

ВЛИЯНИЕ МИКРОУДОБРЕНИЙ НА ДИНАМИКУ НАКОПЛЕНИЯ БИОМАССЫ ВАЛЕРИАНЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ

Г.М. Милоста

Гродненский государственный аграрный университет, г. Гродно, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Анализ состояния производства валерианы лекарственной в Республике Беларусь показывает, что получаемое ее количество не обеспечивает потребностей страны в этом сырье. Почвенно-климатические условия нашей страны соответствуют биологическим особенностям валерианы лекарственной. Повышение продуктивности и качества урожая является необходимым условием при ее возделывании [2, 4]. Большую роль в повышении продуктивности валерианы играет научно обоснованная оптимизация ее минерального питания, в том числе и применение микроудобрений, которые являются важнейшим фактором повышения ее урожайности и качества. Потребность в микроудобрениях растёт в связи с расширением применения высококонцентрированных макроудобрений, которые почти не содержат примесей микроэлементов. Кроме того, внесение повышенных доз азота, фосфора и калия сдвигает ионное равновесие почвенного раствора часто в сторону, неблагоприятную для поглощения растениями микроэлементов [1, 3, 5].

Микроудобрения выполняют важнейшие функции в процессах жизнедеятельности растений и являются необходимым компонентом системы удобрения для сбалансированного питания сельскохозяйственных культур, в частности, и валерианы лекарственной. Недостаточное содержание их подвижных форм в почве – фактор, лимитирующий формирование урожая и качество продукции валерианы [4, 6, 7].

МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые исследования проводились в 2011–2012 гг. в КСУП «Совхоз «Большое Можейково» Щучинского района Гродненской области на дерново-подзолистой супесчаной почве, развивающейся на рыхлой супеси, подстилаемой с глубины 0,5–0,6 м моренным суглинком. Высадка рассады проводилась в 3 декаде апреля в гребни с шириной междурядий 70 см. Схема посадки – 70х15 см. Норма посадки – 95 тыс. растений на 1 гектар.

Агрохимические показатели пахотного горизонта почвы: pH_{KCl} – 6,2–6,4, гумус – 1,7–1,9 %, содержание подвижных форм P_2O_5 – 180–203, K_2O – 162–195 мг/кг почвы. По содержанию подвижных форм бора, меди и цинка почва относится к II (средней) группе обеспеченности. Микроудобрения вносились в форме Адоб бора, Адоб меди и Адоб цинка по вегетирующим растениям путем трехкратной некорневой подкормки в 3 декаде июня, в 3 декаде июля и 3 декаде августа (варианты 7–19) и непосредственно в почву перед посадкой рассады (варианты 3–6).

Основные приемы ухода за растениями состояли из междурядных обработок, а также прополки от сорняков. В период вегетации валерианы лекарственной

проводились фенологические наблюдения и отбор растительных образцов по основным фазам роста и развития. Наступление фенологических фаз проходило практически одновременно по годам (в пределах одной декады месяца): 3–4 настоящих листа – 3 декада июня; 5–6 настоящих листьев – 3 декада июля; 10–12 настоящих листьев – 3 декада августа; полная прикорневая розетка листьев – 3 декада сентября; окончание вегетации и уборка – 2–3 декада октября.

Уборка полевого опыта проводилась во 2–3 декаде октября поделяночно сплошным способом. После уборки корни и корневища валерианы отмывались и высушивались до влажности 15 %.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Динамика накопления органического вещества является важным критерием продукционного процесса сельскохозяйственных культур, в частности, и валерианы лекарственной. Исследования показали, что накопление общей биомассы растений валерианы происходило неравномерно в течение всего периода вегетации. Установлено, что от высадки рассады (3 декада апреля) до прекращения вегетации (октябрь) темпы накопления общей биомассы растения возрастали, но неравномерно. Наиболее низкие темпы накопления органического вещества отмечены в период от 3–4 до 5–6 настоящих листьев, когда накопление биомассы составило всего лишь 10,0–13,1 % от ее максимального количества в фазу прекращения вегетации. Однако наиболее существенное увеличение органической биомассы отмечено в период от 5–6 (3 декада июля) до 10–12 настоящих листьев (3 декада августа). За этот период на фоне органических и минеральных удобрений общая биомасса возросла на 132,5–198,8 % и ее количество составило 29,1–30,0 % от ее максимального количества в фазу прекращения вегетации. В период от фазы 10–12 настоящих листьев до формирования прикорневой розетки (3 декада августа–3 декада сентября) темпы накопления общей биомассы снизились, она возросла на 102,9–112,3 %, а ее количество в фазу прикорневой розетки составило 60,6–61,7 % от ее максимального количества. В последующем, в период от фазы прикорневой розетки до прекращения вегетации валерианы во 2 декаде октября темпы накопления общей биомассы снизились (в относительных величинах), она возросла всего на 62,1–64,3 % (табл. 1).

