

## ВЛИЯНИЕ ВЕСЕННЕГО ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ, РАЗМЕР И БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЯГОД БРУСНИКИ

Среди мероприятий, направленных на повышение продуктивности лесов, важное место занимает внесение минеральных удобрений. Их влияние изучается в основном путем анализа динамики роста древостоев. Данных о влиянии минеральных удобрений на дикорастущие заросли ягодников, которые участвуют в сложении травянистого покрова, в литературе крайне мало.

С целью изучения реакции зарослей дикорастущей брусники на минеральные удобрения в подзоне северной тайги Урала была проведена серия опытов. Постоянные пробные площади были заложены в сосняке зеленомошно-брусничниковом, VI—VII класса возраста с полнотой 0,6—0,8, со средним диаметром 24 см, средней высотой 17,7—20,6 м, IV класса бонитета. Подрост редкий из лиственницы, сосны, кедра, расположен равномерно по площади в количестве 450—490 шт/га. Подлесок средней густоты, представлен можжевельником обыкновенным, багульником болотным, ракитником Цингера, розой иглистой и др. В сложении травяно-кустарничкового яруса участвуют брусника, черника, герань лесная, вейник лесной, подмаренник северный, майник и др. Проективное покрытие пробных площадей брусникой составляет 24—25%, травянистыми видами — 9—11%, а мхом — 0,9. Почвы пробных площадей, по В. П. Фирсовой и Б. И. Павлову (1970), перегнойно-скрытоподзолистые среднесуглинистые на оглееной глине.

Химический состав корнеобитаемого слоя брусники показывает, что эти почвы очень кислые (рН 4,1—4,3), характеризуются довольно высоким содержанием гумуса (3,2—4,7%) и калия (14—22 мг/100 г почвы). Обеспеченность подвижными формами фосфора низкая (2,7—3,4 мг/100 г почвы). Опыты проводились по классической восьмивариантной схеме (N, P, K, NP, NK, PK, NPK, контроль) в трехкратной повторности. Удобрения вносились весной 1979 г. в дозе 50—200 кг/га действующего вещества (д.в.). В качестве азотных удобрений использовалась мочеви́на, фосфорных — суперфосфат двойной гранулированный, калийных — хлористый калий.

Учет урожайности брусники проводился путем сплошного сбора

ягод с последующим взвешиванием по каждому участку. Для сопоставления результатов исследований по участкам урожайность на них переводили на 100 %-ное проективное покрытие. Влияние минеральных удобрений на размер ягод брусники изучалось на образцах, отобранных методом крестообразного деления с каждого опытного участка. У ягод определяли размер в двух взаимно перпендикулярных направлениях и находили среднеарифметические значения, которые были обработаны методом вариационной статистики.

Биохимический анализ проводился в трехкратной повторности у спелых ягод брусники сразу же после их сбора. Определяли следующие показатели (Методы ..., 1972): сухие вещества — по рефрактометру; общую кислотность — титрованием раствором 0,1 Н щелочи с последующим пересчетом на лимонную кислоту; общее содержание сахаров — микрометодом. Проводился агрохимический анализ почв (Аринушкина, 1962; Радов и др., 1978; и др.): подвижного калия — на пламенном фотометре, подвижного фосфора — фотоколориметрически по методу Кирсанова; рН соляной вытяжки почвы — колориметрически по методу Алямова; содержание гумуса — по Тюрину в модификации Симакова.

Влияние минеральных удобрений на урожайность брусники изучалось путем проведения многофакторного дисперсионного анализа (Доспехов, 1979).

В результате исследований установлено, что достоверное влияние на урожайность брусники оказали погодные условия года (табл. 1), вид удобрений, а также отмечено совместное влияние вида, дозы удобрений и погодных условий. Влияние дозы удобрений и совместное влияние дозы удобрений и условий года на урожайность брусники оказались недостоверными.

Таблица 1

Результаты дисперсионного анализа

Фактор	F <sub>ф</sub>	F <sub>табл.0,05</sub>	Влияние фактора на урожайность брусники, %
Год наблюдения	50,6	3,18	31,9
Доза удобрения	0,1	3,18	—
Вид удобрения	7,3	2,2	16,2
Год наблюдения и доза удобрения	0,9	2,56	1,1
Год наблюдения и вид удобрения	2,40	1,95	10,6
Доза и вид удобрения	2,46	1,95	10,9
Год наблюдений, доза и вид удобрения	0,80	1,74	6,9

Влияние минеральных удобрений на урожайность брусники составило 45,7%, метеоусловий года — 31,9%, неучтенных факто-

ров — 22,4%. Если взять влияние удобрений за 100%, то на действие вида удобрений приходится 59,5%, а на одновременное действие вида и дозы удобрений — 40,3%. Таким образом, на урожайность брусники наибольшее влияние оказывает вид удобрения.

