

УДК 581.5

ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОСТИ ПОСЕВА НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН ДВУХ ВИДОВ ПОДОРОЖНИКОВ

Попова Е.И.

Тобольская комплексная научная станция УрО РАН, Тобольск, e-mail: popova-3456@mail.ru

Существование любого фитоценоза обеспечивается процессом воспроизводства. Преимущественное значение в природе имеет семенное воспроизведение. Субпопуляция семян – важнейший компонент каждой ценопопуляции, обеспечивающий ее непрерывное обновление в сообществе. В лабораторных условиях проведены несколько серий экспериментов по проращиванию семян *Plantago media* L. и *Plantago major* L. в различных условиях. Исследовалось влияние удаления проросших семян, изменения плотности посева и минеральной подкормки на процесс прорастания семян. При проращивании семян наблюдали энергию прорастания и лабораторную всхожесть. Результаты опытов показали, что в лабораторных условиях можно оценить норму реакции меняющихся условий среды на самых первых этапах онтогенеза. Исследуемые показатели *P. media* L. при этом более информативны, чем у *P. major* L. Стимулирующее действие на всхожесть семян оказывала минеральная подкормка и одновременное удаление проростков.

Ключевые слова: *P. media* L., *P. major* L., энергия прорастания, лабораторная всхожесть, минеральная подкормка, плотность посева

THE INFLUENCE OF SEEDING DENSITY ON THE SEEDS GERMINATION OF TWO TYPES OF PLANTAIN

Popova E.I.

Tobolsk Complex Scientific Station UD RAS, Tobolsk, e-mail: popova-3456@mail.ru

The existence of any plant community is provided by reproduction process. The seeds reproduction prevails in nature. Seeds subpopulation is a vital component of each cenopopulation that provides its non-stop regeneration in the community. In the laboratory conditions we have carried out several experiments of *Plantago media* L. and *Plantago major* L. seeds germination. We have checked the influence of germinated seeds removal, the changes in the density of seeding and mineral feeding on the process of seeds germination. During the seeds germination we have monitored the germinating energy and laboratory germination. The results of the research have shown that in the laboratory conditions it is possible to evaluate the reaction norm of changeable environmental conditions on the first ontogenesis stages. The parameters of *P. media* L. are more informative than the parameters of *P. major* L. The stimulating effect on seeds germination has been created with the mineral feeding and the simultaneous removal of germinates.

Keywords: *P. media* L., *P. major* L., germinating energy, laboratory germination, mineral feeding, seeding density

Процесс воспроизведения вида в сообществе не сводится к продуцированию зрелых семян, а фактически включает в себя все стадии развития растения с момента попадания семени в почву до начала генерации, так как какие-либо факторы, лимитирующие хотя бы одну из фаз, будут определять и интенсивность процесса в целом.

Один из «критических» периодов в этой цепи – прорастание семян и приживание появившихся всходов, поэтому проблемами прорастания и покоя, как предшествующего прорастанию состояния семян, занимались многие исследователи [4, 5, 6].

Из растительных объектов удобно использовать ценопопуляции подорожника большого (*Plantago major* L.) и подорожника среднего (*Plantago media* L.) как антропоотолерантных видов с широким географическим распространением и преимущественно семенным размножением.

Виды рода *Plantago* L. – достаточно широко представленные в природе и играющие

специфическую роль в тех растительных сообществах, где они встречаются. К тому же представители этого рода используются в медицине и ветеринарии. Подорожник большой (*Plantago major* L.) во многих странах вводится в культуру.

Исходя из определенной практической значимости подорожников *Plantago major* L. и *Plantago media* L. могут быть чувствительными маркерами при оценке качества среды обитания.

С семенами подорожников экспериментировали многие учёные, что свидетельствует об интересе к розеточным растениям вообще, а также к их наиболее широко распространённым и важным в практическом отношении представителям. Семена являются основной единицей распространения и размножения растений [7, 8, 9].

Цель исследования – изучить влияние различных условий на субпопуляции семян подорожников на этапе прорастания семян и первоначального развития всходов.

Материалы и методы исследования

Семена *Plantago major* L. и *Plantago media* L. были собраны и хранились в бумажных пакетах. Опыты проводились по обычной методике [1, 3]. При проращивании наблюдалась энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян.

