

УДК 631.452:631:582

UDC 631.452:631:582

**ВЫСОТА РАСТЕНИЙ И НАКОПЛЕНИЕ  
БИОМАССЫ ЛЮЦЕРНОВЫМ  
АГРОЦЕНОЗОМ ПРИ ВНЕСЕНИИ  
УДОБРЕНИЙ**

**PLANT HEIGHT AND ACCUMULATION OF  
ALFAALFA BIOMASS AGROTCENORE WHEN  
FERTILIZING**

Дроздова Виктория Викторовна  
к.б.н., доцент кафедры агрохимии

Drozдова Viktoria Viktorovna  
Cand.Biol.Sci., assistant professor of the Agro  
chemistry faculty

Шеуджен Асхад Хазретович  
д.б.н., чл.-корр. РАСХН, профессор

Sheudzhen Askhad Khazretovich  
Dr.Sci.Biol., professor, Corr. Member of Academy of  
Agricultural Sciences

Хуако Амеран Юнусович  
бакалавр, факультет агрохимия и почвоведение  
*Кубанский государственный аграрный  
университет, Краснодар, Россия*

Huako Ameran Yunusovich  
bachelor of the Agro chemistry and soil science faculty  
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

Представлены результаты исследования по  
изучению влияния минеральных удобрений на  
высоту растений и накопление биомассы  
растениями люцерны

The article presents the results of studies of the  
influence of fertilizers on plants height and  
accumulation of the biomass of alfalfa

Ключевые слова: ЛЮЦЕРНА, ЧЕРНОЗЕМ  
ВЫЩЕЛОЧЕННЫЙ, МИНЕРАЛЬНЫЕ  
УДОБРЕНИЯ, ВЫСОТА РАСТЕНИЙ, БИОМАССА

Keywords: SEMANTIC MEDICAGO, BLACK  
LEACHED SOIL, FERTILIZERS, PLANT HEIGHT,  
BIOMASS

## Введение

**Распространение.** Родина люцерны - Иран, предгорья и горы Средней Азии и Кавказа. Она возделывается во всех земледельческих зонах земного шара. В северном полушарии ее посевы заходит за Полярный круг (Скандинавские страны - 69°с.ш.), в южном - широко культивируется в Океании (Новая Зеландия - 45°ю.ш.) и Южной Америке (Аргентина и Чили - 55°ю.ш.}. В Российской Федерации люцерну возделывают в Центрально-Черноземном, Поволжском, Северо-Кавказском регионах. Здесь при орошении она дает по 10-12 т/га сена. Многие хозяйства Ставропольского, Краснодарского краев, Ростовской, Волгоградской областей получают сена по 12-20 т/га. Высокая зимостойкость и долголетие люцерны делают ее перспективной для Центрального района Нечерноземной зоны.

**Требования к почве и особенности минерального питания растений.**

Лучше всего люцерна растет на хорошо воздухо- и водопроницаемых черноземах, каштановых и бурых почвах, на сероземах, темно-серых лесостепных суглинках, на супесях с плодородной подпочвой. Она плохо удаётся при высоком уровне стояния грунтовых вод, а также на заболоченных и дерново-подзолистых с неглубоким пахотным горизонтом, каменистых и хрящеватых почвах. Основной ее ареал - нейтральные и щелочные почвы как бескарбонатные, так и карбонатные, причем содержание  $\text{CaCO}_3$  может достигать больших значений (до 15-20 %) без заметного негативного воздействия на растения. Следует считать оптимумом люцерны рН 7,0-8,6 (табл. 5; Вальков В.Ф. и др., 2007). При рН 5 клубеньки на корнях люцерны почти не развиваются, а в единичных клубеньках бактерии практически не фиксируют азот из воздуха. Положительная особенность люцерны - ее солевыносливость, способность рассаливать почвы, предупреждая вторичное засоление, что важно при возделывании ее в орошаемых севооборотах. Корни люцерны активно участвуют в создании почвенного плодородия. Они вовлекают в почвообразовательный процесс большую массу органического вещества после своего отмирания и особенно азота, синтезированного клубеньковыми бактериями. Почти все учебники по растениеводству приводят классическое сравнение Д.Н. Прянишникова: люцерна после трех лет оставляет на 1 га такое же количество органического вещества и азота, какое содержится примерно в 60 т навоза. Корни люцерны способствуют улучшению физического состояния почвы. Хорошо развиваясь в уплотненных слоях и горизонтах, люцерна рыхлит их, делает более благоприятными для последующих культур. Важная экологическая особенность люцерны - слабая чувствительность к уплотнению почв. Поэтому для люцерны вполне пригодны все слитые почвы и почвы со слитыми горизонтами. Люцерна прекрасно удаётся на тяжелых по

