

УДК 581.524.34

## ПОГОДИЧНОЕ ВАРЬИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ СТЕПНЫХ ПАСТБИЩ В СВЯЗИ С КЛИМАТИЧЕСКИМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ

© 2007 г. Ф. Н. Лисецкий

Белгородский государственный университет  
308015 Белгород, ул. Победы, 85  
E-mail: liset@bsu.edu.ru

Поступила в редакцию 24.04.2006 г.

Представлены результаты многолетних стационарных исследований по оценке массы растительного вещества в надземном ярусе степного пастбища и динамики почвенной влаги. На основе анализа погодичных и внутригодовых значений метеорологических параметров за период наблюдений установлена зависимость продуктивности от климатических изменений.

*Ключевые слова:* степные экосистемы, пастбища, климатические изменения.

Оценка влияния пастбищной нагрузки в условиях высокой природной вариабельности продуктивности степных сообществ недостаточно информативна при использовании данных одного и даже нескольких лет. Многолетние стационарные исследования показали, что в степных геосистемах продукционно-деструкционные процессы имеют строго определенную и четкую ритмичность, образуя многолетние циклы (Снытко и др., 1983). Поэтому для анализа обусловленности продуктивности экосистем климатической ритмикой необходимы исследования такой продолжительности, при которой могут реализоваться характерные периоды проявления хроноорганизации биоклиматических процессов.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исследования проводили в 1981–1995 гг. в Коминтерновском районе Одесской области Украины (земли пригородного совхоза “Одесский”). В этом районе (1,5 тыс. км<sup>2</sup>), представляющем собой Тилигуло-Куяльницкое межлиманье, еще в конце 50-х годов XX в. доля пастбищ и сенокосов составляла 17% от общей площади территории, а сейчас, ко времени предельной сельскохозяйственной освоенности, она сократилась до 11% от площади всех сельскохозяйственных угодий (9% от общей площади территории).

Репрезентативный участок, выбранный для наблюдений за продуктивностью пастбища (46,6 га), расположен в 5 км к северо-востоку от г. Одессы и в 8 км от побережья Черного моря. Этот район находится в зоне бризовой циркуляции, которую отличает засушливый климат (коэффициент увлажнения составляет 0,45–0,48), а также значительная вариация биоклиматических характери-

стик. По многолетним данным, превышение суммы атмосферных осадков в наиболее влажный год над количеством осадков, выпавших в наиболее засушливый год, составляет для соседних с Одессой метеостанций степной зоны от 2,5 до 3 раз, а для самой Одессы – 3,45 раза. (В отдельные экстремальные годы складывается экстрааридная обстановка. Например, в 1921 г. выпало лишь 192 мм атмосферных осадков, что при испаряемости в 800 мм определяет величину коэффициента увлажнения –0,24.)

Определенное влияние на местный климат оказывает соседство исследовательского полигона (в 3–3,5 км) с Большим Аджалыкским (Дофиновским) лиманом. Он питается в основном за счет фильтрации морской воды через пересыпь, поэтому вода лимана имеет среднюю минерализацию 21 ‰ (210 мг/л), которая летом увеличивается до 400 мг/л. Известно, что химизм атмосферных осадков в контактной зоне суша–море отличается определенным своеобразием: за счет процесса импальверизации на 1 га земной поверхности с моря и лиманов ежегодно поступает до 0,15–0,17 т солей, преимущественно хлоридов и сульфатов натрия и магния. В подзоне южных черноземов в среднем за год 77 дней отличаются атмосферной засухой и суховеями (Богданова, 1967). Прилиманные зоны в значительной степени подвержены влиянию сильных ветров (15–24 м/с, тогда как средние скорости ветра на юге Украины составляют лишь 4–5 м/с), что при низком проективном покрытии растительностью приводит к перераспределению подстилки на поверхности почвы в степных экосистемах и способствует распространению пожаров.

