.

Результаты исследования по изучению характера микробиологических превращений азота в различных почвах (целина, пашня) позволяют выяснить биологическую активность и изменения плодородия почв. Нами установлено (таблица 4), что в изменении нитрогеназной активности в вариантах опыта нет син-

Таблица 4 - Интенсивность выделения CO₂ и нитрогеназная активность южных и обыкновенных черноземов Костанайской области

Варианты опыта	Глубина взятия образца, см	I срок			II срок		
		Поглощение O ₂ в мг/5г почвы/час	Выделение CO ₂ в % 5г почвы/час	Нитрогеназная активность, мг/5г почвы	Поглощение O ₂ в мг/5г почвы/час	Выделение CO ₂ в % 5г почвы/час	Нитрогеназная активность, мг/5г почвы
Чернозем южный, пашня (п. Талапкер)	0-10	21,57	2,76	2,8	21,74	1,86	2,3
	10-20	21,85	3,69	3,1	20,98	1,88	2,7
	20-30	21,23	1,57	2,5	21,06	1,74	3,3
Чернозем южный, целина (п. Талапкер)	0-10	21,17	1,55	5,1	21,60	1,91	3,7
	10-20	21,81	2,30	2,25	21,70	1,60	3,0
	20-30	21,54	1,59	2,25	21,42	1,60	3,0
Чернозем обыкновенный, пашня (Карабалыкская с/х опытная станция)	0-10	19,17	3,72	3,25	21,30	1,45	2,8
	10-20	19,52	1,82	3,25	21,78	1,58	2,3
	20-30	21,64	3,50	3,12	21,30	1,57	2,3
Чернозем обыкновенный, целина (Карабалыкская с/х опытная станция)	0-10	21,44	2,33	3,100	21,80	1,64	3,3
	10-20	21,62	1,74	2,85	21,90	1,66	3,1
	20-30	19,84	3,69	2,89	21,69	1,78	2,7

хронности, периоды максимальной активности изменяются в большей степени в зависимости от гидротермических условий года, тем не менее сравнительные данные увеличиваются от 3,3 до 3,7 мг на 5 г почвы в целинных вариантах. Можно отметить, что биологическая активность почв также является генетическим признаком, как содержание гумуса, азота, фосфора, калия, рН и другие типовые показатели. По определению Д.Г. Звягинцева [10] биологическая активность почв отражает ее эффективное плодородие, характеризует особенности почвообразовательного процесса, синтез и деструкцию органического вещества, мобилизацию элементов питания растений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие микрофлоры в почвах Северного Казахстана зависит от изменения поступления в почву органических соединений. Окультуривание почв резко изменяет численность микроорганизмов.

Наиболее богато представлены бактерии растущие на МПА и актиноциеты растущие на КАА. Грибы здесь содержатся в небольшом количестве. В разложении клетчатки главная роль принадлежит актиноциетам и грибам.

Несмотря на небольшом количестве микроскопических грибов микрофлора в черноземах находится в активном состоянии. Это активность выражается по численности аммонификаторов и актиноциетов, разложений клетчатки, и хорошей активности фермента протеазы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берестецкий О.А. Биологические факторы повышения плодородия почв. Журнал Вестник сельскохозяйственной науки. №3. 1986. С. 29-38.
2. Аристовская Т.В. Теоретические аспекты проблемы численности биомассы и продуктивности почвенных микроорганизмов // Вопросы численности биомассы и продуктивности почвенных микроорганизмов. М.: Наука. 1972. С. 7-20.
3. Аристовская Т.В., Худякова Ю.А. Методы изучения микрофлоры почв и её жизнедеятельности // Методы стационарного изучения почв. М.: Наука. 1977. С. 241 – 286.
4. Мирчинк Т.Б., Панников Н.С. Современные подходы к оценке биомассы и продуктивности грибов и бактерии в почве // Успехи микробиологии. т. 20. 1985. С. 198-222.
5. Мишустин Е.Н., Петрова А.Н. Образование свободных аминокислот на разрушившейся в почве целлюлозе // Микробиология. т. 35. 1968. 33 с.
6. Макаров Б.Н., Патрикеева Т.А. Изучение газового режима почв методом газовой хроматографии. Почвоведение. №9. 1972. С. 126-131.
7. Умаров М.М. Определение нитрогеназной активности почв ацетиленовым методом. М.: Наука. 1986. 215 с.
8. Дудкин В.М. Достижения науки и техники. №10. 1988. С. 23.
9. Ревут И.Б. Физика почв. Л.: Колос. 1971. 154 с.
10. Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: МГУ 1980. С. 224-226.

Түйін

Топырақтың құнарлығын анықтайтын негізгі көрсеткіштің түрлері топырақтағы микроорганизмдердің жалпы саны мен сапасын анықтау, целлюлозаның ыдырау жылдамдығы, ферменттердің белсенділігі және топырақтағы көмірқышқылының бөлінуі мен нитрагеназды ферменттің белсенділігі топырақтың биологиялық құнарлығын анықтаудың бірден бір көрсеткіші болып саналады. Мақалада осы көрсеткіштер туралы айтылады.

Resume

The determination of microorganisms' amount, rate of cellulose decomposition, enzyme activity, activity of CO₂ production and nitrogenous activity of soil are the most demonstrative factors under the evaluation of soil fertility. The data of these researches are the most informative, they reflect the activity of the whole soil micro flora and actual level of biological processes in it, and i.e. as a result the biological activity of chernozems in North Kazakhstan is evaluated.