Наибольшее положительное влияние оказывают фосфорные и калийные удобрения, а также смеси удобрений, содержащие их (табл. 2). Увеличение урожайности брусники по сравнению с конт-

Таблица 2

**Влияние весеннего внесения минеральных удобрений  
на урожайность брусники, кг/га**

Вариант опыта	1981		1982		1983	
	X	% к контролю	X	% к контролю	X	% к контролю
N <sub>50</sub>	120	56	167	156	121	165
P <sub>50</sub>	388	180	147	136	94	128
K <sub>50</sub>	321	150	169	157	62	83
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub>	178	83	85	79	90	122
N <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	303	141	315	200	131	178
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	486	226	179	166	91	123
N <sub>100</sub>	342	159	259	240	133	181
P <sub>100</sub>	135	63	65	60	48	65
K <sub>100</sub>	688	320	169	157	40	105
N <sub>100</sub> P <sub>100</sub>	655	305	284	264	112	152
N <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	200	93	103	95	56	70
P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	332	155	96	89	47	64
N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	193	90	63	58	28	38
N <sub>200</sub>	153	71	108	101	40	54
P <sub>200</sub>	78	36	44	41	24	32
K <sub>200</sub>	480	224	140	130	85	116
N <sub>200</sub> P <sub>200</sub>	257	120	232	216	65	90
N <sub>200</sub> K <sub>200</sub>	212	99	82	76	70	95
P <sub>200</sub> K <sub>200</sub>	287	134	203	188	81	110
N <sub>200</sub> P <sub>200</sub> K <sub>200</sub>	494	230	255	237	120	163
Контроль	95	44	89	75	41	55
HCP <sub>0,05</sub>	215	100	108	100	73	100
	67	31	67	63	67	92

ролем доходило до 220% в зависимости от варианта внесения. Положительное влияние фосфорных удобрений объясняется их большим физиологическим значением для плодоношения брусники, а также и тем, что обеспеченность опытных участков фосфором была слабая. Кроме того, по данным В. П. Фирсовой и Т. С. Павловой (1983), брусника довольно интенсивно поглощает фосфор по сравнению с другими элементами питания. Анализ влияния различных доз внесения фосфорных удобрений показывает, что наибольшее увеличение урожайности брусники отмечается при внесении удобрений в дозе 100 кг/га д.в. Малый срок действия фосфорных удобрений можно объяснить тем, что фосфор

в соединении с алюминием и железом, которыми богата почва опытных участков, становится недоступным для растений брусники (Прянишников, 1940; Соколов, 1950; Томсон, Троу, 1982; и др.). Наши данные о положительном влиянии фосфорных удобрений на урожайность брусники хорошо согласуются с результатами, полученными А. Ф. Черкасовым и В. В. Шутовым (1983).

Наряду с фосфорными удобрениями положительное влияние на урожайность брусники оказали и калийные удобрения. Они увеличили урожайность брусники на 20—205% по сравнению с контролем. Наибольшее влияние на урожайность брусники калийные удобрения оказали при внесении в дозе 100 кг/га д.в. Максимальный эффект от применения калийных удобрений наблюдался на второй и третий год после их внесения. Положительное влияние калийных удобрений объясняется огромной ролью калия в протекании важнейших физиологических процессов в растении. Кроме того, брусника, как и все плодово-ягодные растения, отличается повышенным поглощением калия (Мосолов, 1979; и др.).

Кроме положительного влияния минеральных удобрений на урожайность брусники, в результате эксперимента установлено и их негативное влияние. Так, азотные удобрения в дозе 100—200 кг/га д.в. во все годы эксперимента достоверно снижали урожайность брусники. Такое действие азотных удобрений можно объяснить тем, что брусника свою потребность в азотном питании удовлетворяет за счет микоризы (Авдошенко, 1949; Серебряков, 1962; и др.). Внесение азотных удобрений в больших дозах вызывает угнетение жизнедеятельности микоризы и, как следствие этого, ухудшение азотного питания брусники. В результате происходит уменьшение урожайности, так как наибольшее количество репродуктивных органов формируется при бесперебойном снабжении азотом растений в течение всей вегетации (Володарский, 1962. Цит. по: Юферева, 1983). Кроме того, внесение мочевины вызывает подкисление почвы (Мосолов, 1979; Томсон, Троу, 1982; и др.). Так как почвы опытных участков очень кислые, их подкисление может неблагоприятно отразиться на плодоношении брусники. Применяя малые дозы азотных удобрений, мы не только не подавляем жизнедеятельность микоризы, а, наоборот, стимулируем ее. Снабжение брусники азотистыми веществами начинает увеличиваться, что и приводит к повышению урожайности.