Близость района исследования к метеорологической станции позволяет более обстоятельно

изучить связь продуктивности и климата. Полигон, выбранный для целей мониторинга, представляет собой склон западной экспозиции по левому борту балки Глубокой (одно из двух верхних Бол. Аджалыкского лимана). Общая длина склона от водораздела до днища балки составляет 1.1 км. Верхняя и средняя части склона длиной 830 м и средним уклоном  $2.5^\circ$  распаханы. Нижняя четверть склона длиной 270 м и средним уклоном  $3.5^\circ$  задернована. Начало этой части склона представляет собой полого наклоненную террасу с абсолютной высотой 19 м; здесь и закладывали учетные площадки. Почва – чернозем южный малогумусный песчано-тяжелосуглинистый слабосмытый (мощность горизонта А – 10 см, гумусового – 33 см, вскипание от 10%-ного раствора соляной кислоты фиксируется с 16 см, сумма поглощенных оснований в гор. А – 24.9 мг · экв/100 г, содержание гумуса и карбонатов в слое 0–20 см – 2.8 и 4.0% соответственно, отношение С: N составляет 8.9,  $pH_{\text{водн}}$  6.85).

Обычно в южных черноземах количество обменного натрия не превышает 1–3% от суммы обменных оснований. Однако усиление степени физической солонцеватости (заметное уплотнение, признаки слитизации и ореховато-призматическая структура переходного горизонта) сопровождается заметным увеличением количества магния в почвенном поглощающем комплексе (ППК): чернозем южный, обрабатываемый на водоразделе, характеризовался содержанием обменного магния в гор. А от 3.2 до 3.6 мг · экв/100 г (15.5–18.0% от суммы), тогда как в гор. В1 и В2<sub>с</sub> оно возрастало до 22–23% от суммы ППК. В почве пастбища в слое 0–20 см содержалось 4.4–4.8 мг · экв/100 г обменного магния, что составило 19–20% от суммы обменных оснований, а доля обменного натрия была незначительной – только 1.7% от суммы.

Величину надземной фитомассы травостоя оценивали методом учетных площадок (25 × 25 см) в 4–6-кратной повторности с последующим высушиванием проб в термостате до абсолютно сухой массы. Для зеленой фитомассы относительная ошибка средних колебалась в пределах 9–13% и лишь в периоды стравливания увеличивалась до 18%. Для ветоши и подстилки в целом отмечено более значительное варьирование, которое в период максимальной пастбищной нагрузки приводило к увеличению относительной ошибки средних до 20–30%.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Территория исследования входит в состав геоботанического округа ксерофитноразнотравно-типчачково-ковыльных степей на темно-каштановых почвах и черноземах южных остаточного солонцеватых. Ботанический состав разнотравно-злакового фитоценоза довольно разнообразен: в мае–

июне на площадке размером 1 м<sup>2</sup> насчитывается от 25 до 34 видов цветковых растений, в июле–сентябре – от 8 до 19. В травостое преимущественно доминируют злаки: овсяница валлиская, или типчак (*Festuca valesiaca* Gaud.), тонконог гребенчатый (*Koeleria cristata* (L.) Pers.), мятлик луковичный (*Poa bulbosa* L.). В днищах оврагов, расчленяющих склоны балки, видовой состав злаков отличается большим участием мезофитов: лисохвоста равного (*Alopecurus aequalis* Sobol.), пырея корневищного (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), осоки узколистной (*Carex stenophylla* Wahl.), мятлики узколистной (*Poa angustifolia* L.). В отдельные годы на исходе лета (август) значительным участием в общей фитомассе (59%) отличался цветущий ковыль-волосатик (*Stipa capillata* L.). Другие виды ковылей – Лессинга и украинский (*S. lessingiana* Trin. et Rupr., *S. ucrainica* P. Smirn.) – встречались преимущественно на балочных склонах, а максимум зеленой фитомассы (24.34 ц/га, с ветошью – 36.14 ц/га) наблюдался с конца апреля по июнь.

