

УДК 631.353

UDC 631.353

**АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ
ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ МНОГОЛЕТНИХ
КУЛЬТУР**

**AGROCLIMATIC FACTORS OF FORMATION
OF A CROP OF LONG-TERM CULTURES**

Апхудов Тимур Муаедович
к.т.н., доцент

*Кабардино-Балкарская государственная
сельскохозяйственная академия им. В.М.Кокова,
Нальчик, Россия*

Aphudov Timur Muaedovich
Cand.Tech.Sci., associate professor

*Kabardino-Balkarian state agricultural academy of
V.M.Kokov, Nalchik, Russia*

Твердохлебов Сергей Анатольевич
к.т.н., доцент

*Кубанский государственный аграрный
университет, Краснодар, Россия*

Tverdokhlebov Sergey Anatolyevich
Cand.Tech.Sci., associate professor

Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

В статье приводятся результаты анализа агрометеорологических факторов формирования урожая многолетних культур. Корреляционно-регрессионный анализ данных условий и роста бобовых и злаковых трав позволил установить высокую корреляционную зависимость между изменением урожая и числом дней роста для злакового травостоя. Замечено, что изменение продуктивности бобовых менее тесно связано с временем формирования травостоя, чем злаковых. Причем, у удобряемых бобовых и злаковых коэффициент корреляции между урожаем и сроком роста травы выше, чем у удобряемых. Установлена обратная корреляционная зависимость между изменениями содержания сырого протеина, золы в корме с первого укоса злакового травостоя и соответственно суммой температур более 5°C

In the article, the results of the analysis of agrometeorological factors of formation of a crop of long-term cultures are resulted. The regressive correlation analysis of the given conditions and growth of bean and cereal grasses has allowed to establish high correlation dependence between change of a crop and number of days of growth for cereal herbage. It is noticed, that change of the efficiency of the bean is less closely connected with time of formation of herbage, than cereals. Also, for fertilized bean and cereal the correlation factor between the crop and the term of growth of the grass is higher, than for not fertilized ones. The backward correlation dependence between the changes of the maintenance of a raw protein, ashes in a forage from the first hay crop of cereal herbage and, accordingly, the sum of temperatures more 5°C is established

Ключевые слова: АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ
ФАКТОРЫ, УРОЖАЙ,
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ

Keywords: AGROMETEOROLOGICAL FACTORS,
CROP, AGRICULTURAL CROPS

Агрометеорологические факторы формирования урожая многолетних трав мы рассматриваются на основе обобщенных данных. Из каждого опыта выделяются контрольные варианты для характеристики удобряемого травостоя и один-два варианта, оптимальные для этой схемы. Урожайность злакового удобряемого травостоя колеблется от 0,2...4 т/га сухой массы до 6,5 т. За один прирост биомасса в среднем составляла 20...50 кг, в некоторых вариантах – до 80...90 кг. Удобрение злаков повышало урожайность от 6,0 до 6,5 и даже 12,6 т/га сухой массы.

Прирост сухого вещества при этом увеличивался до 159 кг в день на 1 га (табл. 1).

Таблица 1 – Агрометеорологические условия роста сеяных травостоев

$\sum TA > 5^{\circ}C$	$\sum TA > 10^{\circ}C$	$\sum P$, мм	Урожайность т/га сухой массы	Число дней роста	Скорость прироста массы, кг/ день
1	2	3	4	5	6
Злаковый травостой					
440	180	100	1,7	64	25,5
300	100	90	0,6	45	12,8
400	160	90	3,4	66	50,2
750	390	140	6,5	82	81,0
370	160	50	3,5	49	80,2
545	240	79	5,8	65	91,0
530	100	90	0,6	50	12,8
490	140	80	3,5	67	50,2
640	350	150	6,0	84	82,1
500	150	45	3,0	50	82,1
550	240	75	6,0	65	92,0
550	300	270	1,4	46	27,2
390	240	70	1,1	35	31,2
530	320	240	1,9	62	28,1
820	540	290	5,6	91	72,5
330	110	48	2,8	50	55,5
290	140	26	1,6	35	46,0
Бобовый травостой					
640	331	175	4,3	68	63,1
520	285	78	4,2	54	80,0
650	310	210	2,5	80	33,0
400	230	270	2,6	35	48,0
500	260	100	3,0	53	57,0
820	540	110	3,3	57	56,0
1	2	3	4	5	6
550	340	49	2,2	47	52,0
680	325	213	4,5	83	54,0
630	345	175	4,9	65	69,5
540	285	78	6,5	54	90,9
350	125	49	3,6	50	66,7
520	270	103	3,2	55	59,5
820	510	101	3,0	57	56,0