гранулометрическому составу глинистых почвах, даже заплывающих и бесструктурных. Эти почвы улучшаются после люцерны. Эта культура для формирования 1 т сена потребляет: N - 39 кг, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 10, K<sub>2</sub>O - 24, CaO - 15, Mg - 8 кг. Особенно чувствительна люцерна к уровню фосфорного питания в период первых 20-25 дней после прорастания семян и до появления 6-7-го листа. При этом известно, что в первый период жизни она плохо усваивает труднорастворимые в воде формы фосфатов. В более поздних фазах развития люцерны усваивающая способность ее коневой системы повышается.

**Место в севообороте.** В полевых севооборотах степных районов люцерну чаще подсевают под покров яровых зерновых, реже под просо, суданскую траву или междурядья кукурузы. В хлопкосеющих районах ее высевают в растущий хлопчатник или возделывают с суданской травой, сорго или кукурузой. Люцерна дает высокие урожаи лишь на чистых от сорняков плодородных и хорошо обеспеченных влагой полях. В степных неорошаемых районах хорошими предшественниками для нее являются зерновые, идущие по черному пару, кукуруза, лен масличный, бахчевые. Сахарная свекла - плохой предшественник люцерны, так как она сильно иссушает почву. В орошаемом земледелии люцерну можно размещать практически по любому предшественнику. Высевают ее и без покрова. В севообороте люцерну выращивают в течение 2-3 лет. Нередко ее возделывают на выводных полях, где она дает высокие урожаи в течение 7-10 лет.

**Удобрение.** Система удобрения люцерны определяется биологическими особенностями культуры, величиной планируемых урожаев, почвенно-климатическими условиями и обеспеченностью люцерны, агрономическим фоном возделывания. Главная особенность люцерны - циклический характер ее роста и развития, то есть в течение всего вегетационного

периода у нее отрастают и развиваются побеги, и это происходит в течение 2-3 лет.

Люцерна хорошо отзывается на органические удобрения, внесенные под покровную культуру. Норма навоза -15-20 т/га в степных районах и в увлажненных - 25-40 т/га. На сильно засоленных почвах хорошее положительное действие оказывают гипс и органические удобрения. В ранний период развития растения люцерны высоко отзываются на фосфорные удобрения. При выращивании люцерны на неорошаемых землях в случае ее посева под покров других культур, кроме удобрений, предусматриваемых для покровной культуры, надо дополнительно вносить фосфорные удобрения из расчета  $P_{30-45}$ . При беспокровном посеве люцерны количество вносимого до посева фосфорного удобрения целесообразно увеличить до  $P_{60-90}$ . В случае выращивания люцерны на поливных землях целесообразно дозу увеличить до  $P_{90-120}$ . Рекомендуется внести вместе с семенами гранулированный суперфосфат из расчета  $P_{15-20}$ . При выращивании люцерны и травосмесей с ней на неорошаемых землях необходимо вносить до посева трав и покровной культуры дополнительно вносить  $K_{30-45}$ . При посеве люцерны без покрова норму увеличивают до  $K_{50-60}$ . На поливных землях под люцерну необходимо вносить  $K_{60-90}$ . Не следует вносить калийные удобрения под люцерну на солонцеватых почвах. При хорошем развитии клубеньковых бактерий люцерна не нуждается в минеральном азотном удобрении. На дерново-подзолистых и серых лесных, почвах с повышенной кислотностью, бедных органическим веществом и не удобренных навозом в самом начале развития, люцерна нуждается в доступных ей минеральных азотных соединениях. Внесение перед посевом люцерны и травосмесей с ней необходимого количества минерального азотного удобрения (30-60 кг/га) дает положительные результаты. Однако под действием азота даже при его совместном внесении с фосфором отмечается вытеснение люцерны из травостоя.