Значительную роль в весеннем аспекте (апрель–май) играют кринитария мохнатая (*Crinitaria villosa* Cass.), молочай Сегьеров (*Euphorbia seguieriana* Neck.), лен многолетний (*Linum perenne* L.), люцерна хмелевидная (*Medicago lupulina* L.), вероника степная (*Veronica seppacea* Kotov), наголоватка мягчайшая (*Jurinea mollissima* Klok.). Реже встречались лапчатка раскидистая (*Potentilla patula* Walsf.), астрагал пушистоцветковый (*Astragalus pubiflorus* DC.), шалфей поникающий (*Salvia nutans* L.). Доля полыни австрийской (*Artemisia austriaca* Jacq.) в величине надземной фитомассы не превышала 10%. Со второй половины лета на участках с разной пастбищной нагрузкой доля полыни увеличивалась до 20–90%. Усиление фитонотической роли полыней диагностирует тенденцию опустынивания степей. Как было показано ранее (Лисецкий, 1992), незначительное участие полыни в фитомассе имеют лишь те дигрессивные смены, которые характеризуются наличием 12 видов и более на площадке 25 × 25 см (соотношение количества видов на площадках размером 1 м<sup>2</sup> и площадью 25 × 25 см для отдельных цветковых аспектов равно 2.00–2.67). Фитомасса напочвенных лишайников составляла 0.48–0.76 ц/га (сентябрь 1984 г.), а доля экскрементов животных в массе подстилки – 12.3–23.2% (1.2–3.4 ц/га).

Как природный степной травостой, так и полуприродный (в разной степени измененный пастбищной дигрессией и сенокосением) за сравнительно короткий исторический период – 60 лет (с середины XIX в. до начала XX в.) – потерял прежнее весомое хозяйственное значение (табл. 1). При доле площади пахотных и сенокосных земель в 19% (более 5 млн га) Херсонская губерния по данным на 1864 г. содержала 23% овец (в том числе 33% тонкорунных пород) от общего их ко-

личества в южной России. На 100 га пахотных и сенокосных земель в 1856 г. приходилось 14 голов простых и 18 голов тонкорунных овец, а в 1864 г. – 10 и 47 голов соответственно. Но уже в 60-х годах произошел переворот, особенно в мелких хозяйствах, выразившийся в сокращении до минимума скотоводства и сильнейшем увеличении посева хлебов (Постников, 1891). К 1910 г. доля площади пастбищ и сохранившихся целинных участков в Одесском уезде (площадь – 9341 км<sup>2</sup>) составляла лишь 10.4% (Статистико-экономический обзор..., 1911).

Целину в зависимости от метеорологических условий использовали или как сенокос, или как выпас. Толокою называли выгон, находившийся в непосредственной близости к поселению. Диапазон продуктивности целинных сенокосов варьировал от 4.5 до 37.5 ц/га. Целинный сенокос обеспечивал 3.6 ц сена с 1 га, с твердого перелога получали 5.2 ц/га, с мягкого – 7.3 ц/га, а с луга – 11.2 ц/га (Хозяйственно-статистический обзор..., 1891). По данным за 1896 г., целинный сенокос давал сена в отдельных уездах Херсонской губернии 5.6–8.8 ц/га (Статистико-экономический обзор..., 1897). В среднем для Одесского уезда урожайность сенокоса (земли под перелогом с 3-го по 8-й год включительно) составляла 6 ц/га (плохой год), 12 ц/га (средний) и 18 ц/га (хороший год) (Материалы..., 1883). В Одесском уезде за период 1888–1890 гг. урожайность сенокосов составляла от 4.1 до 6.0 ц/га, в 1896 г. перелог давал 3.6–4.5 ц/га.

Таким образом, природный и полуприродный травостой в почвенно-климатических условиях степной зоны без применения агротехнических мероприятий обеспечивали сеном до 9–12 ц/га, что составляло 7.6–10.1 ц/га сухой массы. По статистическим данным XIX – начала XX в. можно составить лишь общее представление о средне-многолетней величине продуктивности кормовых угодий.