При выявлении эффекта плотности (36 серий опыта) семена подорожника большого и подорожника среднего проращивались в чашках Петри на фильтровальной бумаге при температуре 18–20 °С с ежедневным подсчетом числа проросших семян. Вся партия делилась на четыре части соответственно по 25, 50, 100, 200 штук равномерно размещенных семян на одну чашку Петри. Каждая из этих частей подразделялась на две группы, одна из которых проращивалась на дистиллированной воде, другая на полной минеральной подкормке (раствор Кнопа). Это позволило оценить влияние минеральных веществ на динамику прорастания и проявление «плотностного стресса».

В состав раствора Кнопа входят (на 1 л): 1 г кальциевой селитры (нитрат кальция) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$; 0,25 г фосфата калия однозамещенного K_2HPO_4 ; 0,25 г сульфата магния MgSO_4 ; 0,125 г хлорида калия (калийная соль) KCl ; 0,0125 г хлорида железа FeCl_3 [2].

В ходе исследований было использовано 20250 семян *Plantago major* L. и *Plantago media* L.

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты наблюдений показали, что семена разных видов подорожников прорастали с разной интенсивностью.

Для выявления эффекта плотности проводили ряд наблюдений с семенами *Plantago major* L. и *Plantago media* L.

Первоначально провели сравнение энергии прорастания и всхожести семян разных видов подорожников. Опыты проводились с разными «плотностями посева» (50, 100, 200).

Выяснилось, что в силу видовой специфики семена разных видов подорожников без какой-либо предварительной обработки или дополнительного воздействия прорастают в лабораторных условиях с разной интенсивностью. *Plantago major* L. и *Plantago media* L. прорастают дружно и достаточно быстро, демонстрируя и общую достаточно высокую всхожесть, при этом установлен эффект угнетения при увеличении плотности посадки. Поэтому густота посевов сильно влияет на всхожесть семян. Опыты показали, что очень важна плотность посева для дальнейшего развития растений (табл. 1).

Таблица 1Контрольное проращивание семян *P. major* L. и *P. media* L., %

Варианты опыта	Энергия прорастания, $\bar{X} \pm m_x$		Лабораторная всхожесть, $\bar{X} \pm m_x$	
	<i>P. major</i> L.	<i>P. media</i> L.	<i>P. major</i> L.	<i>P. media</i> L.
<i>n</i> = 50				
1	15,00 ± 1,15*	11,00 ± 0,58*	32,33 ± 2,03*	25,67 ± 0,88*
2	16,67 ± 1,20	12,33 ± 1,33*	29,67 ± 1,45*	28,67 ± 0,89*
3	18,00 ± 0,58	16,63 ± 0,33	37,67 ± 0,88	39,00 ± 1,15
4	16,00 ± 1,73	14,33 ± 0,89	33,60 ± 1,20*	27,00 ± 0,58*
5	16,00 ± 1,15	13,00 ± 0,57	30,00 ± 1,15*	29,67 ± 1,45*
Среднее	16,67 ± 0,33	18,33 ± 0,88	29,67 ± 0,33*	35,33 ± 2,02
<i>n</i> = 100				
1	35,60 ± 1,76*	29,33 ± 1,45*	65,00 ± 1,73*	65,67 ± 1,45*
2	35,67 ± 1,45*	33,33 ± 1,33	67,68 ± 1,76	74,00 ± 1,15*
3	39,00 ± 1,15	35,11 ± 1,25	70,00 ± 1,15	80,00 ± 0,58
4	35,33 ± 2,03*	30,67 ± 0,89*	66,33 ± 1,45*	70,33 ± 0,88*
5	38,34 ± 1,45	33,78 ± 0,91	70,34 ± 1,45	68,00 ± 0,57*
Среднее	31,67 ± 0,33*	37,67 ± 0,88	67,33 ± 1,20	72,33 ± 1,45*
<i>n</i> = 200				
1	68,30 ± 1,75*	70,33 ± 1,45*	130,33 ± 2,03*	137,00 ± 1,15*
2	70,33 ± 0,88*	70,33 ± 0,88*	134,67 ± 2,03*	139,00 ± 1,45
3	75,34 ± 0,78	74,00 ± 0,57	139,67 ± 0,88	142,00 ± 1,15
4	72,33 ± 1,45*	72,00 ± 1,15	139,67 ± 1,76	140,00 ± 0,88
5	72,67 ± 1,48*	72,67 ± 1,45	138,33 ± 1,45	140,00 ± 1,45
Среднее	72,33 ± 1,45	72,69 ± 0,33	141,67 ± 0,33*	142,00 ± 1,73

Примечание. * – различия с контролем достоверны на уровне $P < 0,005$.