Поэтому для повышения урожайности бобово-злаковых травосмесей азот применяют со 2-3 го года пользования. Если под покровную культуру и люцерну не вносили удобрений и люцерна после уборки покровного растения плохо растет вследствие бедности почвы питательными веществами в легкодоступных формах, необходима осенняя подкормка ее. Осенью люцерну целесообразно подкармливать фосфорными и калийными удобрениями по 30-45 кг/га каждого элемента при возделывании без орошения и по 60-90 кг при выращивании в условиях орошения. Осенью второго и последующих лет жизни посеvy подкармливают из расчета фосфорных и калийных удобрений по 30-45 кг/га. Одновременно, посеvy люцерны подкармливают после каждого укоса. Для хорошего развития клубеньковых бактерий на корнях люцерны перед посевом необходимо проводить нитрогенизацию семян. Особенно она необходима на новых участках. Люцерна сильно реагирует на недостаток молибдена и бора. Недостаток молибдена вызывает нарушение азотного и белкового обмена в растениях и замедляет фиксацию азота клубеньковыми бактериями. При низком содержании молибдена в почве можно предотвратить снижение урожая люцерны внесением в почву 1-4 кг/га молибдата аммония. Хороший эффект дает также предпосевное опудривание семян молибдатом аммония. Необоснованного внесения этого элемента надо избегать, так как слишком высокое его содержание в корме может привести к заболеванию животных. Бор способствует формированию цветков и семян люцерны и поэтому имеет особое значение для семеноводства. Недостаток его в почве можно устранить внесением 1-2 кг/га борного удобрения в пересчете на д.в.. На выщелоченных черноземах Кубани борные, кобальтовые, марганцевые, медные, молибденовые и цинковые микроудобрения вносятся перед посевом люцерны из расчета 3 кг/га в пересчете на д.в.

Рост и развитие растений являются интегральными показателями эффективности физиолого-биохимических процессов в живом организме.

Они тесно связаны с минеральным питанием, фотосинтезом, водообменном и, в конечном счете, определяют структуру, величину и качество урожая. Интенсивность ростовых процессов определяется генотипом сорта, но степень его реализации в значительной мере зависит от почвенно - климатических условий и технологии возделывания культуры. Поэтому все агрономические исследования имеют конечную цель - познание сложных механизмов и законов роста и развития растений с тем, чтобы на основе этих знаний уметь создавать наиболее благоприятные условия для формирования урожая [1].

О происходящих в растении процессах роста может свидетельствовать ряд признаков, к которым относятся, прежде всего, высота и биомасса растения.

Цель исследований - определить влияние минеральных удобрений на рост растений и формирование биомассы люцерновым агроценозом.

#### **Методика исследований.**

Исследования проводили на стационарном полевом опыте кафедры агрохимии Кубанского ГАУ, заложенном в 1981 году на территории учхоза "Кубань". Объект исследования - сорт люцерны Славянская местная второго года жизни. Почва стационара - чернозем выщелоченный слабогумусный сверхмощный легкоглинистый на лессовидных тяжелых суглинках. Агрохимическая характеристика почвы и погодные условия в годы проведения исследований приведены в ряде опубликованных работ [2-4].

Опыт включает 16 вариантов и представляет собой выборку 1/4 часть полного факториального эксперимента  $4 \times 4 \times 4$ , образованного тремя факторами: азотом, фосфором и калием с использованием четырех доз: 0;1;2;3. За единичную дозу принято  $N_{10}P_{10}K_{10}$ . Посевная площадь делянок  $162 \text{ м}^2$ , учетная -  $63 \text{ м}^2$ ; размещение вариантов - рендомезированное. Минеральные удобрения вносили в форме аммонийной селитры, двойного

суперфосфата и хлористого калия под ранневесеннее боронование. Агротехника в опыте общепринятая для данной зоны. Размер, конфигурация и размещение делянок позволили механизировать все процессы по уходу за посевами и уборке урожая. Растительные образцы отбирали поделяночно с каждого варианта и каждой повторности. Линейные размеры растений определяли путем измерений; сухую массу - высушиванием в термостате при температуре 105°C в течение 6 ч [5].