Рассмотрим особенности продукционного процесса на пастбище по результатам исследований на стационаре. Всего за относительно регулярный период наблюдений (1981–1990 гг.), а также в 1991, 1992 и 1995 гг. (для сравнения с изменившимися социально-экономическими условиями) было проведено 437 определений (табл. 2). Величины фитомассы предпастбищного периода изменялись на протяжении 13 лет довольно значительно. Коэффициент вариации максимальной величины фитомассы за 12 лет составил 39.7%.

По мере усиления влияния выпаса свое значение теряет в первую очередь ковыль и лишь затем типчак. Только в отдельные годы роль ковыля на пастбище была заметной. В таких случаях максимальное количество зеленой фитомассы достигало 18 ц/га, тогда как при обычных услови-

**Таблица 1.** Распределение площадей между основными угодьями в Херсонской губернии, %

| Год       | Пашня | Сенокосы | Толока (с целиной) |
|-----------|-------|----------|--------------------|
| 1850–1852 | 45.4  | 38.3     | 11.2*              |
| 1887      | 53.0  | 14.7     | 32.3               |
| 1890      | 58.9  | 13.4     | 27.4               |
| 1895      | 61.8  | 10.5     | 27.7               |
| 1900      | 68.2  | 7.1      | 24.7               |
| 1905      | 72.7  | 7.3      | 20.0               |
| 1910      | 83.4  | 4.5      | 12.1               |
| 1911      | 85.9  | 3.8      | 9.0                |

\* Площадь выгонов и дорог.

ях доминирования типчака максимум зеленой фитомассы в среднем за 12 лет составил 15 ц/га.

К началу пастбищного периода весь травостой на 79% состоит из злаков, на 15% – из разнотравья (в том числе молочай – 3%) и на 6% – из бобовых. Оценка пастбищной нагрузки за годы наблюдений показала, что на одну взрослую голову крупного рогатого скота приходилось в среднем 0.9–1.0 га пастбища. Это соответствует средней нормативной нагрузке животных на пастбище для условий степной зоны.

Долголетнее отчуждение зеленой массы при умеренном выпасе, сопровождаемое в отдельные годы пожарами, привело к различной адаптации травостоя к такой антропогенной нагрузке. Так, период с осени 1989 г. по осень 1990 г. характеризует условия восстановления степного фитоценоза после пожара.

Для оценки реальной кормовой продуктивности пастбища в отдельные годы необходимо данные, приведенные в табл. 2, уменьшить на 24–35%, вычитая фитомассу, сосредоточенную до высоты 5 см (уровня стравливания). В итоге за период наблюдения усредненную продуктивность пастбища можно оценить величиной 9–10 ц/га сухой массы, что в пересчете на стандартную 16%-ную влажность составляет 11–12 ц/га. Полученные оценки практически идентичны данным хозяйственного учета урожайности кормовых угодий в дореволюционный период. Это может свидетельствовать о достаточной репрезентативности периода наблюдений.

Постоянство пастбищной нагрузки приводит к большей ксерофитизации степных ценозов. Она сопровождается уменьшением роли ковылей, возрастанием влияния типчака, а в дальнейшем и общим падением продуктивности степей. В соответствии с этим резко снижаются приход в почву органического вещества за счет опада и активность процессов воспроизводства гумуса, созда-