Урожайность бобового травостоя по вариантам была в пределах от 2,5 до 6,5 т/га сухой массы. Прирост сухого вещества в день на таких травостоях составляет 50...60 кг/га.

Корреляционно-регрессионный анализ данных агрометеорологических условий и роста бобовых и злаковых трав позволил установить высокую корреляционную зависимость ($r=0,68$) между изменением урожая (Y) и числом дней роста для злакового травостоя она выражается уравнением:

$$Y = -26,4 + 1,11 X.$$

Полученное уравнение регрессии указывает на то, что с увеличением времени формирования биомассы на 1 день прирост продукции составляет 100 кг с 1 га сухой биомассы. В большинстве случаев скорость роста объясняется именно временем формирования травостоя.

Средняя степень сопряженности ($r=0,51$) была между временем формирования и урожайностью бобового удобряемого травостоя:

$$Y = 2,03 + 0,604 X.$$

Обращает на себя внимание тот факт, что изменение продуктивности бобовых менее тесно связано с временем формирования травостоя, чем злаковых. Причем у удобряемых бобовых и злаковых коэффициент корреляции между урожаем и сроком роста травы выше, чем у неудобряемых.

В свое время об этом писал Работнов Т.А. [1], который утверждал, что при подходящих агроэкологических условиях, лучшей обеспеченности азотом ценные злаки приобретают способность давать высокие урожаи в более широких пределах степени увлажнения, аэрации и температурного режима.

Статистическая обработка данных позволила рассчитать корреляционные матрицы. С помощью их мы определяем направление и глубину взаимосвязей изменений урожайности и агроклиматических условий по видам трав для первого укоса и отав. Там, где степень связи тесная, рассчитываем уравнение регрессии.

Взаимосвязь числа дней формирования урожая и суммы активных температур для трав первого укоса и особенно для отав высокая. Ранее Гулинова Н.В. [2] установила среднее многолетнее значение сумм эффективных температур до начала цветения и других фаз развития для различных видов трав. Зная сумму температур, необходимую, например, для наступления начала цветения, срок сенокошения и ожидаемую среднюю суточную температуру, она предложила по уравнению регрессии рассчитать, через сколько дней можно скашивать траву. Зная ожидаемые погодные условия, по месячному прогнозу погоды можно рассчитать, через сколько дней растения сформируют запланированный уровень биомассы. Для травостоя с доминированием ежи сборной нами установлена зависимость урожая (X_4 от $\sum TA \rangle 5^\circ C (X_1)$); $\sum TA \rangle 10^\circ C (X_2)$; $\sum P$, мм (X_3) и числа дней роста (X_5):

$$X_4 = 3,45 - 0,77 X_1 + 0,80 X_2 - 0,002 X_3 + 4,13 X_5; R = 0,79.$$

При расчетах необходимо учитывать, что константы определены для удобренных травостоев.

В глобальном масштабе экологи обнаружили корреляцию продуктивности растительных сообществ с температурой и отчасти водообеспеченностью [3].