В дальнейшем исследовалось влияние удаления проросших семян, при этом также фиксировались энергия прорастания и лабораторная всхожесть. Семена *Plantago major* L. и *Plantago media* L. не показали никого существенного эффекта, опытные варианты по существу не отличались от контрольных (табл. 2).

Смысл этого эффекта заключается в стимулировании прорастания семян в процессе конкуренции.

Очевидно, что исходя из характера постановки опытов, можем в данном случае говорить о «лабораторной экологии» прорастания, т.е. о некотором имитировании отдельных экологических условий, которые могли бы действовать на семена в естественном сообществе. Таким образом, лабораторные опыты играют роль необходимой модели для понимания процессов, происходящих в природных условиях.

Минеральная подкормка раствором Кнопа стимулирует прорастание семян и снимает эффект угнетения. В данной работе растение *P. media* L. проявляло высокую энергию прорастания и лабораторную всхожесть (табл. 3).

Стимулирующее действие на всхожесть семян оказывала подкормка раствором Кнопа и одновременное удаление проростков. Слабая энергия прорастания и лабораторная всхожесть *Plantago media* L. и *Plantago major* L. проявлялась у семян, собранных с растений, произраставших на участках с наибольшей антропогенной нагрузкой (табл. 4).

На протяжении лабораторных опытов во всех этапах *Plantago media* L. был более приспособлен к меняющимся условиям среды, чем *Plantago major* L., что выражается в высокой энергии прорастания и лабораторной всхожести (рисунок).

Таким образом, среднее значение энергии прорастания на этапе удаления проростков варьировало: *P. major* L. (15,33–72,33%), *P. media* L. (17,00–72,69%), лабораторная всхожесть *P. major* L. (30,00–141,67%), *P. media* L. (36,33–142,00%).

Энергия прорастания на этапе минеральной подкормки имела следующие значения: *P. major* L. (15,67–74,33%), *P. media* L. (17,67–74,00%), лабораторная всхожесть *P. major* L. (33,67–139,63%), *P. media* L. (38,33–144,00%).

Таблица 2

Зависимость прорастания семян *P. major* L. и *P. media* L. от объема пробы и удаления проростков, %

Варианты опыта	Энергия прорастания, $X \pm m_x$		Лабораторная всхожесть, $X \pm m_x$	
	<i>P. major</i> L.	<i>P. media</i> L.	<i>P. major</i> L.	<i>P. media</i> L.
<i>n</i> = 50				
1	14,67 ± 0,88*	14,33 ± 0,85	29,60 ± 1,20*	26,33 ± 1,45*
2	17,33 ± 1,45	12,33 ± 0,33*	28,00 ± 1,15*	29,00 ± 0,58*
3	19,00 ± 0,57	16,33 ± 0,33	32,60 ± 1,76	38,67 ± 0,89
4	18,00 ± 0,58	13,67 ± 0,88*	30,00 ± 1,73	29,67 ± 1,20*
5	16,67 ± 1,20*	13,00 ± 2,52*	31,67 ± 1,45	26,00 ± 1,73*
Среднее	15,33 ± 1,20	17,00 ± 1,15	30,00 ± 1,73	36,33 ± 0,33
<i>n</i> = 100				
1	34,00 ± 1,73*	29,00 ± 2,08*	67,33 ± 2,03*	68,00 ± 1,15*
2	36,79 ± 1,34	32,33 ± 1,86	67,67 ± 1,46*	74,00 ± 1,73*
3	37,00 ± 1,15	35,33 ± 0,33	72,00 ± 1,14	80,00 ± 0,57
4	36,67 ± 0,88	31,66 ± 0,87*	65,60 ± 1,76*	72,33 ± 1,45*
5	35,67 ± 1,76	34,45 ± 0,79	68,33 ± 1,75*	68,67 ± 0,33*
Среднее	34,00 ± 1,15	35,68 ± 1,45	70,34 ± 1,45	71,67 ± 0,78*
<i>n</i> = 200				
1	69,33 ± 1,45	72,33 ± 1,45	135,67 ± 1,76	139,00 ± 0,58*
2	69,67 ± 1,44	71,67 ± 0,33	135,00 ± 1,73	142,00 ± 1,15*
3	76,33 ± 0,88	73,69 ± 0,34	144,33 ± 1,20	145,00 ± 0,58
4	72,00 ± 2,31	73,00 ± 0,58	137,67 ± 1,45	142,33 ± 1,45*
5	73,67 ± 0,85	73,66 ± 0,88	140,33 ± 1,45	140,34 ± 1,45*
Среднее	72,33 ± 1,45	72,69 ± 0,33	141,67 ± 0,33*	142,00 ± 1,73

Примечание. * – различия с контролем достоверны на уровне $P < 0,005$.

