

ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ КОРНЕВОЙ И ВЕГЕТАТИВНОЙ МАСС РАСТЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ ЦЕНОЗОВ

МЕДВЕДЕВ Иван Филиппович, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока»

БУЗУЕВА Анастасия Сергеевна, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока»

ЕФИМОВА Валентина Ивановна, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока»

МОЛЧАНОВ Илья Олегович, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока»

ПАНАСОВ Михаил Николаевич, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ГУСАКОВА Наталия Николаевна, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

НАЗАРОВ Виктор Алексеевич, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

В статье представлены результаты исследования влияния азотных удобрений на продуктивность корневой и вегетативной массы различных ценозов (целина, залежь, пашня под яровой пшеницей) в агроландшафте.

Введение. Содержание гумуса в почве регулируется, прежде всего, корневыми остатками. Количество оставляемой корневой массы в почве зависит от вида и типов растений, произрастающих на различных частях агроландшафта. В условиях степной зоны естественная растительность целинных участков в основном представлена мочковатой корневой системой, а на переведенной в залежное состояние почве, стержневой корневой. Доказано, что удобрения положительно влияют на урожайность вегетативной массы растений, однако закономерность формирования корневой массы при внесении удобрений, ее соотношение с вегетативной массой, а также химический состав различных растительных формаций при этом остается малоизученными. Культуры одного семейства в зависимости от применения удобрений имеют разные качественные характеристики [3, 6, 8].

Отмечено, что рост массы корней в почве независимо от растительной формации идет быстрее относительно скорости вегетативной массы. Отдельные ценозы могут формировать корневую систему равную или даже превышающую по массе надземную часть [1, 5].

Цель исследований – определение роли минеральных (азотных) удобрений при фор-

мировании корневой и вегетативной массы растений различных растительных фонов в условиях интенсивно и экстенсивно использования пашни.

Методика исследований. Исследования проводились в рамках сертифицированного стационарного опыта на полях ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока» на черноземе южном малогумусном маломощном глинистом. С учетом гидротермического коэффициента вегетационного периода были выделены три погодных типа – засушливый (ГТК = 0,4 в 2012 г.), увлажненный (ГТК = 1,0 в 2013 г.) и влажный (ГТК = 1,4 в 2017 г.). Для сравнения использовали залежный ценоз возрастом 35 лет, целинный ценоз и пашню в 6-польном севообороте под яровой пшеницей (бесменный посев яровой пшеницы в течение трех лет).

Изучение корневой системы яровой пшеницы проводили в конце вегетации, трав фитоценозов – в период массового цветения (75 %). Корневые образцы отбирались с площади размером 25×25×10 см на глубину до 1 м по методу Тарановской [10]. С последующим отмыванием корневых остатков в колонке сит, высушиванием и взвешиванием в воздушно-сухом состоянии. На фитоценозах





удобрение вносилось в период отрастания травы, а под яровую пшеницу – под предпосевную культивацию. Технология возделывания – общепринятая. Химический анализ растительных образцов на содержание общего азота, фосфора, калия, магния, кальция определялся по методике ЦИНАО. Описание флористического состава растительных сообществ проводилось на микроделанках, заложенных на различных участках.

Результаты исследований. В зависимости от типа и вида растения формируют различный уровень вегетативной и корневых систем. Исследованиями установлены отношения между корневой и вегетативной массами культурных растений [1, 3, 4]. Все опубликованные результаты исследований в основном приурочены к плакорным участкам агроландшафта. Учитывая, что на Приволжской возвышенности плакорные участки занимают не более 20 % от общей площади агроландшафта, возникла проблема изучения отношения корневой и вегетативной массы для склоновых почв.

Флористический состав фитоценозов определялся у 61 вида из 16 семейств, относящихся к покрытосемянным растениям. Ведущими семействами в естественном фитоценозе являлись сложноцветные, злаковые и бобовые. Доля каждого семейства находилась в следующем соотношении 25 – 45 – 30 %.