**Таблица 2.** Динамика массы растительного вещества в надземном ярусе, ц/га

| Год  | Дата определения | Надземная фитомасса |                 | Подстилка |
|------|------------------|---------------------|-----------------|-----------|
|      |                  | зеленых частей      | отмерших частей |           |
| 1981 | 26.06            | 14.34               |                 | 14.92     |
|      | 10.08            | 7.71                | –               | 8.00      |
| 1982 | 14.05            | –                   | 4.94            | –         |
|      | 16.06            | 12.48               | –               | –         |
|      | 20.07            | 10.77               | –               | –         |
|      | 8.08             | 7.51                | 5.73            | –         |
|      | 3.09             | 21.59               |                 | 7.56      |
|      | 8.11             | 2.44                | 7.18            | 6.86      |
| 1983 | 2.02             | 0.66                | 3.32            | 17.58     |
|      | 22.03            | 1.42                | 9.68            | 14.21     |
|      | 18.05            | 7.71                | 2.54            | 8.14      |
|      | 8.06             | 11.48               | 1.36            | 8.41      |
|      | 12.08            | 5.18                | 1.45            | 17.82     |
|      | 10.11            | –                   | 5.27            | 12.90     |
| 1984 | 23.09            | 3.47                | 7.28            | 12.79     |
| 1985 | 28.09            | 12.18               |                 | 8.20      |
| 1986 | 11.08            | 5.65                | 3.33            | 8.22      |
|      | 27.09            | 3.25                | 4.60            | 15.16     |
| 1987 | 3.04             | 1.16                | 5.63            | 11.27     |
|      | 7.06             | 16.44               | 3.64            | 17.90     |
|      | 15.08            | 1.81                | 4.63            | 7.94      |
|      | 26.09            | 1.82                | 4.34            | 8.76      |
| 1988 | 5.06             | 19.88               | 2.96            | 12.37     |
|      | 27.08            | 14.20               | 10.66           | 5.70      |
| 1989 | 29.04            | 11.41               | 8.66            | 7.43      |
|      | 27.05            | 16.37               | 12.72           | 8.41      |
|      | 8.07             | 11.31               | 11.89           | 7.60      |
|      | 28.08            | 6.41                | 9.54            | 14.62     |
|      | 29.10**          | 2.73                | 0               | 5.38      |
|      | 17.12            | 4.40                | 1.78            | 6.09      |
| 1990 | 11.03            | 2.77                | 1.71            | 5.83      |
|      | 28.04            | 9.08                | 1.57            | 7.23      |
|      | 26.05            | 10.87               | 2.33            | 3.60      |
|      | 11.07            | 5.52                | 3.43            | 5.92      |
|      | 13.08            | 7.53                | 4.56            | 8.50      |
|      | 29.09            | 9.34                | 2.99            | 8.60      |
|      | 17.11            | 5.34                | 7.09            | 11.03     |
| 1991 | 20.06            | 30.72               | 3.38            | 2.75      |
| 1992 | 29.05            | 17.35               | 8.92            | 13.28     |
| 1995 | 3.07             | 31.39               | 1.91            | 8.27      |

\* В период с преобладанием субдоминантного вида (ковыль-волосатик) его продуктивность показана путем прибавления к массе доминанта.

\*\* Учеты после недавнего пожара.

ются предпосылки к усилению солонцеватости почвы и проявлению дефляции.

Учеты количества мортмассы надземного яруса пастбища за 13-летний период дают более низкие результаты (в нашем случае – 13.9 ц/га в год) по сравнению с условиями целины (21 ц/га). Средний ежегодный опад за счет ветоши и подстилки составляет, по нашим оценкам, только 7 ц/га, тогда как отпад корней в слое почвы 0–20 см достигает 53 ц/га.

В конце лета и осенью влажность почвы в слое 0–20 см может снижаться до 10–11% (табл. 3). В таких условиях на поверхности почвы формируются трещины шириной 1–2.6 см и глубиной  $4.3 \pm 0.5$  см, куда ветром и редким поверхностным стоком сносится определенная масса органического вещества.

За период с осени до лета (опыт с капроновыми мешочками в 1982–1983 гг.), т.е. за 6 мес. разложения растительного вещества, убыль массы ветоши составила 32.3%, а подстилки – 25.7%. По сравнению с целинным участком за теплый период 1982 г. влажность почвы была на 6%, а в 1983 г. – на 7.5% больше. Очевидно, это связано с более тяжелым гранулометрическим составом почвы на пастбище.

При анализе зависимости продуктивности от метеорологических условий (табл. 4) использовали непрерывный временной ряд (1981–1992 гг.). За этот период средняя годовая сумма атмосферных осадков составила 407.5 мм с колебаниями в отдельные годы от 246 (1983 г.) до 664 мм (1988 г.), среднегодовая температура – 10.2°C. По многолетним данным метеостанции “Одесса, обсерватория” (абсолютная высота – 42 м), обобщенным к 1990 г., средняя температура за год составляет 9.9°C, осадков выпадает 446 мм, в том числе за теплый период года (IV–X) – 295 мм. За исключением последних 20 лет норма годового количества атмосферных осадков оценивалась в 374 мм. В целом десятилетний период проведенных полевых работ можно считать представительным для отражения характерных климатических особенностей района исследования.