Таблица 1

Динамика накопления общей биомассы (листовая масса, корни и корневища), ц/га (2011–2012 гг.)

Варианты	Фаза 3–4 настоящих листьев	Фаза 5–6 настоящих листьев	Фаза 10–12 настоящих листьев	Фаза прикорневой розетки листьев	Прекращение вегетации
1. Контроль (без удобрений)	4,4	5,5	11,2	18,1	26,4
2. Фон (60 т/га навоза +N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀)	4,9	7,7	17,9	38,0	61,6
3. Фон + B _{1,5} *	4,9	7,7	19,9	40,8	66,9
4. Фон + Cu _{3,0}	4,9	7,7	19,3	39,6	64,1
5. Фон + Zn _{3,0}	4,9	7,8	19,9	40,8	66,2

Варианты	Фаза 3–4 настоящих листьев	Фаза 5–6 настоящих листьев	Фаза 10–12 настоящих листьев	Фаза прикор- невой розет- ки листьев	Прекращение вегетации
6. Фон + В _{1,5} Cu _{3,0} Zn _{3,0}	5,1	8,1	19,9	40,8	66,5
7. Фон + В _(0,05+0,05+0,05)	4,9	7,9	19,8	39,4	64,9
8. Фон + В _(0,1+0,1+0,1)	4,9	8,1	20,2	40,7	67,2
9. Фон + В _(0,15+0,15+0,15)	4,9	8,1	20,6	40,8	68,7
10. Фон + Cu _(0,05+0,05+0,05)	4,9	8,8	18,8	38,5	62,8
11. Фон + Cu _(0,1+0,1+0,1)	4,9	8,8	19,2	39,4	64,9
12. Фон + Cu _(0,15+0,15+0,15)	4,9	8,8	19,7	40,3	66,5
13. Фон + Zn _(0,05+0,05+0,05)	4,9	8,8	20,0	41,4	67,0
14. Фон + Zn _(0,1+0,1+0,1)	4,9	8,0	20,4	42,4	69,5
15. Фон + Zn _(0,15+0,15+0,15)	4,9	8,2	20,7	43,2	70,5
16. Фон + В _(0,1+0,1+0,1) Cu _(0,1+0,1+0,1)	4,9	8,2	23,9	48,3	79,2
17. Фон + В _(0,1+0,1+0,1) Zn _(0,1+0,1+0,1)	4,9	8,0	23,9	48,5	80,0
18. Фон + Cu _(0,1+0,1+0,1) Zn _(0,1+0,1+0,1)	4,9	8,8	21,2	43,3	71,8
19. Фон + В _(0,1+0,1+0,1) Cu _(0,1+0,1+0,1) Zn _(0,1+0,1+0,1)	4,9	8,0	22,6	46,0	76,5
НСР ₀₅	0,24	0,41	1,03	2,05	3,05

Примечание: дозы микроудобрений указаны в кг/га по д.в.

Таким образом, образование органического вещества (общей биомассы) в растениях валерианы протекало неравномерно. Установлено, что до фазы 10–12 настоящих листьев темпы накопления биомассы возрастали, особенно в период от фазы 5–6 (3 декада июля) до 10–12 настоящих листьев (3 декада августа). В последующие периоды темпы накопления общей биомассы снижались.

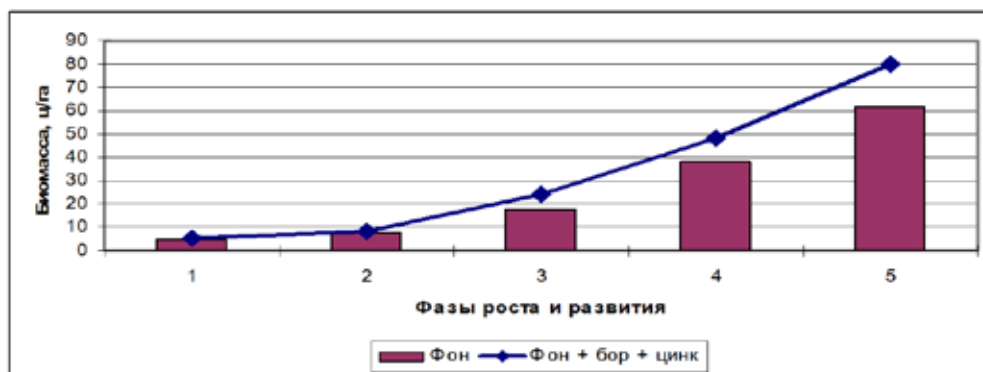
Следует отметить, что наиболее высокие темпы накопления биомассы отмечены в вариантах с применением некорневой подкормки микроудобрениями, особенно при внесении цинка с бором (Фон + В_(0,1+0,1+0,1) Zn_(0,1+0,1+0,1)) по сравнению с фоном (рис. 1).