Действие сочетаний минеральных удобрений на урожайность брусники зависело от того, какие виды удобрений есть в смеси. Так, при внесении фосфорно-калийных удобрений в различных дозах в большинстве случаев повышается урожайность (увеличение до 130%) брусники. Имеющееся статистически недостоверное снижение урожайности брусники во все годы эксперимента при внесении фосфорно-калийных удобрений в дозе 100 кг/га д.в. мы затрудняемся объяснить, по-видимому, его можно рассматривать

как результат влияния случайных факторов. Сочетания удобрений, имеющих в своем составе азот в малой дозе, увеличивали урожайность брусники, тогда как большие дозы азотных удобрений приводили к снижению урожайности. Вместе с тем хотелось бы отметить, что большие дозы калийных удобрений в смеси с азотными удобрениями, как правило, приводят к увеличению урожайности брусники.

В результате исследований установлено, что период последствия минеральных удобрений составил два года, так как на третий год после внесения удобрений достоверного увеличения урожайности брусники не наблюдалось ни в одном варианте опыта.

Минеральные удобрения повышают и размер ягод брусники (табл. 3). Так, в год внесения удобрений размер ягод увеличился

Таблица 3

Изменение размера ягод брусники под влиянием весеннего внесения минеральных удобрений, % к контролю

Вариант опыта	1980	1981	1982	1983
N <sub>50</sub>	107*	101	106*	104*
P <sub>50</sub>	109*	103	103	100
K <sub>50</sub>	104*	104*	102*	99
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub>	109*	107*	102	103
N <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	107*	101	105	100
P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	107*	106*	108*	103
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	104*	107*	105*	101
N <sub>100</sub>	113*	104*	108*	104
P <sub>100</sub>	103	104*	103	97
K <sub>100</sub>	106*	103	102	107*
N <sub>100</sub> P <sub>100</sub>	103	101	95	100
N <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	110*	101	103	97
P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	107*	106*	102	101
N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	104*	97	106*	97
N <sub>200</sub>	107	100	98	100
P <sub>200</sub>	112*	106*	106*	107
K <sub>200</sub>	107*	106*	106*	103
N <sub>200</sub> P <sub>200</sub>	109*	103	109*	101
N <sub>200</sub> K <sub>200</sub>	109*	101	100	101
P <sub>200</sub> K <sub>200</sub>	104	106*	100	101
N <sub>200</sub> P <sub>200</sub> K <sub>200</sub>	104*	100	106*	104*
Контроль	100	100	100	100

\*Достоверное увеличение размера ягод брусники.

на 3—12%, на второй год эксперимента — на 1—7%, на третий — на 2—8% и на четвертый — на 1—7%. Наибольшее положительное влияние на размер ягод оказали фосфорные и калийные удобрения в дозе 200 кг/га д.в., а также фосфорно-калийные удобрения в дозе 50 кг/га д.в. Преимущественного влияния какой-то одной дозы внесения удобрений за весь период исследований не обнаружено.

Наряду с изучением влияния минеральных удобрений на урожайность и размер ягод брусники исследовалось также влияние минеральных удобрений на биохимический состав ягод. В результате установлено, что содержание сухих веществ в ягодах брусники под влиянием удобрений в год их внесения увеличилось во всех вариантах опыта на 6—41% по сравнению с контролем, где оно в год внесения удобрений составило  $8 \pm 0,24\%$  и на второй год —  $8,9 \pm 0,31\%$ . На второй год эксперимента содержание сухих веществ в ягодах брусники превышало контроль на 3—43%. Наибольшее положительное влияние на содержание сухих веществ во все годы наблюдений оказали азотно-калийные удобрения в дозе 100—200 кг/га д.в., самый высокий эффект получен при внесении дозы в 100 кг/га д.в.