### **Результаты исследований.**

Высота растений является одним из показателей, характеризующих состояние посевов люцерны. Оптимизация условий минерального питания растений, как правило, способствует лучшему их росту и развитию, а в конечном итоге и большей продуктивности посевов. В наших исследованиях удобрения благоприятствовали линейному росту растений люцерны (таблица 1).

Таблица 1 - Рост растений люцерны при внесении минеральных удобрений

Вари- ант	Высота растений, см.									
	2003 г.		2004 г.		2005 г.		среднее		Среднесуточный прирост, см.	
	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос
000	52,8	47,6	59,5	54,8	64,0	55,5	58,8	52,6	1,01	0,86
200	65,2	60,8	67,0	64,6	68,9	65,8	67,0	63,7	1,16	1,04
020	54,8	51,4	61,2	55,8	65,1	57,0	60,4	54,7	1,04	0,9,
002	54,0	49,9	60,2	55,2	64,8	56,4	59,7	53,8	1,03	0,88
220	66,7	61,5	68,9	65,4	69,5	66,7	68,4	64,5	1,18	1,06
202	65,8	61,0	68,0	65,1	69,3	66,2	67,7	64,1	1,17	1,06
022	53,6	48,5	60,0	55,0	64,5	55,5	59,4	53,0	1,02	0,87
222	67,4	62,7	71,1	68,5	72,7	69,0	70,4	66,7	1,21	1,09
111	62,4	58,8	63,9	59,4	65,8	61,4	64,0	59,9	1,10	0,98
311	67,0	62,1	70,8	67,8	70,5	67,9	69,4	65,9	1,20	1,08
131	61,5	57,5	62,9	59,0	63,5	60,0	62,6	58,8	1,08	0,96
113	61,1	57,0	61,6	58,8	63,0	59,7	67,5	58,5	1,16	0,69
331	67,1	62,8	70,5	68,0	71,0	68,2	69,5	66,3	1,20	1,09
313	67,3	62,1	70,5	67,2	70,8	68,0	69,5	65,8	1,20	1,08
133	57,4	53,8	61,1	57,1	62,4	59,2	60,3	56,7	1,04	0,93
333	68,0	63,1	71,8	69,3	72,8	69,4	70,9	67,3	1,22	1,10

На момент скашивания первого укоса, растения люцерны контрольного варианта имели высоту 52,8-64,0 см, второго укоса - 47,6-55,5 см. Среднесуточный прирост растений в высоту по средним за 3 года данным составил соответственно 1,01 и 0,86 см.

Внесение удобрений во все годы исследований положительно повлияло на высоту растений люцерны. Так, при внесении одинарных доз минеральных удобрений ( $N_{10}P_{10}K_{10}$ ) растения первого укоса превышали контроль по высоте на 8,84%, второго - на 13,88%. Еще более значительным было действие на этот показатель двойных доз ( $N_{20}P_{20}K_{20}$ ). Высота растений на этом варианте превышала контроль в момент первого укоса на 19,73%, второго - на 26,81%. Внесение тройных доз удобрений ( $N_{30}P_{30}K_{30}$ ) не способствовало дальнейшему увеличению высоты растений как первого, так и второго укосов. На вариантах  $N_{10}P_{10}K_{10}$ ,  $N_{20}P_{20}K_{20}$ ,  $N_{30}P_{30}K_{30}$ , среднесуточный прирост растений в высоту в первом укосе превышал контроль на 0,09, 0,19 и 0,21 см, во втором - на 0,12, 0,23 и 0,24 см. При раздельном внесении минеральных удобрений на посевах люцерны наибольшее влияние на среднесуточный прирост и высоту растений в целом оказали азотные, наименьшее калийные. Действие фосфорных удобрений на эти показатели было более заметным, чем калийные, но значительно слабее азотных.

Наиболее объективные сведения о состоянии люцернового агроценоза предоставляет количество зеленой массы к моменту укоса и содержание в ней сухого вещества.

За годы исследований зеленая масса люцерны в первом укосе контрольного варианта колебалась от 106,4 до 176,3 ц/га и в среднем составляла 141,3 ц/га; второго укоса - от 84,5 до 145,1 ц/га соответственно (таблица 2).