Установлено антагонистическое взаимодействие меди и цинка при их совместном внесении на накопление общей биомассы валерианы по сравнению с сочетаниями микроэлементов: В и Cu, В и Zn, В, Cu и Zn.

Полную оценку особенностей накопления биомассы с производственных позиций может дать анализ динамики ее накопления в подземных (корни и корневища) и надземных (листовая масса) органах валерианы лекарственной. Результаты исследований показали, что накопление органического вещества в различных органах растений валерианы происходило неодинаковыми темпами (табл. 2).

Анализ динамики накопления надземной и подземной биомассы показал, что микроудобрения оказывают значительное влияние на ход этих процессов. В первую очередь, наибольшей интенсивностью накопления подземной биомассы характеризуются варианты с применением некорневых подкормок цинком (Фон + Zn_(0,15+0,15+0,15)) и, особенно, совместным применением цинка с бором (Фон

+ $B_{(0,1+0,1+0,1)}$ $Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$). При совместном внесении цинка и бора накопление подземной биомассы по сравнению с вариантом без микроудобрений (вар. 2) к концу вегетации возросло в 1,3 раза, или на 29,9 %. Анализ динамики накопления подземной биомассы показал, что наиболее активное ее формирование происходило в период от фазы 5–6 (3 декада июля) до 10–12 настоящих листьев (3 декада августа). При этом подземная биомасса в варианте 17, где получена максимальная урожайность корней и корневищ (Фон + $B_{(0,1+0,1+0,1)}$ $Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$), увеличилась на 191,3 % (рис. 2).



Фазы роста и развития:

- 1 фаза – 3–4 настоящих листьев (3 декада июня);
- 2 фаза – 5–6 настоящих листьев (3 декада июля);
- 3 фаза – 10–12 настоящих листьев (3 декада августа);
- 4 фаза – полная прикорневая розетка листьев (3 декада сентября);
- 5 фаза – окончание вегетации и уборка (2–3 декада октября).

Рис. 1. Динамика накопления общей биомассы в вариантах 2 (Фон – 60 т/га навоза + $N_{135} P_{60} K_{120}$ и 17 (Фон + $B_{(0,1+0,1+0,1)}$ $Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$)

Таблица 2

Динамика накопления надземной (листовой) и подземной (корни и корневища) Биомассы растениями валерианы лекарственной, ц/га (2011–2012 гг.)

Варианты	Фаза 3–4 настоящих листьев	Фаза 5–6 настоящих листьев	Фаза 10–12 настоящих листьев	Фаза прикорневой розетки листьев	Прекрытие вегетации
1. Контроль (без удобрений)	1,8/2,6	2,3/3,2	4,7/6,5	7,3/10,8	10,4/16,0
2. Фон (60 т/га навоза + $N_{135} P_{60} K_{120}$)	2,0/2,9	3,3/4,4	7,6/10,3	15,8/22,2	23,8/37,8
3. Фон + $B_{1,5}$	2,0/2,9	3,3/4,4	8,6/11,3	17,2/23,6	26,7/40,2
4. Фон + $Cu_{3,0}$	2,0/2,9	3,3/4,4	8,4/10,9	16,4/23,2	25,3/38,8
5. Фон + $Zn_{3,0}$	2,0/2,9	3,3/4,5	8,5/11,4	16,7/24,1	25,8/40,4
6. Фон + $B_{1,5} Cu_{3,0} Zn_{3,0}$	2,1/3,0	3,5/4,6	8,6/11,3	16,9/23,9	26,1/40,4
7. Фон + $B_{(0,05+0,05+0,05)}$	2,0/2,9	3,4/4,5	8,5/11,3	16,3/23,1	25,5/39,4
8. Фон + $B_{(0,1+0,1+0,1)}$	2,0/2,9	3,5/4,6	8,7/11,5	17,0/23,7	26,2/40,7