Таблица 3

Зависимость прорастания семян *P. major* L. и *P. media* L.
от объема пробы и минеральной подкормки, %

Варианты опыта	Энергия прорастания, $X \pm m_x$		Лабораторная всхожесть, $X \pm m_x$	
	<i>P. major</i> L.	<i>P. media</i> L.	<i>P. major</i> L.	<i>P. media</i> L.
<i>n</i> = 50				
1	16,05 ± 1,20*	12,66 ± 1,45*	32,00 ± 1,73*	30,33 ± 0,87*
2	17,00 ± 1,73*	14,00 ± 1,15*	28,67 ± 0,88*	29,33 ± 0,88*
3	20,00 ± 0,15	19,00 ± 2,08	38,33 ± 0,88	40,00 ± 1,15
4	19,00 ± 1,53	14,67 ± 0,67*	30,00 ± 1,73*	29,33 ± 1,20*
5	17,00 ± 1,15*	12,00 ± 1,00*	34,00 ± 1,73*	26,00 ± 1,15*
Среднее	15,67 ± 0,88*	17,67 ± 0,88*	33,67 ± 2,03*	38,33 ± 0,33
<i>n</i> = 100				
1	36,33 ± 1,45	31,67 ± 1,45*	67,33 ± 1,44*	73,67 ± 1,45*
2	38,34 ± 2,02	33,67 ± 0,33	68,67 ± 1,45*	72,00 ± 1,15*
3	38,33 ± 1,45	35,00 ± 0,58	74,67 ± 1,76	81,67 ± 0,88
4	37,00 ± 1,15	32,67 ± 0,33	66,33 ± 2,03*	73,67 ± 1,45*
5	35,67 ± 0,89*	34,33 ± 0,88	67,67 ± 1,48*	70,00 ± 0,58*
Среднее	34,67 ± 0,33	36,67 ± 1,45	69,63 ± 1,20*	72,33 ± 1,45*
<i>n</i> = 200				
1	71,00 ± 1,73*	72,00 ± 1,44*	137,67 ± 2,03*	141,00 ± 0,58*
2	72,00 ± 1,74*	75,00 ± 1,15	138,67 ± 2,03*	142,00 ± 1,15*
3	76,67 ± 1,76	78,00 ± 0,58	148,67 ± 1,45	147,67 ± 0,33
4	76,33 ± 2,19	72,68 ± 0,33*	139,67 ± 1,76*	143,00 ± 0,57*
5	72,67 ± 1,45	75,67 ± 0,88	140,33 ± 2,02*	145,00 ± 1,15
Среднее	74,33 ± 1,86	74,00 ± 0,57*	139,63 ± 1,76*	144,00 ± 0,58

Примечание. * – различия с контролем достоверны на уровне $P < 0,005$.

Таблица 4

Зависимость прорастания семян *P. major* L. и *P. media* L.
от объема пробы, минеральной подкормки и удаления проростков, %