Таблица 2 - Накопление зеленой массы люцерновым агроценозом при внесении минеральных удобрений.

Вариант	Зеленая масса, ц/га									
	2003 г.		2004 г.		2005 г.		среднее		Среднесуточный прирост, ц/га.	
	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос
000	106,4	84,5	141,2	127,9	176,3	145,1	141,3	119,2	2,44	1,95
200	126,7	92,7	147,3	129,4	205,6	175,2	159,8	132,4	2,76	2,17
020	112,1	96,1	151,0	123,0	181,3	159,7	148,1	126,3	2,55	2,07
002	108,0	91,8	143,0	127,1	179,4	157,7	143,5	125,5	2,47	2,06
220	127,0	107,0	146,4	129,4	192,4	187,4	155,3	141,3	2,68	2,32
202	119,0	95,3	179,3	149,8	196,6	167,5	165,0	137,5	2,70	2,25
022	104,0	78,0	164,0	130,0	195,5	171,5	154,5	126,5	2,66	2,07
222	148,0	114,1	182,3	167,3	232,1	206,5	187,5	162,6	3,23	2,66

111	126, 0	109, 0	143, 0	113, 0	191, 0	160, 1	153, 3	127, 4	2,64	2,09
311	138, 0	108, 4	144, 0	106, 5	188, 4	171, 1	156, 8	128, 7	2,70	2,11
131	110, 0	105, 9	145, 2	137, 9	183, 2	158, 9	146, 1	134, 2	2,52	2,20
331	118, 0	89,1	156, 7	137, 2	209, 2	201, 8	170, 0	149, 1	2,78	2,30
113	108, 0	83,2	153, 1	139, 8	193, 0	186, 9	151, 4	136, 6	2,61	2,24
313	191, 0	132, 3	151, 5	137, 4	180, 6	151, 3	174, 4	140, 3	3,01	2,30
133	76,8	57,1	176, 3	146, 6	193, 3	183, 6	148, 8	129, 1	2,56	2,12
333	116, 0	87,1	179, 5	140, 5	229, 8	227, 2	175, 1	151, 6	3,02	2,48

Максимальную зеленую массу посева люцерны формировали к первому укосу. Разница между первым и вторым укосами составляет в среднем за три года на контроле 22,1 ц/га. Среднесуточный прирост зеленой массы люцерны к первому укосу составляет 2,44 ц/га, второму - 1,95 ц/га.

Удобрения существенно влияли на накопление зеленой массы посевами люцерны. В зависимости от вида, сочетания, и дозы их внесения, зеленая масса в среднем за три года в первом укосе возросла на 2,2-46,2

ц/га, максимальное ее увеличение отмечено на варианте  $N_{20}P_{20}K_{20}$ . Среднесуточный прирост зеленой массы на этом варианте к первому укосу превысил контроль на 0,79 ц/га, ко второму - на 0,71 ц/га.

Минеральные удобрения оказали положительное влияние на накопление сухого вещества люцерновым агроценозом. Степень их действия на этот показатель в значительной степени зависел от вида, сочетания и дозы (таблица 3).

Таблица 3 - Накопление сухого вещества люцерновым агроценозом при внесении минеральных удобрений.

Вариант	Сухая масса, ц/га									
	2003 г.		2004 г.		2005 г.		среднее		Среднесуточный прирост сухого вещества, ц/га.	
	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос
000	36,4	25,5	34,1	30,3	42,7	34,6	37,7	30,1	0,65	0,49
200	41,0	28,0	37,6	33,1	46,8	41,5	41,8	34,2	0,72	0,56
020	38,5	26,0	36,5	31,2	43,9	37,8	39,6	31,7	0,68	0,52
002	37,0	25,8	34,6	30,1	43,4	37,3	38,3	31,1	0,66	0,51
220	42,5	28,5	38,8	32,5	47,2	41,8	42,8	34,3	0,74	0,56
202	41,9	29,0	40,4	36,5	47,6	40,7	43,3	35,4	0,75	0,58
022	38,8	26,1	39,7	28,8	43,6	42,3	40,7	32,4	0,70	0,53
222	45,5	38,6	44,1	39,7	55,2	49,9	48,3	42,7	0,83	0,70