2. Плодородие почв и применение удобрений

Окончание табл. 2

Варианты	Фаза 3–4 настоящих листьев	Фаза 5–6 настоящих листьев	Фаза 10–12 настоящих листьев	Фаза прикор- невой розет- ки листьев	Прекра- щение вегетации
9. Фон + В _(0,15+0,15+0,15)	2,0/2,9	3,5/4,6	9,0/11,6	17,1/23,7	27,4/41,3
10. Фон + Cu _(0,05+0,05+0,05)	2,0/2,9	3,3/4,5	8,1/10,7	16,0/22,5	24,7/38,1
11. Фон + Cu _(0,1+0,1+0,1)	2,0/2,9	3,3/4,5	8,2/11,0	16,4/23,0	25,6/39,3
12. Фон + Cu _(0,15+0,15+0,15)	2,0/2,9	3,3/4,5	8,5/11,2	16,9/23,4	26,5/40,0
13. Фон + Zn _(0,05+0,05+0,05)	2,0/2,9	3,3/4,5	8,6/11,4	17,2/24,2	25,9/41,1
14. Фон + Zn _(0,1+0,1+0,1)	2,0/2,9	3,4/4,6	8,8/11,6	17,5/24,9	26,5/43,0
15. Фон + Zn _(0,15+0,15+0,15)	2,0/2,9	3,5/4,7	8,8/11,9	17,6/25,6	26,8/43,7
16. Фон + В _(0,1+0,1+0,1) Cu _(0,1+0,1+0,1)	2,0/2,9	3,5/4,7	10,5/13,4	20,6/27,7	31,7/47,5
17. Фон + В _(0,1+0,1+0,1) Zn _(0,1+0,1+0,1)	2,0/2,9	3,4/4,6	10,5/13,4	20,6/27,9	30,8/49,2
18. Фон + Cu _(0,1+0,1+0,1) Zn _(0,1+0,1+0,1)	2,0/2,9	3,3/4,5	9,1/12,1	18,1/25,2	27,8/44,0
19. Фон + В _(0,1+0,1+0,1) Cu _(0,1+0,1+0,1) Zn _(0,1+0,1+0,1)	2,0/2,9	3,4/4,6	9,8/12,8	19,4/26,6	30,2/46,3
НСР ₀₅	0,11/0,15	0,17/0,23	0,44/0,58	0,85/1,21	1,33/1,73

Примечание: в числителе приведена надземная сухая масса, в знаменателе – подземная.

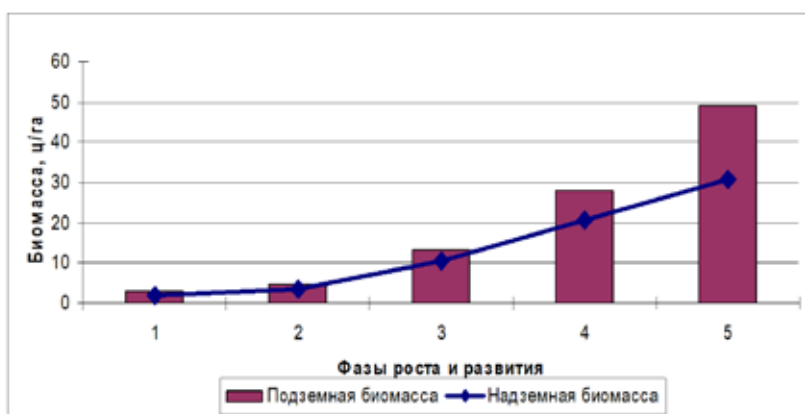
В последующий период роста и развития темпы формирования надземной и подземной частей растения снижались, но накопление подземной биомассы происходило более интенсивно, чем надземной. Так, если в период от 2 до 3 фазы (рис. 2) подземная биомасса возросла на 8,8 ц/га, то надземная – на 7,1 ц/га. В последующем, в период от 3 до 4 фазы эти показатели составили 14,5 и 10,1 ц/га, а в период от 4 фазы до прекращения вегетации – 21,3 и 10,2 ц/га соответственно. Такое интенсивное формирование подземной биомассы во второй половине вегетации связано с биологией данной культуры, которая в начале вегетации, как и многие растения этой группы, более активно формирует свою надземную часть, которая в последующем является основой для формирования корней и корневищ.

В последующем темпы накопления биомассы корней и корневищ в относительных показателях снижались. Так, в период от фазы 10–12 настоящих листьев до фазы прикорневой розетки этот показатель увеличился на 108,2 %, а от фазы прикорневой розетки до прекращения вегетации – всего на 73,3 %. С другой стороны, абсолютные показатели увеличения биомассы корней и корневищ за данные периоды возросли. Так, от фазы 5–6 до 10–12 настоящих листьев подземная биомасса (в абсолютных величинах) возросла на 8,8 ц/га. От 3 до 4 фазы (рис. 2) этот показатель увеличился на 14,5 ц/га, а от 4 до 5 фазы – на 21,3 ц/га.