В вековом ходе осадков отмечено чередование засушливых и влажных периодов: если с 1894 по 1974 г. среднее количество осадков в Одессе составляло 386 мм в год, то за 1965–1974 гг. оно достигло 471 мм (Захаржевский, 1979). После особенно влажного десятилетнего периода (1960–1969 гг.) количество осадков с 1970 по 1992 г. несколько уменьшилось и стабилизировалось. Однако случались и значительные отклонения внутри года. Так, за июнь 1984 г. выпало 128 мм осадков, за июль 1988 г. – 142 мм при норме 56 и 39 мм соответственно.

По среднемноголетним данным метеостанции “Одесса, обсерватория”, внутригодовое распре-

ление атмосферных осадков характеризуется следующими значениями (мм): январь – 32; февраль – 23; март – 22; апрель – 29; май – 36; июнь – 56; июль – 39; август – 35; сентябрь – 30; октябрь – 39; ноябрь – 30; декабрь – 30. Соответственно за зиму выпадает 85, весной – 87, летом – 130, осенью – 99, а за год – 401 мм атмосферных осадков.

К 1991 г., т.е. более чем за столетие (109 лет), было отмечено лишь семь теплых зим, из них три пришлось на 1982/83, 1988/89 и 1989/90 гг. За этот же период наблюдалось несколько необычно теплых зим. Смещение в движении атлантических циклонов по более южным траекториям приводило к таким явлениям, как превышение среднесуточных температур воздуха на 10–12° выше нормы в декабре 1989 г., температура в полдень 18.12.1989 г. составила +15° (такие высокие температуры не наблюдались последние 45 лет), средняя температура декабря +4.6°C (при норме +0.2°C) в 1982 г., средняя температура февраля +4.3°C (при норме –2.0°C) в 1990 г. и +18.2°C 24 февраля 1990 г. в Одессе – рекордный за столетие уровень.

Климатологи, обрабатывавшие данные наблюдений по метеостанции “Одесса” с 1894 по 1990 г., установили, что определенной зависимости между среднегодовой температурой воздуха и годовым количеством осадков не наблюдается. Для интеграции условий тепло- и влагообеспеченности конкретного года перспективно использование биоэнергетического подхода, предложенного В.Р. Волобуевым (1959). Развивая эти представления, мы (Лисецкий, 1997) установили зависимость средней годичной продукции растительности основных зональных биомов от энергетических затрат на почвообразование (величины  $Q$ ). В этой связи интересным продолжением могла бы стать апробация данного подхода для определения климатической обусловленности проявления ритма (временной развертки) продукционного процесса в пределах одной природной зоны, в частности степной.

При выявлении связи запаса надземной фитомассы (зеленой фитомассы и ветоши) в предпастбищный период с 1981 по 1992 г. с годовой величиной затрат радиационной энергии на почвообразование ( $Q$ ) установлена отрицательная корреляционная связь.

Ставить задачу поиска прямого соответствия продуктивности пастбищ с климатическими условиями некорректно, так как специфика вегетационного периода конкретного года, помимо общей величины урожая фитомассы, проявляется и в особенностях ее отрастания после периодических пастбищных нагрузок (внутригодовых периодов стравливания). Поэтому нами установлены ряды благоприятности лет в зависимости от потенциала их продуктивности с использованием данных за 1981–1989 гг. по максимальной величине над-