Травостой целинного участка существенно отличался от залежи 35 лет [2]. Многочисленный растительный состав целины образует сомкнутый покров при высоте растений нижнего яруса 10–15 см и верхнего яруса до 50 см. Высота растений залежного участка колебалась от 15 см (нижний ярус) до 65 см (верхний ярус) с проективным покрытием 75–80 %. На целине количество семейств составило 12 шт./м², а видов растений 30 шт./м². На 35-летней залежи количество семейств снизилось до 8, а видов растений до 22. В структуре растительного сообщества доля сложноцветных осталась неизменной, при этом на 20 % увеличилась доля злаковых. Количество бобовых растений снизилось с пяти до трех видов. За счет азотфиксирующих свойств эти растения в большей степени компенсируют органический азот в почве, чем растительные сообщества других семейств.

Сопряженные исследования, проведенные на различных ценозах, размещенных на склоновых почвах, показали, что корневая система целинного участка имеет больший

процентный вес от массы всего растения. За изучаемый период данный показатель на целинном участке превышал показатели залежи и пашни в 1,7 и 1,3 раза (табл. 1).

Уровень влагообеспеченности также оказывает влияние на формирование корневой массы. На естественных фитоценозах с увеличением влагообеспеченности отмечается снижение массы корней. При этом лучше формируется вегетативная масса (рис. 1). Так, на целине и залежи отмечается снижение отношения массы корней к массе всего растения в условиях влажного года на 14 % относительно засушливого.

На пахотных почвах наблюдается обратный процесс – с увеличением влажности почвы увеличивается и корневая система относительно массы всего растения. Так, в условиях 2017 г. (ГТК = 1,4) отношение массы корней к массе всего растения составило 42,6, что на 35,2 % выше массы в 2012 г. (ГТК = 0,4). Растения пахотных ценозов расширяют площадь питания за счет увеличения массы корней для лучшего поглощения необходимых для роста и развития элементов.

Удобрения не оказали существенного влияния на долю корневой массы в общей массе вегетирующего растения (см. табл. 1).

На удобренном и неударенном фонах выявлены ценозные различия по формированию корневой и вегетативной массы растений. Уровень увлажненности оказал определенное влияние на общую массу сформированных корней. В среднем за все годы масса корней под целинным ценозом была в 1,6 раза выше, чем на залежи и в 1,8 раза, чем под яровой пшеницей.

В условиях сильной засухи выявлены ценозные различия по накоплению корневой массы. Наибольшая масса корней в метровом слое почвы отмечена под залежным ценозом 0,8 т/га, что связано с преобладанием в общем составе корнеотпрысковой растительности. Минимальная корневая масса (0,6 т/га) сформировалась под целинным ценозом.

В 2013–2017 гг. (ГТК = 1,0–1,4) за счет достаточного количества влаги растения по сравнению с засушливым годом на всех анализируемых ценозах сформировали более высокий уровень корневой массы; на целине в 4,7; залежи в 2,4; пашни в 2,1 раза. При этом ризосфера целины увеличилась относительно залежи и пашни на 48 %.

Установлено математически обоснованное влияние различных ценозов на фор-

Влияние удобрений и ГТК на органическую массу растений, т/га, %

Вид угодья	ГТК	Сумма вегетативной и корневой массы, т/га		Доля массы корней в растительных остатках, %		Соотношение вегетативной и корневой массы	
		Б/у	N ₆₀	Б/у	N ₆₀	Б/у	N ₆₀
Целина (сено)	0,4	1,2	1,7	48,3	48,3	1,0	1,1
	1,0	4,2	6,3	44,4	34,6	1,3	1,9
	1,4	7,5	9,2	43,4	45,7	1,3	1,1
Среднее по годам		4,3	5,8	45,3	43,2	1,3	1,3
Залежь (сено)	0,4	2,8	4,6	29,8	28,1	2,5	2,5
	1,0	3,7	6,2	28,2	22,5	2,6	3,4
	1,4	7,8	9,6	22,3	27,1	3,6	2,7
Среднее по годам		4,8	6,8	26,8	25,9	3,0	2,8
Яровая пшеница	0,4	2,4	3,0	25,9	27,9	3,0	2,8
	1,0	2,9	3,6	30,8	33,3	2,2	2,0
	1,4	3,9	4,7	43,0	42,6	1,3	1,4
Среднее по годам		3,1	3,8	33,2	34,6	1,8	1,7
Вегетативная масса		НСР _{0,5}		F _{теор}		F _{факт}	
А (ценоз)		0,159		3,59		379,060*	
В (удобрение)		0,130		4,45		212,853*	
С (ГТК)		0,159		3,59		647,629*	
Корневая масса		НСР _{0,5}		F _{теор}		F _{факт}	
А (ценоз)		0,167		3,59		82,288*	
В (удобрение)		0,136		4,45		53,470*	
С (ГТК)		0,167		3,59		269,674*	