Следует обратить внимание на процессы формирования надземной, или листовой биомассы, которая является основой для формирования подземной части растения – корней и корневищ как основного вида хозяйственной продукции. Для сравнения: надземная биомасса в этом варианте (Фон + В_(0,1+0,1+0,1) Zn_(0,1+0,1+0,1)) развивалась более интенсивно в период от фазы 5–6 до 10–12 настоящих листьев и возросла в относительных величинах на 200 %. В последующем отмечалось

снижение темпов накопления надземной биомассы в относительных показателях, но увеличение – в абсолютных.

Одной из задач наших исследований являлось установление зависимости урожайности корней и корневищ валерианы лекарственной от особенностей формирования ее листовой массы. Объективную оценку интенсивности накопления биомассы в надземной и подземной частях растения показывает рассчитанное нами соотношение этих частей растения. Динамичное изменение соотношения листовой (надземной) массы к массе корней и корневищ (подземной) характеризует направление физиологических процессов, отражающих преимущественное накопление органических веществ в надземной или подземной частях растения. Увеличение этого показателя (соотношения листовой биомассы к подземной) отражает преимущественное развитие надземной части, а уменьшение – показывает преимущественное накопление биомассы в корнях и корневищах валерианы.



Фазы роста и развития:

- 1 фаза – 3–4 настоящих листьев (3 декада июня);
- 2 фаза – 5–6 настоящих листьев (3 декада июля);
- 3 фаза – 10–12 настоящих листьев (3 декада августа);
- 4 фаза – полная прикорневая розетка листьев (3 декада сентября);
- 5 фаза – окончание вегетации и уборка (2–3 декада октября).

Рис. 2. Динамика накопления подземной и надземной биомассы (вариант 17 – Фон + $V_{(0,1+0,1+0,1)} Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$)

Образование надземной листовой биомассы валерианы лекарственной и биомассы корней и корневищ протекало в течение всего периода вегетации вплоть до ее прекращения – в октябре. Анализ данных таблицы 3 показал, что в период от фазы 3–4 до фазы 10–12 настоящих листьев включительно более высокие темпы накопления биомассы характерны для надземной листовой части (особенно в период от 3 декады июля до 3 декады августа). Максимальные значения показателя соотношения надземной и подземной частей растения получены в вариантах с применением борных микроудобрений. В этих вариантах установлено преимущественное формирование листовой массы, что подтверждается более высокими показателями соотношения надземная/подземная масса (0,75–0,78). Однако, наиболее высокие показатели этого соотношения (0,78) получены в варианте с совместным применением бора и цинка (Фон + $V_{(0,1+0,1+0,1)} Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$).

2. Плодородие почв и применение удобрений

Анализ данных показал, что в последующий период, после фазы 10–12 листьев до конца вегетации (с 3 декады августа до прекращения вегетации во 2–3 декадах октября), темпы накопления биомассы корней и корневищ валерианы заметно возросли по сравнению с надземной массой, что отображается снижением показателя соотношения надземной к подземной биомассе. Следует отметить, что преимущественное развитие подземной биомассы происходило (в сентябре – октябре) в фазу образования прикорневой розетки листьев и до прекращения вегетации. При этом отмечено значительное увеличение массы корней и корневищ, чем листовой массы. Это подтверждается снижением показателя соотношения листовой биомассы к подземной с 0,68–0,74 до 0,61–0,67 (табл. 3).

Установленное изменение процессов накопления биомассы объясняется биологическими особенностями валерианы, которая в первой половине вегетации более активно формировала надземную (листовую) часть, в последующем служащую основой для формирования подземной массы (корни и корневища). При возделывании валерианы следует учитывать эту особенность ее роста и развития в период от 3–4 до 10–12 настоящих листьев и создавать условия для активного формирования листовой массы за счет совершенствования элементов ее интенсивной технологии и проведения подкормок азотом.

Таблица 3

Динамика соотношения листовой биомассы к подземной (корни и корневища) валерианы лекарственной в течение вегетации, ед. (2011–2012 гг.)