В наших исследованиях у ежи сборной обратная парная корреляционная зависимость ($r=-0,36$), хотя и умеренная для урожая и $\sum TA \rangle 10^\circ C$. Увеличение периода роста травостоев с доминированием

овсяницы луговой и ежи сборной в большей степени влияет на урожай ($r=-0,56$), чем у многолетних трав с преобладанием тимофеевки луговой ($r=-0,47$). Для последней выявлена обратная умеренная корреляционная зависимость ($r=-0,33$) между продуктивностью и $\sum P$. У Гулиновой Н.В. [2] урожайность сена тимофеевки повышается при увеличении количества осадков за первые два месяца вегетационного периода с 80 до 120 мм (на каждые 10 мм примерно 0,7 т/га). У нас в целом степень сопряженности урожайности и отдельных агроклиматических факторов за исключением числа дней роста для злаков умеренная, слабая, а то и вовсе отсутствует. Одна из причин этого в том, что условия формирования первого укоса и отав различаются и их надо рассматривать отдельно.

Урожайность первого укоса овсяницы луговой тесно коррелировала с $\sum TA)5^{\circ}C (X_1)$ и с $\sum TA)10^{\circ}C (X_2)$, соответственно $r=0,759$ и $r=0,803$:

$$Y=-4,9+0,107 X_1; Y=7,1+0,184 X_2.$$

Увеличение суммы активных температур на 1 градус изменяет продуктивность на 18 кг с 1 га сухой массы. Температура большую роль играет в формировании отавы тимофеевки луговой ($r = 825; 0,831$):

$$Y=4,1+0,05 X_1; Y=7,0+0,076 X_2.$$

Рост $\sum TA)10^{\circ}C$ на один градус увеличивает выход продукции отавы примерно на 8,0 кг сухой массы с 1 га. Наряду с $\sum TA)5^{\circ}C$ рост отавы ежи сборной определяется выпадающими осадками (X_a) ($r=0,624$):

$$Y=17,5+0,101 X_a.$$

При увеличении $\sum P$ на 1 мм урожай повышается на 10,0 кг с 1 га сухой массы. Сопряженность урожайности и погодных условий отдельно для первого укоса и отав зачастую бывает средняя и тесная.

Ларионова Н.П. и др. [4], Темирсултанов Э.Э. [5] отмечают, что сроки наступления фенофаз тимофеевки и овсяницы луговой зависят от погодных условий разных лет, причем в первую половину лета скорость наступления фенофаз определяется в основном количеством тепла, а при формировании отавы – характером распределения атмосферных осадков.

Погодные условия в наших опытах оказывают влияние на биохимический состав корма (табл. 2.) Установлена обратная корреляционная зависимость между изменениями содержания сырого протеина (Y_1), золы (Y_2) в корме с первого укоса злакового травостоя и соответственно суммой температур более 5°C (X_1) и суммой осадков (X_2).

$$Y_1=20,6-0,019 X_1; r=-0,745$$

$$Y_2=3,6-0,014 X_2; r=-0,472$$

Повышение $\sum TA > 5^{\circ}\text{C}$ на 1°C снижает количество протеина на 0,019%.

В отаве злакового травостоя $\sum TA > 5^{\circ}\text{C}$ на 60% определяет процент клетчатки в корме, повышение ее на 1°C увеличивает содержание клетчатки на 0,018%, что выражается уравнением:

$$Y=23,3+0,018 X; r=0,771.$$

Таблица 2 – Экологические условия и биохимический состав корма (среднее за проведенные годы)

$\sum TA > 5^{\circ}\text{C}$	$\sum TA > 10^{\circ}\text{C}$	$\sum P$, мм	Сырой протеин, %	NO_3 мг/кг	Сырая клетчатка, %	Сырая зола, %
1	2	3	4	5	6	7
Первый укос злакового травостоя						
430	180	102	14,5	85	25,0	8,0
450	230	70	10,9	45	30,2	7,0