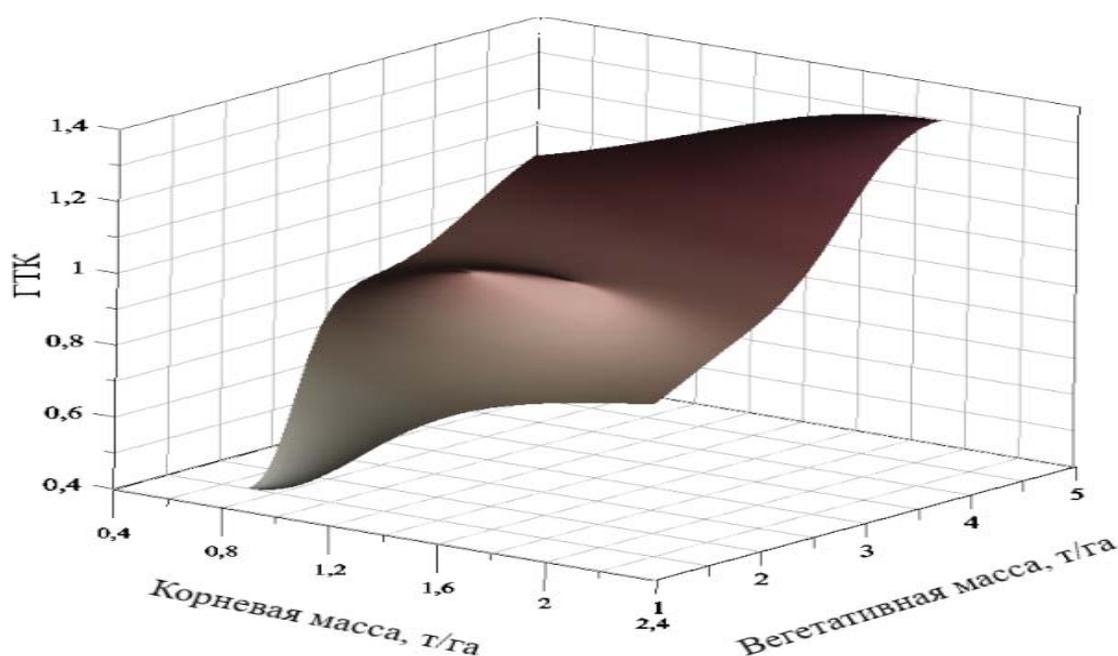


Рис. 1. Зависимость нарастания корневой и вегетативной массы от уровня ГТК в среднем по всем анализируемым ценозам



мирование вегетативной ($НСР = 0,159$) и корневой масс ($НС = 0,167$). Выявлена положительная роль удобрений и ГТК на развитие частей растений различных ценозов (для вегетативной массы $НСР = 0,130$ и $0,159$, для корневой массы $НСР = 0,136$ и $0,167$).

Как показано на рис. 2, в условиях недостаточного увлажнения ($ГТК = 0,4$) отмечено более равномерное распределение корневой системы в слое почвы 0–100 см, что связано с недостатком влаги в верхних горизонтах. С повышением ГТК снижается освоенность почвы корнями в слое 40–100 см, основная масса корней сосредоточена в верхнем горизонте, где недостатка влаги не отмечается.