Варианты	Фаза 3–4 настоящих листьев	Фаза 5–6 настоящих листьев	Фаза 10–12 настоящих листьев	Фаза прикорневой розетки листьев	Прекращение вегетации
1. Контроль (без удобрений)	0,69	0,72	0,72	0,68	0,65
2. Фон (60 т/га навоза +N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀)	0,69	0,75	0,74	0,71	0,63
3. Фон + B _{1,5}	0,69	0,75	0,76	0,73	0,66
4. Фон + Cu _{3,0}	0,69	0,75	0,77	0,71	0,65
5. Фон + Zn _{3,0}	0,69	0,75	0,75	0,69	0,64
6. Фон + B _{1,5} Cu _{3,0} Zn _{3,0}	0,69	0,76	0,76	0,71	0,65
7. Фон + B _(0,05+0,05+0,05)	0,69	0,76	0,75	0,71	0,65
8. Фон + B _(0,1+0,1+0,1)	0,69	0,76	0,76	0,72	0,65
9. Фон + B _(0,15+0,15+0,15)	0,69	0,76	0,78	0,72	0,66
10. Фон + Cu _(0,05+0,05+0,05)	0,69	0,73	0,76	0,71	0,65
11. Фон + Cu _(0,1+0,1+0,1)	0,69	0,73	0,75	0,71	0,65
12. Фон + Cu _(0,15+0,15+0,15)	0,69	0,73	0,76	0,72	0,66
13. Фон + Zn _(0,05+0,05+0,05)	0,69	0,73	0,75	0,71	0,63
14. Фон + Zn _(0,1+0,1+0,1)	0,69	0,74	0,76	0,70	0,62
15. Фон + Zn _(0,15+0,15+0,15)	0,69	0,74	0,74	0,69	0,61
16. Фон + B _(0,1+0,1+0,1) Cu _(0,1+0,1+0,1)	0,69	0,74	0,78	0,74	0,67
17. Фон + B _(0,1+0,1+0,1) Zn _(0,1+0,1+0,1)	0,69	0,74	0,78	0,74	0,63
18. Фон + Cu _(0,1+0,1+0,1) Zn _(0,1+0,1+0,1)	0,69	0,73	0,75	0,72	0,63
19. Фон + B _(0,1+0,1+0,1) Cu _(0,1+0,1+0,1) Zn _(0,1+0,1+0,1)	0,69	0,74	0,77	0,73	0,65

На более поздних этапах роста и развития (август–октябрь) количество органического вещества в корнях и корневищах начинает расти более быстрыми темпами, чем в надземной массе. При этом часть органических веществ оттекает с листьев в корневища и корни валерианы.

Известно, что физиологические процессы образования органического вещества сельскохозяйственными культурами и особенности формирования урожая во многом определяются ассимиляционной поверхностью растений или площадью листьев. Листовому аппарату принадлежит основная роль в образовании органического вещества растений. При этом важнейшим критерием оценки фотосинтетической деятельности растений валерианы является площадь листьев, отображающая размеры фотосинтетического аппарата валерианы, что может выражаться индексом листовой поверхности (ИЛП) – отношением общей площади листьев растений к площади, на которой размещаются эти растения.

Нашими исследованиями установлено, что формирование ассимиляционной поверхности растений валерианы лекарственной динамично возрастало на протяжении всего периода роста и развития растений. В начале вегетации на первых этапах роста и развития растений в фазу 3–4 настоящих листьев (июнь) листовая пластинка валерианы недостаточно развита. В этом случае в начале вегетации (3–4 настоящих листа) ИЛП был минимальным. Начиная с фазы 5–6 настоящих листьев, этот показатель заметно возрастал и общая листовая площадь достигала 3000–5000 м²/га (ИЛП – 0,3–0,5), а в фазу 10–12 настоящих листьев – 11000–17000 м²/га (ИЛП – 1,1–1,7) (табл. 4).

Значительное увеличение листовой площади валерианы лекарственной в абсолютных показателях установлено во второй половине вегетации в период от фазы 10–12 настоящих листьев до фазы формирования прикорневой розетки листьев. В этом случае в среднем на фоне органических и минеральных удобрений индекс листовой поверхности за данный период увеличился на 1,5–1,7 единиц. К периоду прекращения вегетации (октябрь) прирост ассимилирующей поверхности листьев возрастал. За период от фазы формирования прикорневой розетки листьев до прекращения вегетации ИЛП увеличивался на 1,6–2,1 единиц.

Следует отметить, что рост листовой поверхности валерианы во многом обуславливается уровнем обеспеченности растений элементами минерального питания, которые непосредственно участвуют в биосинтезе органических веществ, идущих на формирование ассимиляционной поверхности. Для такого биосинтеза необходимы как макро–, так и микроэлементы, применяемые в наших опытах.

Микроудобрения оказали заметное влияние на увеличение листовой площади, в первую очередь – борное и медное. При комплексном внесении микроудобрений следует выделить синергетическое взаимодействие бора и меди и антагонистическое – меди и цинка. Максимальная площадь листьев (ИЛП – 5,5) получена при совместном внесении бора и меди (Фон + В_(0,1+0,1+0,1) Cu_(0,1+0,1+0,1)) некорневым способом (вар. 17).

Высокая эффективность цинка отмечалась при комплексном внесении его с бором (проявление синергизма). Существенное увеличение биомассы получено при совместном внесении бора с медью (Фон + В_(0,1+0,1+0,1) Cu_(0,1+0,1+0,1)). Также отмечалось значительное увеличение биомассы корней и корневищ, но гораздо меньшее, чем при совместном внесении бора и цинка. В этом варианте получены наиболее высокие показатели формирования листовой биомассы и ее площади.