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
320	92	140	15,0	300	29,2	6,5
520	210	120	11,2	305	32,0	5,4
480	232	165	9,2	440	27,5	6,2
380	140	100	13,8	39	26,5	8,0
390	280	68	11,0	40	33,4	7,6
280	77	97	14,2	440	30,2	7,0
400	150	87	14,0	475	27,0	6,6
420	205	90	11,0	695	27,4	6,8
350	100	87	17,0	80,5	25,7	8,0
295	130	60	16,2	220	25,1	8,1
200	38	62	15,6	221	25,0	7,5
310	105	70	13,0	520	30,1	6,4
400	169	90	14,0	530	25,4	7,9
Второй укос						
390	230	275	15,3	40	30,0	9,7
450	275	87	14,8	39	32,0	8,8
290	130	130	17,2	650	29,7	7,8
400	229	140	15,7	790	33,8	7,0
370	179	139	12,8	624	31,0	5,3
399	230	67	17,4	39	30,0	9,7
620	391	71	16,5	40	32,0	7,9
450	290	120	16,7	250	32,1	7,0
480	296	150	14,8	810	37,0	6,5
440	270	85	12,7	490	33,0	6,0
200	70	97	17,1	170	28,0	9,7
230	95	80	15,7	320	26,0	9,1
280	120	70	18,8	900	28,0	9,8
300	116	85	18,2	970	30,3	9,5

Для бобового травостоя связь изменения погодных условий и качества корма различная по фазам вегетации. В фазы бутонизации-цветения отмечается обратная тесная связь между суммой температур более 5°C и содержанием сырого протеина, сырой золы, Mn, Cu.

При самом высоком коэффициенте температур (более 10°C) отмеченная тенденция сохраняется.

Чем больше выпадает осадков на бобовый травостой первого укоса, тем в большей степени снижаются показатели биохимического состава. Особенно резко падает содержание Mn и сырой золы, коэффициент корреляции соответственно -0,92 и -0,95.

Связь изменений агроклиматических факторов и показателей качества в отавах бобового травостоя несколько другая. Помимо отрицательных корреляций отмечена положительная тесная связь суммы температур более 10°C с содержанием сырой клетчатки ($r=0,74$). С увеличением суммы осадков в корме повышается содержание Fe, Mn, Zn при коэффициенте корреляции соответственно 0,47; 0,76; и 0,82. Обобщение данных исследований влияния погоды на качество корма из бобового травостоя позволило рассчитать линейную зависимость содержания золы (Y) от $\sum TA > 5^\circ C$ (X_1) и от $\sum P$ (X_2):

$$Y_1 = 16,2 - 0,011 X_1; r = -0,691;$$

$$Y_2 = 18,5 - 0,021 X_2; r = -0,560.$$

Увеличение $\sum TA > 5^\circ C$ на 1°C снижает процент золы на 0,011 и аналогично для $\sum P$. Вообще с большей степенью точности в

зависимости от складывающихся погодных условий можно прогнозировать содержание в корме сырого протеина и клетчатки.

Выводы:

1. С увеличением времени формирования биомассы на 1 день прирост продукции составляет 100 кг с 1 га сухой биомассы.
2. Изменение продуктивности бобовых менее тесно связано с временем формирования травостоя, чем злаковых.
3. У удобряемых бобовых и злаковых коэффициент корреляции между урожаем и сроком роста травы выше, чем у удобряемых.
4. Степень сопряженности урожайности и отдельных агроклиматических факторов за исключением числа дней роста для злаков умеренная, слабая, или вовсе отсутствует.
5. Увеличение суммы активных температур на 1 градус изменяет продуктивность на 18 кг с 1 га сухой массы.
6. С увеличением суммы осадков в корме повышается содержание Fe, Mn, Zn.

Список использованной литературы:

1. Работнов Т.А. О некоторых процессах, протекающих в травостое при внесении удобрений // Луга и пастбища. 1969. №3. С. 32–33.
2. Гулинова Н.В. Погода и урожай сеяных и луговых трав. Л.: Гидрометеиздат, 1982. 174 с.
3. Митчел Р. Экологические основы сравнительного изучения первичной продукции // Сельскохозяйственные экосистемы. Пер с англ. М.: Агропромиздат, 1987. С. 19–55.
4. Ларионова Н.П., Козлов Л.Г., Заводовская Ж.П. Ботанический состав и фенологическое развитие луговых агроценозов на осушенной торфяной почве //

Формирование луговых агроценозов на мелиорированных землях. – Петрозаводск, 1984. С. 45–60.

5. Темирсултанов Э.Э. Способы повышения продуктивности бобово-злаковых травостоев // Земледелие. 2002. №6. С.26.