В условиях интенсивного использования сельскохозяйственных земель главным условием является поддержание и повышение уровня плодородия почвенной системы [9].

Формирование продуктивности различных ценозов связано прежде всего с уровнем развития корневой системы.

Наиболее широкие показатели отмечали у залежной пашни, имеющей хорошо развитую и максимально рассредоточенную по почвенному профилю (до 3 м) корневую массу за счет многолетних корнеотпрысковых сорняков. При внесении удобрений происходит сужение соотношения между вегетативной и корневой массами.

На удобренных фонах целинного участка по сравнению с неудобренным соотношение надземной и подземной частями за счет лучшего формирования вегетативной массы становится шире.

Химический состав различных растительных остатков сельскохозяйственных культур позволяет судить об их ценности в качестве

источника восполнения элементов почвенного плодородия (табл. 2).

Проведенные исследования показывают, что влияние на качественный состав оказывают вид сельскохозяйственного использования пашни и действие вносимых минеральных удобрений. За счет большого числа бобовых культур в растительном сообществе целинного фитоценоза отмечено высокое содержание углерода и азота как наиболее ценных элементов почвенного плодородия. На неудобренных вариантах в вегетативной массе содержание углерода превышает показатели залежи и пашни на 5,1 и 15,8 %, содержание азота на 17,2 и 47 % соответственно.

Данная тенденция отмечена и по следующим элементам: кальций, магний, фосфор и калий. В среднем по элементам наибольшее содержание отмечено на целине – 0,98 %, минимальное на пашне – 0,33 %. Залежный участок занимает промежуточное положение и составляет 0,78 %.

По мере уменьшения сельскохозяйственной деятельности на ценоз процент содержания элементов понижается. Возможно, это объясняется тем, что почвы при интенсивном использовании более обеднены питательными элементами, поэтому растения аккумулируют их в корневой системе.

Применение минерального удобрения увеличило содержание химических элементов в частях растений за счет повышения продуктивности. Максимальное увеличение содержания углерода отмечено в вегетативной массе залежного фитоценоза – 2,9 % и пахотного ценоза – 1,8 %. На содержание углерода в вегетативной массе целины применение удобрений не оказало видимого эффекта, в то время как в корневой системе он

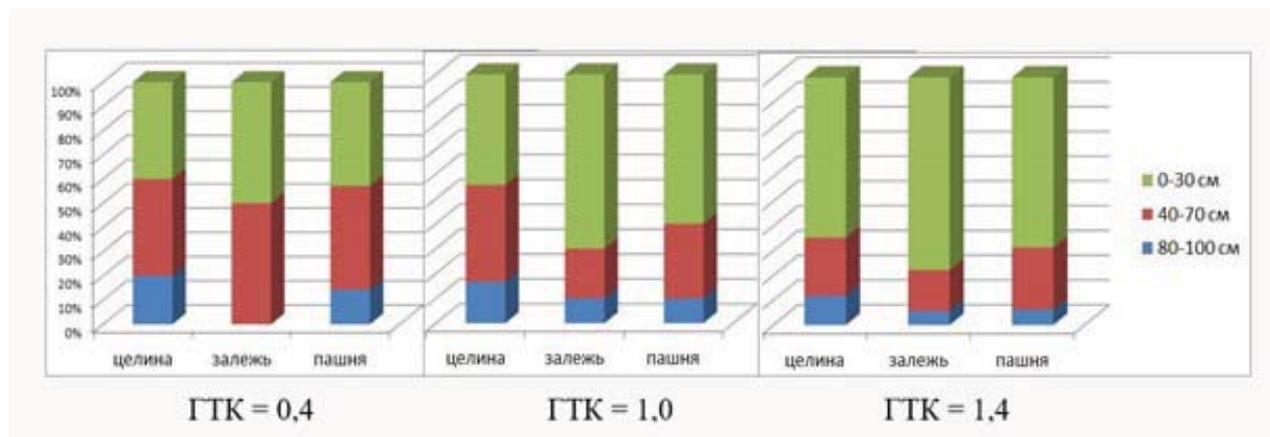


Рис. 2. Профильное распределение корневой системы различных ценозов в метровом слое почвы, т/га