2. Плодородие почв и применение удобрений

С другой стороны, взаимодействие некоторых элементов может носить антагонистический характер, снижая накопление биомассы корней и корневищ. Примером такого взаимодействия является совместное внесение меди и цинка в варианте 18 (Фон + $Cu_{(0,1+0,1+0,1)}$ $Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$).

Таблица 4

Динамика индекса листовой поверхности растений валерианы лекарственной в течение вегетации, ед. (2011–2012 гг.)

Варианты	Фаза 3–4 настоящих листьев	Фаза 5–6 настоящих листьев	Фаза 10–12 настоящих листьев	Фаза при-корневой розетки листьев	Пре-кращение вегетации
1. Контроль (без удобрений)	0,2	0,3	1,1	2,0	3,2
2. Фон (60 т/га навоза + $N_{135} P_{60} K_{120}$)	0,2	0,3	1,1	2,6	4,2
3. Фон + $B_{1,5}$	0,2	0,4	1,3	2,8	4,6
4. Фон + $Cu_{3,0}$	0,2	0,3	1,2	2,7	4,4
5. Фон + $Zn_{3,0}$	0,2	0,3	1,1	2,7	4,5
6. Фон + $B_{1,5} Cu_{3,0} Zn_{3,0}$	0,2	0,4	1,3	2,9	4,5
7. Фон + $B_{(0,05+0,05+0,05)}$	0,2	0,4	1,4	3,3	4,6
8. Фон + $B_{(0,1+0,1+0,1)}$	0,2	0,4	1,5	3,3	4,8
9. Фон + $B_{(0,15+0,15+0,15)}$	0,2	0,5	1,6	3,4	5,0
10. Фон + $Cu_{(0,05+0,05+0,05)}$	0,2	0,4	1,4	3,1	4,5
11. Фон + $Cu_{(0,1+0,1+0,1)}$	0,2	0,4	1,5	3,1	4,6
12. Фон + $Cu_{(0,15+0,15+0,15)}$	0,2	0,5	1,5	3,2	4,8
13. Фон + $Zn_{(0,05+0,05+0,05)}$	0,2	0,4	1,4	2,8	4,5
14. Фон + $Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$	0,2	0,4	1,4	2,8	4,5
15. Фон + $Zn_{(0,15+0,15+0,15)}$	0,2	0,4	1,5	3,0	4,6
16. Фон + $B_{(0,1+0,1+0,1)} Cu_{(0,1+0,1+0,1)}$	0,2	0,6	1,7	3,4	5,5
17. Фон + $B_{(0,1+0,1+0,1)} Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$	0,2	0,5	1,7	3,2	5,1
18. Фон + $Cu_{(0,1+0,1+0,1)} Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$	0,2	0,4	1,5	3,1	5,1
19. Фон + $B_{(0,1+0,1+0,1)} Cu_{(0,1+0,1+0,1)} Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$	0,2	0,5	1,6	3,2	5,2
НСР ₀₅		0,02	0,07	0,15	0,24

Необходимо отметить, что наибольшее увеличение биомассы корней и корневищ обеспечило применение микроудобрений в некорневую подкормку. Микроэлементы по эффективности их влияния на формирование биомассы корней и корневищ валерианы как при почвенном, так и при некорневом внесении можно расположить в следующем порядке убывания: $Zn > B > Cu$.

ВЫВОДЫ

1. Наиболее существенное увеличение общей биомассы валерианы отмечено в период от 5–6 (3 декада июля) до 10–12 настоящих листьев (3 декада августа). После фазы 10–12 листьев до конца вегетации темпы накопления подземной биомассы заметно возросли по сравнению с надземной. Преимущественное развитие подземной биомассы происходило в период от фазы образования прикорневой розетки листьев

до прекращения вегетации (октябрь), что подтверждается снижением показателей соотношения листовой биомассы к подземной с 0,68–0,74 до 0,61–0,67.

2. Наибольшей интенсивностью накопления общей и подземной биомассы характеризуются варианты с применением некорневых подкормок цинком (Фон + $Zn_{(0,15+0,15+0,15)}$), преимущественно при совместном применении цинка с бором (Фон + $B_{(0,1+0,1+0,1)}$ $Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$) на фоне органических и минеральных удобрений (60 т/га навоза + $N_{135} P_{60} K_{120}$). Совместное внесение цинка и бора повышало накопление подземной биомассы к концу вегетации по сравнению с вариантом без микроудобрений в 1,3 раза, или на 29,9 %. Микроэлементы по эффективности их влияния на формирование биомассы корней и корневищ валерианы как при почвенном, так и при некорневом внесении можно расположить в следующем порядке убывания: $Zn > B > Cu$.