Таблица 3. Динамика почвенной влаги в слое 0–20 см

| Год  | Дата определения | Влажность почвы, % | Запас почвенной влаги, мм |
|------|------------------|--------------------|---------------------------|
| 1982 | 14.05            | 20.59              | 47.02                     |
|      | 15.06            | 12.59              | 27.42                     |
|      | 20.07            | 19.46              | 46.16                     |
|      | 20.08            | 13.89              | 31.12                     |
|      | 3.09             | 24.61              | 58.58                     |
|      | 5.09             | 23.68              | 57.06                     |
|      | 8.10             | 12.39              | 27.96                     |
|      | 20.10            | 17.26              | 36.14                     |
|      | 8.11             | 17.26              | 36.44                     |
|      | 8.12             | 15.33              | 34.58                     |
| 1983 | 2.02             | 23.66              | 55.84                     |
|      | 8.03             | 24.08              | 56.54                     |
|      | 22.03            | 24.38              | 60.26                     |
|      | 8.04             | 22.22              | 57.79                     |
|      | 8.05             | 21.48              | 52.84                     |
|      | 18.05            | 12.90              | 31.74                     |
|      | 4.06             | 11.54              | 30.00                     |
|      | 8.06             | 11.60              | 26.68                     |
|      | 14.06            | 23.15              | 60.46                     |
|      | 23.06            | 15.24              | 34.14                     |
|      | 1.07             | 11.93              | 22.66                     |
|      | 13.07            | 9.95               | 22.48                     |
|      | 30.07            | 21.59              | 51.82                     |
|      | 8.08             | 23.89              | 57.81                     |
|      | 20.08            | 18.34              | 42.33                     |
| 5.09 | 10.94            | 23.94              |                           |

земной массы зеленых и отмерших частей растений в ковыльно-разнотравной ассоциации, не испытывавшей пастбищной нагрузки (Лисецкий, 1992, с дополнениями). За период наблюдений 1981–1989 гг. выявлена связь величины  $Q$  текущего года и надземной фитомассы последующего года (коэффициент ранговой корреляции Спирмена ( $R_s$ ) составляет 0.50). Такие же расчеты для пастбища с 1981 по 1992 г. показали, что надземная фитомасса (зеленая фитомасса и ветошь) в предпастбищный период последующего года с годовой величиной затрат радиационной энергии на почвообразование ( $Q$ ) текущего года также связаны:  $R_s = 0.58$ ,  $p < 0.001$ .

Единственная поправка внесена была нами для 1989 г., который был одним из худших по биоклиматическим условиям (осадков в сумме выпало 310 мм, причем 94% пришлось на период с марта по декабрь), но он последовал за самым влагообеспеченным и благоприятным годом за весь пе-

**Таблица 4.** Метеорологические условия периода наблюдений (данные метеостанции “Одесса, обсерватория”)

| Год   | Осадки за год, мм | Осадки за III–XI, мм | Средняя температура за год, °С | Средняя температура за III–XI, °С | Q, МДж/(м <sup>2</sup> · год) |
|-------|-------------------|----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| 1980  | 616.4             | 501.9                | 9.2                            | 12.4                              | 1214.7                        |
| 1981  | 558.5             | 393.8                | 10.7                           | 14.0                              | 1208.7                        |
| 1982  | 327.7             | 260.4                | 10.3                           | 13.7                              | 780.4                         |
| 1983  | 246.5             | 188.9                | 10.9                           | 14.1                              | 556.0                         |
| 1984  | 484.2             | 358.8                | 9.9                            | 13.4                              | 1076.0                        |
| 1985  | 446.6             | 317.5                | 8.2                            | 12.2                              | 966.3                         |
| 1986  | 405.6             | 237.7                | 10.1                           | 13.9                              | 946.6                         |
| 1987  | 348.6             | 257.7                | 8.5                            | 12.2                              | 801.8                         |
| 1988  | 663.6             | 513.6                | 9.8                            | 13.2                              | 1290.0                        |
| 1989  | 310.0             | 292.4                | 11.5                           | 14.4                              | 745.3                         |
| 1990  | 404.0             | 371.0                | 11.6                           | 14.6                              | 973.4                         |
| 1991  | 344.0             | –                    | 10.2                           | –                                 | 818.1                         |
| 1992  | 350.0             | –                    | 10.3                           | –                                 | 833.2                         |
| Норма | 374*              | 290                  | 9.8                            | 13.5                              | 892                           |

\* С учетом поправок исправленная сумма осадков по метеостанции “Одесса, агро” составляет 475 мм, испаряемость – 996 мм (Гушля, Мезенцева, 1982).