Варианты опыта	Энергия прорастания, $X \pm m_x$		Лабораторная всхожесть, $X \pm m_x$	
	<i>P. major</i> L.	<i>P. media</i> L.	<i>P. major</i> L.	<i>P. media</i> L.
<i>n</i> = 50				
1	18,33 ± 1,45	14,67 ± 1,67	35,60 ± 1,20*	32,33 ± 1,45*
2	19,00 ± 0,58	12,33 ± 0,33*	30,33 ± 2,02*	31,67 ± 0,33*
3	20,67 ± 1,45	17,67 ± 0,78	40,00 ± 1,15	40,00 ± 0,58
4	17,60 ± 1,20*	15,67 ± 0,89	33,67 ± 2,02*	33,00 ± 1,73*
5	19,00 ± 1,73	13,00 ± 0,58*	35,67 ± 1,45*	28,00 ± 0,58*
Среднее	16,67 ± 1,45	20,33 ± 1,45	38,33 ± 0,88	39,67 ± 0,33
<i>n</i> = 100				
1	37,33 ± 1,45	31,67 ± 0,88*	68,33 ± 1,45*	71,67 ± 0,33*
2	38,34 ± 1,43	34,00 ± 1,15	68,00 ± 1,15*	75,67 ± 1,45*
3	40,33 ± 0,88	36,67 ± 0,33	75,67 ± 0,88	82,00 ± 0,58
4	41,34 ± 1,44	34,67 ± 1,45	66,67 ± 1,76*	75,67 ± 0,88*
5	39,33 ± 1,45	34,33 ± 0,88	67,67 ± 0,89*	72,00 ± 1,15*
Среднее	36,00 ± 0,58	40,67 ± 0,87	72,00 ± 1,73*	73,33 ± 0,98*
<i>n</i> = 200				
1	72,33 ± 1,45*	72,68 ± 0,88*	141,00 ± 2,31*	143,33 ± 1,45*
2	71,67 ± 2,03*	75,00 ± 1,15	142,67 ± 1,45*	141,69 ± 0,33*
3	78,33 ± 1,45	78,00 ± 0,58	152,67 ± 1,76	152,00 ± 0,58
4	74,33 ± 0,88	76,00 ± 0,58	141,67 ± 1,20*	142,00 ± 1,45*
5	75,00 ± 1,00	75,33 ± 1,45	141,67 ± 1,45*	141,67 ± 0,33*
Среднее	76,00 ± 0,58	76,33 ± 1,45	142,00 ± 0,58*	142,33 ± 1,45*

Примечание. * – различия с контролем достоверны на уровне $P < 0,005$.



Влияние плотности посева и минеральной подкормки на прорастание семян двух видов подорожников: 1 – энергия прорастания; 2 – лабораторная всхожесть

В опыте с минеральной подкормкой и удалением проростков энергия прорастания варьировала: *P. media L.* (16,67–76,00%), *P. major L.* (20,33–76,33), лабораторная всхожесть *P. major L.* (38,33–142,00%), *P. media L.* (39,67–142,33%).

Выводы

Лабораторные опыты играют роль необходимой модели для понимания процессов, происходящих в природных условиях, и очень важны, поскольку, взяв для исследования полную совокупность природных факторов, как экологических, так и тесно переплетающихся с ними ценологических, эдафических и других, мы смогли бы при реальном объеме опытов получить какие-либо конкретные результаты.

В целом различия реакций субпопуляций прорастающих семян разных видов подорожников, выявленные в опытах, соответствуют их разной приспособленности к прорастанию в различающихся условиях местообитаний с разными экологическими режимами и степенью нарушения сообществ.

Результаты опытов показали, что в лабораторных условиях можно оценить норму реакции меняющихся условий среды на самых первых этапах онтогенеза. Исследуемые показатели *P. media L.* при этом более

информативны, чем у *P. major L.* Стимулирующее действие на всхожесть семян оказывала минеральная подкормка и одновременное удаление проростков.

Список литературы

1. Веллингтон П. Методика оценки проростков семян. – М.: Колос, 1973. – 175 с. ГОСТ 12038-66, 1973.
2. Жукова Л.А. Морфологические и физиологические особенности онтогенеза в посевах разной плотности / Л.А. Жукова, О.Л. Воскресенская, Н.П. Грошева // Экология. – 1996. – № 2. – С. 104–110.
3. Котт С.А. Методика определения всхожести семян сорных растений. – М.: Сельхозиздат, 1937. – 116 с.
4. Любарский С.Е. Некоторые особенности экологии прорастания семян подорожников. // Структура и организация популяций. – Казань: Изд-во Казан, ун-та, 1985. – С. 64–72.
5. Николаева М.Г. Справочник по проращиванию покоящихся семян / М.Г. Николаева, М.В. Разумова, В.Н. Гладкова. – Л.: Наука, 1985. – 347 с.
6. Попова Е.И. Оценка экологического состояния растительности в районе промышленного комплекса Тобольского нефтехимического комбината // Научные ведомости БелГУ. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2013. – № 7 (160) Вып. 24. – С. 102–107.
7. Уранов А.А. Классификация и основные черты развития популяций многолетних растений / А.А. Уранов, О.В. Смирнова // бюл. МОИП. Отд. Биол. – 1969. – Т. 74, Вып. 1. – С. 110–134.
8. Ibanez J.J. Future of soil science // The future of soil science / Ed. A.E. Har-temink. – Wageningen: IUSS, 2006. – P. 60–62.
9. Popova E.I. The ecological status of forest phytocenoses in the area of TPCP // In the World of Scientific Discoveries, Series B. – 2013. – Т. 1, № 1. – P. 120–127.