Общая кислотность ягод брусники в год внесения удобрений увеличилась в большинстве вариантов опыта (90%) на 1—26%

Таблица 4

Влияние весеннего внесения минеральных удобрений на биохимический состав ягод брусники, % к контролю

Вариант опыта	Сухие вещества		Общая кислотность		Содержание моносахаридов	
	1980	1981	1980	1981	1980	1981
N <sub>50</sub>	106	112	124	103	98	97
P <sub>50</sub>	114	113	122	120	101	100
K <sub>50</sub>	115	112	89	100	101	103
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub>	113	110	101	121	100	99
N <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	106	100	102	107	100	100
P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	116	108	111	105	100	101
N <sub>5</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	110	107	126	131	98	99
N <sub>100</sub>	139	112	100	101	100	98
P <sub>100</sub>	120	118	114	110	100	100
K <sub>100</sub>	120	107	108	107	100	98
N <sub>100</sub> P <sub>100</sub>	115	103	118	121	98	99
N <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	133	121	106	119	99	100
P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	116	123	100	123	100	101
N <sub>100</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	139	119	101	98	100	102
N <sub>200</sub>	113	106	114	117	100	97
P <sub>200</sub>	119	114	101	104	101	103
K <sub>200</sub>	128	118	103	102	101	102
N <sub>200</sub> P <sub>200</sub>	115	116	96	104	100	100
N <sub>200</sub> K <sub>200</sub>	141	143	120	99	101	102
P <sub>200</sub> K <sub>200</sub>	111	110	109	95	101	103
N <sub>200</sub> P <sub>200</sub> K <sub>200</sub>	115	118	97	107	101	102
Контроль	100	100	100	100	100	100

по сравнению с контролем, где она была  $2,24 \pm 0,086\%$ . Снижение кислотности в других вариантах опыта составило 3—11%. На второй год наблюдений общая кислотность также в большинстве вариантов увеличилась на 2—31% по сравнению с контролем, где она была  $2,11 \pm 0,061\%$ , а снижение ее в этот год составило 1—5%. Наибольший положительный эффект во все годы наблюдений отмечался при внесении фосфорных и полных удобрений в дозе 50 кг/га д.в., а также азотно-фосфорных удобрений в дозе 100 кг/га д.в. Самое действенное влияние любых видов и сочетаний удобрений наблюдалось при их внесении в дозе 50 кг/га д.в.

Содержание моносахаридов под влиянием минеральных удобрений изменилось незначительно — на 1—3%, но вместе с тем отмечена тенденция к их увеличению (табл. 4).

Таким образом, минеральные удобрения увеличивают урожайность брусники в 1,5—2 раза по сравнению с контролем, а также повышают размер и улучшают биохимический состав ягод.

#### ЛИТЕРАТУРА

Авдошенко А. К. Биология северных брусничных // Учен. зап. Ленингр. пед. ин-та. 1949. Т. 82. С. 181—219.

Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Колос, 1962. 491 с.

Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1979. 416 с.

Методы биохимического исследования растений / Под ред. А. Н. Ермакова. Л.: Колос, 1972. 456 с.

Мосолов И. В. Физиологические основы применения минеральных удобрений. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1979. 255 с.

Прянишников Д. Н. Агрохимия. 3-е изд. М.: Сельхозгиз, 1940. 644 с.

Радов А. С., Пустовой И. В., Корольков А. В. Практикум по агрохимии. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1978. 351 с.

Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений. М.: Высш. шк., 1962. 377 с.

Соколов А. В. Агрохимия фосфора. М.: Изд-во АН СССР, 1950. 150 с.

Томсон Л. М., Троу Ф. Р. Почвы и их плодородие / Пер. с англ. М.: Колос, 1982. 462 с.

Фирсова В. П., Павлов Б. И. Почвы вдоль железной дороги Ивдель—Обь // Науч. тр. Ин-та экологии растений и животных 1970. Вып. 76. С. 88—114.

Фирсова В. П., Павлова Т. С. Почвенные условия и особенности биологического кругооборота веществ в горных сосновых лесах. М.: Наука. 1983. 166 с.

Черкасов А. Ф., Шутов В. В. Повышение продуктивности дикорастущих ягодников путем применения минеральных удобрений // Проблемы продовольственного и кормового использования недревесных и второстепенных лесных ресурсов: Тез. докл. всесоюз. конф. Красноярск, 1983. С. 101—102.

Юферва Л. К. К вопросу повышения продуктивности естественных зарослей черники // Ресурсы дикорастущих плодово-ягодных растений, их рациональное использование и организация плантационного выращивания хозяйственно ценных видов в свете решения Продовольственной программы СССР: Тез. докл. науч.-практ. конф. Гомель, 1983. С. 93—94.