وتؤدى إضافة مواد قلوية للتربة الحامضية مثل الجير (كربونات الكالسيوم أساسًا) إلى رفع pH التربة؛ مما يلغى سمية الألومنيوم، كما يؤدى التسميد بالفوسفور إلى توفره دونما تثبيت. هذا إلا أن للتربة قدرة تنظيمية هائلة؛ مما يحد من تأثير أية إضافات للتربة ويجعلها غير مستدامة. كذلك فإن تأثير الإضافات لا يصل إلى الطبقة تحت السطحية من التربة التى تنمو إليها الجذور المتعمقة (Zheng ٢٠١٠).

ولقد وجد أن للتسميد العضوى الجيد تأثير مؤقت فى تخفيف حدة التسمم بالألومنيوم؛ ذلك لأن الدبال والأحماض العضوية تكوّن معقدات مع الألومنيوم فى المحلول الأرضى؛ مما يفقده سميته. كما أن التسميد العضوى يُحدث ارتفاعًا مؤقتًا فى pH التربة؛ بسبب تكوين الأحماض العضوية لمعقدات مع البروتونات protons واستهلاك تلك البروتونات فى عملية الـ decarboxylation للأحماض العضوية (Samac & Tesfaye ٢٠٠٣).

آليات سمية الألومنيوم

يمكن إيجاز آليات سمية الألومنيوم للنباتات فيما يلى:

١- عند انخفاض pH التربة إلى أقل من ٥,٠ يصبح الألومنيوم ذائبًا فى محلول التربة ومتواجدًا فى صورة أيونية.

٢- فى خلال دقائق يؤثر الألومنيوم بتثبيط النمو الجذرى والإضرار به؛ مما يحد من امتصاص الماء والعناصر.

٣- يبدأ هذا التأثير بمنع الألومنيوم لزيادة خلايا الجذر فى الحجم ومنع استطالتها، ويلى ذلك منع انقسامها كذلك.

٤- تكون القمة النامية الجذرية هى الموقع الذى تحدث فيه سمية الألومنيوم.

٥- يحدث تأثير الألومنيوم فى كل من الجدر الخلوية، والأغشية البروتوبلازمية والسيتوبلازمية والنواة.

٦- على الرغم من تواجد معظم الألومنيوم فى الجدر الخلوية، فإن جانبًا صغيرًا منه سريعًا ما يصل إلى السيتوبلازم ويتفاعل مع مواقع معينة منه.

٧- يُعطل الألومنيوم ديناميكية عمل عضيات السيتوبلازم، ويتفاعل مع الـ microtubules وغيرها من العضيات.

٨- يتفاعل الألومنيوم مع إشارات بداية مسارات أيضية معينة، وخاصة ما يعرف باسم Ca^{2+} homeostasis and signaling.

٩- يثير الألومنيوم تخليق العناصر المؤكسدة ROS، وأضرار الأكسدة بالأغشية البلازمية، والاختلال الوظيفى للميتوكوندريات (Kochian وآخرون ٢٠٠٤).

وتبدأ سمية الألومنيوم بما يحدثه من عدم ثبات للأغشية البلازمية. يكون الألومنيوم معقدات مع كثير من الجزيئات الحيوية، وخاصة الأحماض الكربوكسيلية، مثل حامض الستريك، كذلك فإن الهلام النباتى mucilage ربما يقلل من امتصاص الجذور للألومنيوم. وترجع معظم العيوب الفسيولوجية التى تحدثها سمية الألومنيوم إلى اتحاده مع البروتينات، وما يترتب على ذلك من تغيرات فى بنية وشكل جزيئاتها، ولعل أبرزها التغيرات التى يحدثها الألومنيوم فى بنية وشكل الـ calmodulin.

تؤدى سمية الألومنيوم إلى تقليل النمو الجذرى، وتغير لونه، ومنع تكوين التفرعات الجذرية. وعمومًا .. تكون البادرات أكثر حساسية لزيادة الألومنيوم عن النباتات الأكبر سنًا. كذلك تستحث سمية الألومنيوم نقصًا فى كل من الفوسفور والكالسيوم والحديد، وقد تظهر أعراض نقصها.

آليات تحمل الألومنيوم

إن من أهم آليات تحمل الألومنيوم فى النباتات، ما يلى:

أولاً: آليات تحد من وصول الألومنيوم لسيتوبلازم الخلايا.

١- إفراز الجذور لأحماض عضوية.

٢- وقف حركة الألومنيوم عند الجدار الخلوى.

٣- إفراز أيون الفوسفات.

٤- التدفق النشط للألومنيوم عبر الغشاء البلازمى.