3. Максимальное увеличение листовой площади валерианы в абсолютных показателях установлено во второй половине вегетации в период от 10–12 настоящих листьев до прекращения вегетации, когда индекс листовой площади увеличился на 3,1–3,8 единиц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анспок, П.И. Микроудобрения / П.И. Анспок. – Л.: Агропромиздат, 1990. – 272 с.
2. Брилева, С.В. Потребление основных элементов минерального питания растениями валерианы в течение вегетации // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. / Гроднен. гос. аграр. ун-т. – Гродно, 2005. – Т. 4, Ч. 1. – С. 15–18.
3. Каталымов, Н.В. Микроэлементы и микроудобрения / Н.В. Каталымов. – Л.: Химия, 1965. – 330 с.
4. Асаблівасці мінеральнага абмену лекавых культур ва ўмовах Беларусі. Валяр'ян лекавы / Ж.А. Рупасова [и др.] // Весці Нац. акад. навук Беларусі. – 1994. – № 3. – С. 6–11.
5. Валериана лекарственная / И.Д. Семенихин [и др.] // Возделывание лекарственных культур: сб. науч. тр. / ВНИИЛР. – М., 1987. – Т. 1, ч. 1. – С. 10–21.
6. Терехин, А.А. Технология возделывания лекарственных растений: учеб. пособие / А.А. Терехин. – М.: РУДН, 2008. – 201 с.
7. Poradnik plantatora ziol / pod red. Antoniny Ruminskiej. – Poznan, 1991. – S. 200–208.

THE INFLUENCE OF MICROFERTILIZERS ON DYNAMICS OF ACCUMULATION OF MEDICINAL VALERIAN BIOMASS

G.M. Milosta

Summary

In the researches conducted on sod-podzolic sandy-loam soil laid by the exterminated loam, it was set that application of microfertilizers: boric, zinc, copper – on a background of organic and mineral fertilizers (60 т/ha of manure + $N_{135} P_{60} K_{120}$) influences on forming of biomass of medicinal valerian. Microelements by the efficiency of their influence on forming of biomass of roots and rhizomes of valerian both at the soil and

and unroot bringing are possible to be disposed in the next order of decrease: $Zn > B > Cu$. Variants with the use of the unroot additional fertilizing by zinc (Background + $Zn_{(0,15+0,15+0,15)}$) and especially with joint application of zinc and bor (Background + $B_{(0,1+0,1+0,1)} Zn_{(0,1+0,1+0,1)}$) have the most intensity of accumulation of general and underground biomass.

Поступила 16 ноября 2012 г.

УДК 631.461.5:631.559:633.22

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ НА ФЕРМЕНТАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ

**В.В. Лапа, Н.А. Михайловская, М.М. Ломонос,
М.С. Лопух, О.В. Василевская, Т.В. Погирницкая**
Институт почвоведения и агрохимии, Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Наряду с актуальными задачами по достижению высокой и стабильной урожайности, качественной и конкурентоспособной сельскохозяйственной продукции, необходимо своевременно решать сопряженные экологические задачи по контролю влияния интенсификации растениеводства на состояние почвенного плодородия [1–5]. Одним из основных критериев оценки изменений плодородия почв, вызываемых антропогенной деятельностью, является биологическое состояние почвы [3–5]. В современных условиях воспроизводство и сохранение плодородия почв, используемых в сельскохозяйственном производстве, являются приоритетными задачами. Поэтому все больше внимания уделяется изучению биологических свойств почв и биологических процессов, определяющих их плодородие.

Системы удобрения сельскохозяйственных культур являются одним из основных факторов, оказывающих существенное влияние на агрохимические, агрофизические и биологические свойства почвы, которые определяют ее плодородие, режим питания и урожайность сельскохозяйственных культур [5–7]. Оценка биологического состояния почв позволяет получить информацию о направленности и скорости протекания процессов трансформации органического вещества почвы и определить экологически обоснованные системы удобрения, обеспечивающие высокую и устойчивую урожайность сельскохозяйственных культур при сберегающем уровне биологической активности для сохранения плодородия почвы.

Для оценки биологического состояния почв в настоящее время используется широкий спектр показателей, что обусловлено многообразием функций почвенных микроорганизмов. Для диагностических целей наибольший интерес представляют показатели активности, или интенсивности, ключевых микробиологических процессов формирования плодородия. Такую возможность дает проведение почвенных биохимических исследований. В основе микробного метаболизма лежит работа ферментов, которые катализируют все биохимические реакции и являются интеграль-