111	39,0	26,0	40,0	29,0	46,2	42,8	41,7	32,6	0,72	0,53
311	40,0	25,9	40,8	29,7	45,6	40,6	42,1	32,1	0,73	0,52
131	40,0	25,2	37,1	30,7	44,8	39,2	40,6	31,7	0,70	0,52
113	36,8	26,7	37,1	33,1	46,7	44,3	40,2	34,7	0,69	0,57
331	41,0	35,6	36,6	32,6	50,2	49,6	42,6	39,3	0,73	0,64
313	38,7	35,4	41,2	30,2	50,0	46,3	43,3	37,3	0,75	0,61
133	36,4	27,3	38,4	28,0	46,4	40,4	40,4	31,9	0,70	0,52
333	44,8	38,6	43,4	33,3	50,6	43,6	46,3	38,5	0,80	0,63

Виды удобрений по действию на накопление сухого вещества люцерновым агроценозом располагаются в следующий возрастающий ряд: калийные<фосфорные< азотные. Такой характер их действия проявляется как во время первого, так и второго укосов. Минеральные удобрения оказали наибольшее влияние при совместном их применении. Максимальный в опыте прирост сухого вещества отмечен при внесении  $N_{20}P_{20}K_{20}$ . Среднесуточный прирост сухого вещества на этом варианте во время первого укоса зеленой массы превышал контроль на 0,18 ц/га, в момент второго укоса - на 0,21ц/га.

Таким образом, в условиях Западного Предкавказья на черноземе выщелоченном минеральные удобрения, вносимые на посевах люцерны второго года жизни под ранневесеннее боронование из расчета  $N_{20}P_{20}K_{20}$  существенно увеличивают прирост растений в высоту, способствуют более интенсивному накоплению биомассы люцерновым агроценозом.

### Литература

1. Шеуджен А.Х. Агрехимические основы применения удобрений/ А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева, С.В. Кизинек - Майкоп: "Полиграф-Юг", 2003.-572с.
2. Шеуджен А.Х. Система удобрения/ А.Х. Шеуджен, Н.Н. Нецадим, Л.М. Онищенко. - Краснодар: КубГАУ, 2009. - 206с.
3. Дроздова В.В. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зеленой массы люцерны/ В.В. Дроздова, А.Х. Шеуджен, Н.Н. Нецадим, А.Н. Лиманский. - Плодородие. 2013. №6 (75). С. 15-18.
4. Дроздова В.В. Агрехологическая эффективность применения минеральных удобрений при выращивании люцерны на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья/ В.В. Дроздова, А.Х. Шеуджен, Н.Н. Нецадим. Труды КубГАУ. 2013. №4 (43). С. 47-51
5. Куракаев В.Т. Агрехимия/ В.Т. Куркаев, А.Х. Шеуджен. - Майкоп: ГУРИПП "Адыгея", 2000. С. 552.

### References

1. Sheudzhen A.H. Agrohicheskie osnovy primeneniya udobrenij/ A.H. Sheudzhen, T.N. Bondareva, S.V. Kizinek - Majkop: "Poligraf-Jug", 2003.-572s.
2. Sheudzhen A.H. Sistema udobrenija/ A.H. Sheudzhen, N.N. Neshhadim, L.M. Onishhenko. - Krasnodar: KubGAU, 2009. - 206s.
3. Drozdova V.V. Vlijanie mineral'nyh udobrenij na urozhajnost' i kachestvo zelenoj massy ljucerny/ V.V. Drozdova, A.H. Sheudzhen, N.N. Neshhadim, A.N. Limanskij. - Plodorodie. 2013. №6 (75). S. 15-18.
4. Drozdova V.V. Agrojekologicheskaja jeffektivnost' primeneniya mineral'nyh udobrenij pri vyrashhivanii ljucerny na chernozeme vyshhelochennom Zapadnogo Predkavkaz'ja/ V.V. Drozdova, A.H. Sheudzhen, N.N. Neshhadim. Trudy KubGAU. 2013. №4 (43). S. 47-51
5. Kurakaev V.T. Agrohimija/ V.T. Kurkaev, A.H. Sheudzhen. - Majkop: GURIPP "Adygeja", 2000. S. 552.