риод наблюдений. Очевидно, этой совокупностью феноменальных условий можно объяснить высокую продуктивность фитоценозов в 1989 г. как на целине, так и на пастбище.

В 1988 г. сложились наиболее благоприятные условия для вегетации растений за счет не только повышенного увлажнения, но и невысоких температур лета (за май–сентябрь средняя температура отличалась минимальным значением (+18.2°С) за десятилетний период). Наименее благоприятные в климатическом отношении 1982 и 1983 гг. закономерно характеризовались и невысокой продуктивностью. Однако корреляционный анализ показал отсутствие связи максимальной величины фитомассы с годовым количеством осадков за весь период наблюдений. Это можно объяснить значительной ролью условий накопления влаги в осенне-зимний период предыдущего года. Важно также учитывать количество осадков, выпадающих до июля (самого жаркого месяца), после которого превышение достигнутой величины фитомассы происходит довольно редко.

По данным внутригодового распределения осадков за 1980–1990 гг. нами были рассчитаны суммы осадков не за календарные годы (за январь–декабрь), а за периоды из двух смежных лет

(декабрь–апрель, июнь–май, июль–июнь, август–июль). Наибольшая теснота связи максимальной величины фитомассы с количеством осадков установлена за период июль предшествующего года – июнь текущего года.

Таким образом, за последние 150 лет среднепогодная продуктивность пастбищных экосистем, адаптированная к климатическим изменениям степной зоны, характеризуется величиной 11–12 ц/га при значительной степени вариации. С годовой величиной затрат радиационной энергии на почвообразование (по Волобуеву) более тесно связана величина фитомассы предпастбищного периода не текущего, а последующего года. Установлен период, с которым фитомасса имеет наибольшую тесноту связи: июль предшествующего года – июнь текущего года.

Работа выполнена при поддержке внутривузовского гранта Белгородского государственного университета.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Богданова Е.С.* Об устойчивости урожаев сельскохозяйственных культур в некоторых почвенных районах Правобережной Украины // Пути повышения плодородия почв. Киев: Урожай, 1967. С. 240–244.
- Волобуев В.Р.* Энергетика почвообразования // Изв. АН СССР. Сер. биол. 1959. № 1. С. 45–54.
- Гушля А.В., Мезенцева О.В.* Водный баланс и гидрометеорологические нормы Николаевской области // Метеорология, климатология и гидрология. 1982. Вып. 18. С. 132–138.
- Захаржевский Я.В.* Климат // Природа Одесской области. Киев–Одесса: Вища школа, 1979. С. 30–37.
- Лисецкий Ф.Н.* Периодизация антропогенно обусловленной эволюции степных экосистем // Экология. 1992. № 5. С. 17–25.
- Лисецкий Ф.Н.* Пространственно-временная оценка растительной продукции как фактора почвообразования // Почвоведение. 1997. № 9. С. 1055–1057.
- Материалы для оценки земель Херсонской губернии. Т. 1. Одесский уезд. Херсон, 1883. 385 с. и 132 с. приложений.
- Постников В.Е.* Южно-русское крестьянское хозяйство. М., 1891. 392 с.
- Снытко В.А., Нефедьева Л.Г., Дубынина Н.А.* Опыт сравнительного изучения заповедных и используемых степных геосистем // География и природные ресурсы. 1983. № 1. С. 61–68.
- Статистико-экономический обзор Херсонской губернии за 1896 год. Херсон, 1897. 164 с. и 105 с. приложений.
- Статистико-экономический обзор Херсонской губернии за 1910 год. Херсон, 1911. 240 с. и 184 с. приложений.
- Хозяйственно-статистический обзор Херсонской губернии за 1890 год. Херсон, 1891. 160 с. и 55 с. приложений.