**Влияние удобрений на относительное содержание отдельных химических элементов
в органической массе растений**

Вид агроландшафта	Вариант	Содержание в органической массе, %						Суммарное содержание элементов, %	
		С	N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	P	K		
Целина	1	Б/у	50,7	1,34	0,86	0,83	0,6	1,60	55,93
		N ₆₀	49,8	2,09	0,7	0,68	0,6	1,77	55,64
	2	Б/у	35,9	1,69	0,76	0,41	0,6	1,52	40,88
		N ₆₀	41,2	1,74	0,73	0,54	0,74	1,69	46,64
Залежь	1	Б/у	48,1	1,11	0,39	0,42	0,57	1,74	52,33
		N ₆₀	51,0	2,27	0,50	0,49	0,65	2,08	56,99
	2	Б/у	31,2	0,96	0,74	0,63	0,68	1,47	35,68
		N ₆₀	34,8	1,21	0,87	0,6	0,98	1,66	40,12
Яровая пшеница	1	Б/у	42,7	0,71	0,21	0,08	0,20	0,82	44,72
		N ₆₀	44,5	1,24	0,29	0,10	0,31	1,45	47,89
	2	Б/у	21,8	0,88	0,93	0,56	1,79	1,48	27,44
		N ₆₀	24,8	1,07	0,74	0,64	1,15	0,93	29,33

Примечание: 1 – вегетативная часть; 2 – корневая часть.

был максимальным и составлял 5,3 %. При этом увеличение углерода в корневой массе залежи и пашне составило 3,6 % и 3 %.

Увеличение азота от применения удобрений отмечено в вегетативной и корневой массе залежного (51,1 и 20 %) и пахотного участков (42,7 и 7,8 %). На целине влияния удобрений не отмечено по причине низкого отклика бобовых культур.

Увеличение остальных элементов под влиянием удобрений в вегетативной массе составило 27,5 %, с наибольшим количеством на пашне (38,9 %). В корневой массе наибольшая прибавка отмечена на залежи – 14,6 %, что в итоге позволило увеличить содержание кальция, магния, фосфора и калия по всем ценозам на 12,7 %.

Наибольшее суммарное содержание химических элементов в вегетативной массе отмечено на фитоценозах – на целине 55,93 % и залежи 52,33 %. Применение удобрений увеличило содержание в среднем по всем ценозам на 8 %. В корневой массе более высокое суммарное содержание химических элементов отмечалось в целинной растительности по удобренным и неудобренным вариантам.

Заключение. Основными индикаторами развития корневой системы, также как и вегетативной части растений являются тип растений, обеспеченность почвы влагой и минеральными питательными элементами.

В среднем за три года исследований максимальная масса корней (0,8 т/га) сформировалась под залежным ценозом, минимальная (0,6 т/га) под целинной растительностью.

Выявлена закономерность распределения корневой системы по профилю почв. В засушливые годы основная масса корней размещалась в верхнем гумусовом слое, а во влажные опускалась в более глубокие слои почвенного профиля.

Удобрения не оказали существенного влияния на долю корневой массы в общей массе вегетирующего растения. На удобренных, так же как и на неудобренных вариантах более узкое соотношение (1,3) вегетативной и корневой массы получили под целинной растительностью, а широкое (2,9) под залежной. Удобрения по сравнению с неудобренными вариантами обогащают химическими элементами вегетативную массу на 30 %, а корневую на 24,4 %. Азотные удобрения увеличили содержание в вегетативной массе азота на 57,5 % и корневой на 28,4 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бузуева А.С. Фациальная обеспеченность питательными элементами и влияние удобрений на продуктивность различных ценозов агроландшафта: дис... канд. с.-х. наук. – Саратов, 2018. – 174 с.
2. Влияние различных биоценозов на отдельные морфологические признаки почв черноземного типа / Л.Б. Сайфуллина [и др.] //



Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.А. Вавилова. – 2013. – № 6. – С. 45–49.

3. Влияние почвенно-агрохимических показателей на формирование корневой системы яровой мягкой пшеницы (*triticum aestivum* L.) в различных погодных условиях на черноземах южных / И.Ф. Медведев [и др.] // Проблемы агрохимии и экологии. – 2014. – № 3. – С. 8–13.

4. Горбань О.И. Распределение биомассы и азота между органами растений разных генотипов яровой твердой пшеницы // Нива Поволжья. – 2011. – № 4(21). – С. 16–20.

5. Динамика развития корневой системы яровой пшеницы в условиях активного проявления засух и различной обеспеченности элементами питания растений / И.Ф. Медведев [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 8. – С. 6–10.

6. Духанин К.С. К вопросу о скорости разложения корневых и пожнивных остатков трав и травосмесей на почвах засушливого Юго-Востока // Почвоведение. – 1940. – № 11. – С. 49–54.

7. Изменение ботанического и химического состава растительности на пашне при ее длительном нахождении в залежном состоянии / И.Ф. Медведев [и др.] // Кормопроизводство. – 2006. – № 9. – С. 13–17.

8. Медведев И.Ф., Гусев В.А., Каземиров С.В. Изменение продуктивности и химического состава органических остатков в процессе ремутации деградированной пашни: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 117-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. – Саратов, 2004. – С. 70–73.

9. Пронько В.В., Журавлёв Д.Ю., Климова Н.Ф. Изменения плодородия черноземных почв Поволжья и роль минеральных удобрений в повышении их продуктивности // Вестник

Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2007. – № 5. – С. 77–79.

10. Тарановская М.Г. Методы изучения корневых систем. – М.: Сельхозгиз., 1957. – 216 с.

Медведев Иван Филиппович, д-р с.-х. наук, проф., главный научный сотрудник отдела экологии агроландшафтов, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», Россия.

Бузуева Анастасия Сергеевна, канд. с.-х., научный сотрудник отдела экологии агроландшафтов, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», Россия.

Ефимова Валентина Ивановна, научный сотрудник отдела экологии агроландшафтов, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», Россия.

Молчанов Илья Олегович, младший научный сотрудник отдела экологии агроландшафтов, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», Россия.

410010, г. Саратов, ул. Тулайкова, д. 7.
Тел.: (88452) 64-76-88.

Панасов Михаил Николаевич, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, Россия.

Гусакова Наталия Николаевна, д-р хим. наук, проф. кафедры «Ботаника, химия и экология», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, Россия.

Назаров Виктор Алексеевич, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, Россия.

410012, г. Саратов, Театральная пл., д. 1.
Тел.: (88452) 23-32-92.

Ключевые слова: пашня; целина; залежь; корневая масса; вегетативная масса; ГТК; удобрение.

THE EFFECT OF NITROGEN FERTILIZERS ON THE FORMATION OF ROOT AND VEGETATIVE MASSES OF PLANTS OF VARIOUS CENOSIS

Medvedev Ivan Philippovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher, Agricultural Research Institute for South-East Region, Russia.

Buzueva Anastasiya Sergeevna, Candidate of Agricultural Sciences, Researcher, Agricultural Research Institute for South-East Region, Russia.

Ephimova Valentina Ivanovna, Researcher, Agricultural Research Institute for South-East Region, Russia.

Molchanov Ilya Olegovich, Younger Researcher, Agricultural Research Institute for South-East Region, Russia.

Panasov Mikhail Nikolaevich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Agriculture, Amelioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Russia.

Gusakova Natalya Nikolaevna, Doctor of Chemical Sciences, Professor of the chair "Botany, Chemistry and

Ecology", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Russia.

Nazarov Viktor Alekseevich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Agriculture, Amelioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Russia.

Keywords: arable land; virgin lands; deposit; root mass; vegetative mass; hydrothermal index; fertilizer.

The article presents the results of a study of the effect of nitrogen fertilizers on the productivity of the root and vegetative masses of various cenosis (virgin lands, fallow lands, arable land under spring wheat) in an agrolandscape.

